



ScuDo
Scuola di Dottorato ~ Doctoral School
WHAT YOU ARE, TAKES YOU FAR



Tesi di Dottorato
Corso di Dottorato in Beni Architettonici e Paesaggistici (XXXII Ciclo)

Luce e paesaggio culturale: proposta per una metodologia di analisi per il progetto dell'immagine notturna di un patrimonio diffuso

Lodovica Valetti

* * * * *

Supervisors

Prof.ssa Anna Pellegrino, Supervisor
Prof.ssa Chiara Aghemo, Co-Supervisor

Doctoral Examination Committee:

Prof.ssa Laura Bellia, Università degli Studi di Napoli Federico II, *Referee*
Dott.ssa Paola Iacomussi, Istituto Nazionale di Ricerca Metrologica (INRIM), *Referee*
Prof. Fabio Bisegna, Università degli Studi di Roma "La Sapienza"
Prof.ssa Cinzia Buratti, Università degli Studi di Perugia
Prof.ssa Valentina Serra, Politecnico di Torino

Politecnico di Torino
23 Luglio 2020

This thesis is licensed under a Creative Commons License, Attribution - Noncommercial - NoDerivative Works 4.0 International: see www.creativecommons.org. The text may be reproduced for non-commercial purposes, provided that credit is given to the original author.

I hereby declare that, the contents and organisation of this dissertation constitute my own original work and does not compromise in any way the rights of third parties, including those relating to the security of personal data.

Lodovica Valetti
Turin, July 23, 2020



ScuDo
Scuola di Dottorato ~ Doctoral School
WHAT YOU ARE, TAKES YOU FAR



Corso di Dottorato in Beni Architettonici e Paesaggistici
XXXII Ciclo

Dottorando: **Lodovica VALETTI**

Supervisor: prof.ssa **Anna PELLEGRINO**

Co-supervisor: prof.ssa **Chiara AGHEMO**

Titolo della tesi: *Luce e paesaggio culturale: proposta per una metodologia di analisi per il progetto dell'immagine notturna di un patrimonio diffuso.*

Abstract:

La tesi affronta il tema della definizione dell'immagine notturna e dell'approccio al progetto di illuminazione pubblica e architettonica in contesti di paesaggio culturale e patrimonio diffuso a scala territoriale. La ricerca intende sottolineare l'importanza di contemperare le esigenze funzionali e di sostenibilità degli impianti di illuminazione con l'attenzione alla definizione e alla valorizzazione dell'immagine notturna percepita e dei valori visuali del sistema paesaggio.

A tal fine la tesi si articola in un'approfondita analisi dello stato dell'arte, che ha riguardato l'ambito culturale e tecnico del progetto di illuminazione a scala paesaggistica. Da tale approfondimento è emerso un forte interesse da parte della comunità scientifica internazionale al tema del paesaggio culturale, che trova concretizzazione nella definizione di pratiche e iniziative attente anche alla valorizzazione degli aspetti scenico-percettivi e dei valori visuali del paesaggio. Tali attenzioni sono tuttavia limitate all'immagine diurna dei siti. Al contrario è emersa una scarsa attenzione nei confronti della corrispondente immagine notturna del paesaggio, laddove le logiche che guidano gli interventi in tali contesti sono spesso rivolte esclusivamente all'adempimento di esigenze funzionali e/o di valorizzazione di singoli elementi, trascurando di considerare il risultato complessivo percepito.

Dallo stato dell'arte è inoltre emerso come recenti indicazioni nel settore illuminotecnico auspichino l'introduzione di approcci olistici alla progettazione dei sistemi di illuminazione pubblica, in grado di coniugare esigenze funzionali (sicurezza e comfort visivo), di sostenibilità (economica, energetica e ambientale) e di valorizzazione dell'espressività dei siti (definizione di un'immagine notturna armoniosa, attrattiva e identitaria). Mentre le prime due sfere citate sono regolamentate da specifiche normative

tecniche di settore e indicazioni finalizzate ad implementare la sostenibilità degli impianti, il tema dell'espressività del progetto di illuminazione e della valorizzazione dei valori visuali dei siti non trova ad oggi in letteratura approcci metodologici, indicazioni specifiche e linee guida che ne guidino la progettazione.

A fronte di tale lacuna l'obiettivo principale della ricerca è quello di fornire un contributo volto a introdurre l'attenzione alla definizione dell'immagine notturna e ai valori visuali nel più ampio processo di progettazione dell'illuminazione pubblica e architettonica del paesaggio culturale, tenendo in considerazione non solo punti di osservazione interni ai singoli insediamenti, ma piuttosto punti di osservazione esterni ad essi e significativi nell'ottica di valorizzarne l'immagine complessiva.

Appurato che in letteratura non si ritrovano indicazioni e criteri atti ad indirizzare in tal senso la progettazione, è stata messa a punto una metodologia finalizzata alla valutazione dei valori visuali dell'immagine notturna del paesaggio culturale e alla definizione di indicatori per il progetto. La metodologia proposta si basa sulla valutazione congiunta di dati provenienti da un'analisi della percezione soggettiva e dalla misurazione di dati fotometrici oggettivi, rappresentativi della condizione di illuminazione.

Ai fini di testare l'applicabilità dell'approccio proposto, la metodologia è stata applicata nell'ambito della ricerca a un caso studio nazionale costituito da una serie di Comuni ubicati nel sito UNESCO "Paesaggi vitivinicoli del Piemonte: Langhe-Roero e Monferrato".

I risultati, ottenuti dall'elaborazione dei dati raccolti attraverso un approccio statistico, consistono in prime indicazioni, circoscritte al caso studio, che mettono in relazione i giudizi soggettivi con parametri oggettivi misurati.

Al di là dei risultati specifici ottenuti, si ritiene che, in futuro, l'applicazione a un numero significativo di contesti differenti della metodologia proposta possa consentire di pervenire alla definizione di indicatori, applicabili nei processi di progettazione e finalizzati ad introdurre anche l'attenzione ai valori visuali tra i criteri di indirizzo per il progetto.

La ricerca pone quindi le basi per la definizione di specifiche indicazioni nell'ottica di un approccio olistico alla progettazione, fornendo un contributo metodologico e uno strumento operativo.

Ulteriori sviluppi del lavoro potranno consentire di pervenire a soluzioni volte al ripensamento dell'illuminazione pubblica degli insediamenti urbani con valore di patrimonio culturale al fine di promuovere sia le politiche di risparmio energetico (sostenibilità economica e ambientale) sia la valorizzazione di luoghi e paesaggi (sostenibilità culturale).

Ringraziamenti

Al termine di questo percorso di dottorato sono molte le persone a cui devo un ringraziamento per avermi accompagnato nel corso di questi anni.

Grazie alla prof.ssa Anna Pellegrino, per il fondamentale supporto, per avermi guidata con disponibilità costante, trasmettendomi l'importanza del rigore scientifico, offrendomi continue occasioni di crescita e insegnandomi ad essere sempre curiosa.

Grazie alla prof.ssa Chiara Aghemo, per essere stata negli anni instancabile guida, avermi trasmesso passione ed entusiasmo ed essere per me un grande esempio professionale e personale.

Un sentito ringraziamento al prof. Franco Pellerey, per la costante disponibilità e la consulenza fornita nell'ambito dello sviluppo delle analisi statistiche.

Un ringraziamento all'Amministrazione del Comune di Govone, in particolare all'arch. Luca Malvicino, per la disponibilità e l'interesse dimostrato verso questo lavoro e per il materiale e la documentazione fornita.

Un particolare ringraziamento al LAMSA, Laboratorio di Analisi e Modellazione dei Sistemi Ambientali, del Politecnico di Torino per il supporto tecnico e per la strumentazione fornita. Grazie per avermi accolta nella vostra squadra e nei vostri progetti: ogni momento è stato per me occasione per crescere e imparare. In particolare, il mio ringraziamento più sentito all'arch. Gabriele Piccablotto, per la costante disponibilità a condividere con me consigli e suggerimenti, e all'arch. Rossella Taraglio, che negli anni è stata per me guida competente, instancabile supporto e cara amica.

Non nomino singolarmente, ma ringrazio uno a uno, professori, dottorandi e ricercatori con cui ho avuto in questi anni occasione di collaborare e in particolare il gruppo TEBE del Dipartimento di Energia del Politecnico di Torino: da ciascuno di voi ho imparato qualcosa e tutti avete lasciato un segno nel mio percorso.

Infine, grazie alla mia famiglia, a chi c'è da sempre e a chi è entrato a farne parte nel tempo, per essere il mio punto fermo e il mio porto sicuro e per avermi seguita e consigliata con pazienza e amore.

Grazie ad Argun, compagno di avventure e mia forza, per avermi accompagnata e supportata sempre, con entusiasmo contagioso e pazienza infinita.

Ai miei genitori.

Indice

Indice	2
Introduzione	5
CAPITOLO I - Stato dell'arte	10
I.1 Il paesaggio culturale	11
I.1.1 L'affermazione del paesaggio nel dibattito storico internazionale e nazionale	12
I.1.2 L'attuale dibattito: definizioni e indicazioni nei documenti internazionali e nazionali.....	14
I.1.3 Politiche di tutela e valorizzazione all'immagine (diurna) del paesaggio	18
I.1.4 Strumenti per la tutela dei valori visuali del paesaggio	19
I.1.5 Iniziative per la valorizzazione dell'immagine del paesaggio attraverso nuove forme di fruizione	23
I.1.6 Conclusioni.....	26
I.2 L'illuminazione urbana	28
I.2.1 Luce e città: dalle origini al dibattito contemporaneo.....	29
I.2.2 L'illuminazione urbana: l'approccio "convenzionale"	30
I.2.3 Vincoli normativi e legislativi.....	33
I.2.4 Verso un approccio olistico all'illuminazione	41
I.2.5 Strumenti per la pianificazione dell'illuminazione	44
I.2.6. Conclusioni.....	54
I.3 Il paesaggio notturno.....	56
I.3.1. L'immagine notturna del paesaggio culturale: stato di fatto.....	57
I.3.2. Potenzialità dello studio dell'immagine notturna del paesaggio culturale....	65
I.3.3. Contesti paesaggistici particolarmente idonei alla valorizzazione dell'immagine notturna.....	66
I.3.4. Conclusioni.....	70
I.4 L'innovazione tecnologica	72
I.4.1 Verso il rinnovamento dei sistemi di illuminazione pubblica.....	73
I.4.2 Nuove tecnologie: sorgenti, apparecchi e sistemi di controllo.....	75
I.4.3 Implicazioni e conseguenze delle trasformazioni in atto	80
I.4.4 Conclusioni.....	82

CAPITOLO II - Proposta per una metodologia di valutazione dell'immagine notturna del paesaggio culturale	84
II.1 Introduzione	85
II.2 Definizione e articolazione della metodologia di valutazione dell'immagine notturna	86
II.3 Fase 1. Analisi territoriale multidisciplinare	88
II.3 Fase 2. Valutazione soggettiva	90
II.3.1 Teorie sulla qualità visiva del paesaggio e sulle preferenze paesaggistiche e metodi per misurare e mappare la bellezza paesaggistica	90
II.3.2 Definizione di criteri per la valutazione dell'immagine notturna	95
II.3.3 Definizione del questionario di valutazione soggettiva	96
II.3.4 Analisi statistica delle risposte	100
II.4 Fase 3. Valutazione oggettiva	102
II.4.1 Acquisizione ed elaborazione di misure fotometriche	102
II.5 Valutazione congiunta dei dati soggettivi e oggettivi	103
II.6. Conclusioni	103
CAPITOLO III - Caso studio	105
III.1 Introduzione	106
III.2 Individuazione del caso studio	106
III.2.1 Criteri per l'individuazione del caso studio	106
III.2.2 Il sito UNESCO "Paesaggi vitivinicoli del Piemonte: Langhe-Roero e Monferrato"	107
III.2.3 Selezione dell'area specifica adottata come caso studio	112
III.3 Applicazione della metodologia al caso studio	114
III.3.1 Fase 1. Analisi territoriale multidisciplinare	114
III.3.2 Fase 2. Analisi soggettiva	164
III.3.3 Fase 3. Analisi oggettiva	175
III.4 Conclusioni	185
CAPITOLO IV - Risultati	187
IV.1 Introduzione	188
IV.2 Risultati dell'analisi soggettiva	189
IV.2.1 Analisi delle risposte	189
IV.2.2 Analisi statistiche	195
IV.3 Risultati dell'analisi oggettiva	211

IV.3.1 Elaborazioni sulle mappature di luminanza	211
IV.3.2 Risultati delle elaborazioni per punti di vista	216
IV.3.3 Sintesi e comparazione dei dati dell'analisi oggettiva	262
IV.4 Comparazione dei risultati delle analisi soggettiva e oggettiva	263
IV.4.1 Correlazioni tra dati soggettivi e oggettivi	264
IV.5 Discussione sui risultati.....	268
IV.6 Conclusioni.....	270
Conclusioni e prospettive future della ricerca	272
Conclusioni.....	273
Prospettive future della ricerca	279
Bibliografia.....	280
 APPENDICE A.....	 I

Introduzione

La comunità scientifica negli ultimi decenni ha attribuito crescente attenzione al tema ampio della tutela del paesaggio culturale, inteso come sistema inclusivo di beni culturali nel contesto in cui essi sorgono, generato dall'opera congiunta di uomo e natura. Il riconoscimento del ruolo centrale e identitario del paesaggio ha reso necessaria una revisione dei processi di tutela e valorizzazione al fine di ampliare il contesto territoriale di riferimento e coinvolgere le molteplici componenti in un sistema complesso ma unico. All'assunzione di una dimensione più inclusiva del concetto di patrimonio è conseguito lo sviluppo di innovative dinamiche di ricerca, che hanno determinato, tra i vari aspetti coinvolti, una crescente attenzione al tema della valorizzazione dell'immagine percepita dei siti e degli aspetti scenico-percettivi del paesaggio. Tali attenzioni si sono concretizzate in azioni volte alla valorizzazione delle reti di connessione paesaggistica e dei valori visuali e alla riscoperta del paesaggio e del patrimonio diffuso attraverso punti di vista privilegiati, percorsi panoramici, itinerari culturali, ecc. Le politiche e le iniziative promosse sono state tuttavia limitate alla visione diurna non includendo, nella maggior parte dei casi, nelle azioni di valorizzazione territoriale indicazioni sulla definizione della corrispondente immagine notturna. Tradizionalmente inoltre la ricerca relativa alla progettazione dei sistemi di illuminazione pubblica è stata prevalentemente concentrata, per condivisibili ragioni ed esigenze pratiche, all'ambito urbano e all'approccio al progetto di illuminazione entro i confini delle città. Questi aspetti hanno determinato, nella maggior parte dei casi, una carenza di attenzione verso il concetto di immagine notturna del paesaggio culturale e verso la sua definizione e progettazione. Le logiche che guidano gli interventi in tali contesti territoriali sono infatti spesso rivolte esclusivamente all'adempimento di esigenze funzionali e/o di valorizzazione di singoli elementi, trascurando di considerare il risultato complessivo percepito del *sistema paesaggio*.

Le contemporanee abitudini sociali tuttavia prevedono una fruizione del territorio che interessa non solo i maggiori centri urbani ma anche il più ampio contesto paesaggistico, occupando molto più che in passato anche le ore notturne. Tali premesse rendono evidente l'attuale necessità di promuovere ricerche finalizzate ad innescare il dibattito anche sul tema dell'immagine notturna del paesaggio culturale e del patrimonio diffuso a scala territoriale, promuovendo approcci volti a garantire la sicurezza e la fruibilità degli spazi e finalizzati anche alla valorizzazione del patrimonio e del suo contesto.

Parallelamente, la ricerca in campo illuminotecnico è rivolta allo sviluppo e all'introduzione, anche nell'ambito dell'illuminazione pubblica, di strategie rivolte alle tematiche di sostenibilità economica ed ambientale, perseguendo obiettivi legati al contenimento dei costi connessi all'illuminazione, alla riduzione dei consumi energetici e delle emissioni e al contenimento dell'inquinamento luminoso. Le politiche di intervento in corso per la progettazione ex-novo o il rinnovamento degli impianti di illuminazione pubblica riguardano sia i maggiori centri urbani che gli insediamenti minori diffusi sul territorio e spesso si fondano su esigenze di carattere sostanzialmente economico-ambientale, grazie alle potenzialità offerte dalle innovazioni tecnologiche.

INTRODUZIONE

Tuttavia, tali interventi implicano molteplici conseguenze, tra cui anche possibili alterazioni dell'immagine notturna dei singoli beni o del paesaggio nel suo insieme, e andrebbero pertanto governati secondo un approccio olistico, in grado di coniugare esigenze funzionali, di sostenibilità e di valorizzazione del paesaggio culturale a scala territoriale.

Pertanto, riconoscendo all'illuminazione non solo un ruolo funzionale, volto al raggiungimento dei requisiti imposti da normativa e al raggiungimento di performance sempre più sostenibili dal punto di vista energetico e ambientale, ma anche di strumento complementare al progetto di valorizzazione del paesaggio culturale, in grado di *mettere in luce* i caratteri storico-culturali del patrimonio, il presente lavoro di ricerca tenta in prima battuta di rispondere a una serie di interrogativi:

- Considerata l'attuale attenzione promossa dalla comunità scientifica nazionale e internazionale nei confronti del patrimonio in termini ampi di paesaggio culturale, quali sono le direzioni intraprese dalle politiche di tutela e valorizzazione? Si riscontra la presenza di iniziative finalizzate alla valorizzazione notturna di tali contesti?
- Qual è lo stato attuale della ricerca in relazione al tema dell'immagine notturna dei contesti urbani e secondo quali modalità e indicazioni viene gestito il progetto di illuminazione? Concentrando l'attenzione su contesti di paesaggio culturale e patrimonio diffuso a scala territoriale, secondo quali criteri viene affrontato e indirizzato il progetto di illuminazione?
- Quale influenza e quali ricadute hanno o potrebbero avere l'innovazione tecnologica e le trasformazioni che interessano il settore dell'illuminotecnica, ad esempio in merito agli interventi di retrofit sugli impianti di illuminazione pubblica, sul sistema paesaggio?
- È possibile definire una metodologia di intervento che, nell'ambito di un approccio olistico, tenga conto anche del carattere visivo come criterio di progettazione dell'immagine del paesaggio notturno? Quali tipologie di contesti sarebbero particolarmente idonei ad un ragionamento in tale direzione?
- È possibile contemperare le esigenze di valorizzazione del paesaggio con tematiche di sostenibilità economica e ambientale, promuovendo il risparmio energetico e il contenimento dell'inquinamento luminoso?

A fronte di tali interrogativi, l'obiettivo principale della presente ricerca è quello di fornire un contributo volto a introdurre l'attenzione alla definizione dell'immagine notturna e ai valori visuali nel più ampio processo di progettazione dell'illuminazione pubblica e architettonica del paesaggio culturale, tenendo in considerazione non solo punti di osservazione interni ai singoli insediamenti, ma piuttosto punti di osservazione esterni ad essi e significativi nell'ottica di valorizzare l'immagine complessiva del sistema paesaggistico.

Considerando che in letteratura non si ritrovano indicazioni e criteri atti ad indirizzare in tal senso la progettazione, è stata messa a punto una metodologia finalizzata alla valutazione dei valori visuali dell'immagine notturna del paesaggio culturale e alla definizione di indicatori per il progetto.

La metodologia proposta si basa sulla valutazione congiunta di dati provenienti da un'analisi della percezione soggettiva e dalla misurazione di dati fotometrici oggettivi, rappresentativi della condizione di illuminazione. L'applicazione della metodologia a una serie di casi studio può consentire di pervenire alla definizione di indicatori, applicabili nei processi di progettazione e finalizzati ad introdurre anche l'attenzione ai valori visuali tra i criteri di indirizzo per il progetto.

L'obiettivo della ricerca è pertanto quello di fornire un contributo e uno strumento metodologico nell'ottica di un approccio olistico alla progettazione, che consenta di ripensare l'illuminazione pubblica degli insediamenti urbani con valore di patrimonio culturale al fine di garantire la sicurezza (illuminazione funzionale) e promuovere le politiche di sostenibilità economica e ambientale (risparmio energetico e controllo dell'inquinamento luminoso) e culturale (valorizzazione di luoghi e paesaggi).

In quest'ottica il lavoro è stato organizzato e suddiviso in sezioni:

- **Stato dell'arte (capitolo I)**

La prima parte è stata dedicata ad un approfondimento sull'attuale dibattito, sia a livello nazionale che internazionale, inerente la definizione inclusiva di paesaggio culturale, prendendo in esame diverse teorie e indagando le più recenti indicazioni fornite dalla ricerca in tema di valorizzazione paesaggistica.

Nella seconda parte l'attenzione è stata concentrata al tema dell'illuminazione urbana, ripercorrendo gli approcci che hanno guidato il progetto fino ad esaminare le indicazioni attuali e i vincoli normativi esistenti.

La terza parte è stata dedicata a definire una panoramica sull'attuale immagine notturna del paesaggio culturale, che è stata indagata mediante un'analisi conoscitiva svolta sulla base della valutazione critica di una serie di contesti territoriali caratterizzati da forti connotazioni paesaggistiche e dalla presenza di insediamenti e/o beni di interesse storico-artistico-architettonico diffusi sul territorio.

Infine, l'innovazione tecnologica che interessa l'ambito illuminotecnico è stata presa in esame, in particolare ai fini di mettere in evidenza potenzialità e conseguenze dei cambiamenti in atto.

- **Proposta per una metodologia di valutazione dell'immagine notturna del paesaggio culturale (capitolo II)**

Alla luce di quanto emerso dallo stato dell'arte è stata definita una metodologia finalizzata ad introdurre l'attenzione ai valori visuali come criterio di progettazione dell'illuminazione di contesti di paesaggio culturale e patrimonio diffuso.

La metodologia sviluppata prevede l'analisi della percezione soggettiva e di dati oggettivi, la loro valutazione congiunta al fine di ricavare indicazioni da applicare al

INTRODUZIONE

processo di progettazione, in termini di valorizzazione dell'immagine notturna e dei valori visuali del sito.

In particolare, la metodologia definita si sviluppa secondo tre fasi: (i) analisi territoriale, per un'approfondita conoscenza del caso studio; (ii) analisi soggettiva, per valutare e quantificare la percezione soggettiva (carattere visivo) dell'immagine notturna dei siti; (iii) analisi oggettiva, per l'acquisizione e l'elaborazione di dati quantitativi indicativi della condizione di illuminazione. L'elaborazione congiunta dei dati permette di valutare la percezione soggettiva e mettere in relazione i giudizi emersi con dati oggettivi, per pervenire ad indicatori progettuali.

▪ **Applicazione al caso studio (capitolo III)**

La metodologia di valutazione definita è stata applicata, al fine di verificarne l'applicabilità e acquisire primi dati, ad un caso studio nazionale costituito da una serie di Comuni ubicati nel sito UNESCO "Paesaggi vitivinicoli del Piemonte: Langhe-Roero e Monferrato". In particolare, sono stati presi in esame sei Comuni, con caratteristiche morfologiche simili e ubicati in un'area circoscritta del caso studio, in cui è stata applicata la metodologia proposta. A seguito dell'analisi territoriale, che ha permesso di acquisire una conoscenza approfondita del caso studio, sono stati individuati punti di osservazione significativi esterni ai singoli insediamenti, da cui è stata analizzata la percezione soggettiva dell'immagine notturna (attraverso la somministrazione di un questionario di valutazione) e sono stati acquisiti dati oggettivi (misurazioni fotometriche) della condizione di illuminazione.

▪ **Risultati (capitolo IV)**

I dati acquisiti nella fase di applicazione dell'approccio metodologico al caso studio sono stati sottoposti a successive elaborazioni.

In particolare, i dati emersi dai questionari di valutazione della percezione soggettiva sono stati sottoposti ad analisi statistiche per esaminare e confrontare le risposte e individuare fattori latenti esplicativi delle valutazioni soggettive.

I dati fotometrici (mappature di luminanza) sono stati elaborati al fine di estrarre valori caratteristici di luminanza, definire gerarchie, valutarne la distribuzione e calcolare contrasti all'interno della scena analizzata.

Infine, i risultati dell'analisi soggettiva (fattori esplicativi delle valutazioni soggettive) e oggettiva (dati fotometrici) sono stati messi in relazione per identificare correlazioni tra giudizi soggettivi e specifiche condizioni di luminanza. I risultati ottenuti consistono in prime indicazioni limitate dall'applicazione della metodologia a un unico caso studio. Le indicazioni emerse sono finalizzate a fornire un contributo nell'ambito di processi di progettazione dell'immagine notturna in un'ottica di valorizzazione degli aspetti percettivi dei valori visuali.

Al di là dei risultati specifici ottenuti, si ritiene che, in futuro, l'applicazione a un numero significativo di contesti differenti della metodologia proposta possa consentire di definire

parametri e indicatori generali, che consentano di introdurre anche il carattere visivo come criterio di progettazione dell'immagine del paesaggio notturno.

Un nuovo approccio secondo tali premesse permetterebbe di dare risposta alle attuali necessità, promuovendo studi multidisciplinari in grado di affrontare e integrare le esigenze di sostenibilità economica e ambientale degli interventi, alla valorizzazione di luoghi e paesaggi in un'ottica di sostenibilità culturale.

L'approccio metodologico presentato nella tesi e parte dei risultati ottenuti sono già stati parzialmente oggetto di pubblicazione, non nella forma della presente trattazione, in (Valetti, et al., 2018), (Valetti & Pellegrino, 2019), (Valetti, et al., 2019).

CAPITOLO I

Stato dell'arte

I.1 Il paesaggio culturale

Negli ultimi decenni il tema del patrimonio culturale e delle pratiche di tutela e valorizzazione ad esso associate ha incontrato interesse crescente nella cultura contemporanea, includendo nel dibattito numerosi settori disciplinari. Il concetto stesso di patrimonio nel tempo si è trasformato e stratificato, ampliando i propri confini e pervenendo ad una più complessa articolazione: progressivamente si è passati dal concetto di *bene culturale*, nell'accezione di oggetto singolo portatore di valore storico-artistico, al *paesaggio culturale*, inteso come sistema inclusivo di beni culturali nel contesto in cui essi sorgono, generato dall'opera congiunta di uomo e natura ed elemento in cui la società si identifica, ritrovandovi una fonte di conoscenza e benessere. L'assunzione di una dimensione più inclusiva del concetto di patrimonio ha reso necessaria una revisione del processo stesso di tutela e valorizzazione, ampliando il contesto territoriale di riferimento, includendo le molteplici componenti in un sistema complesso ma unico e innescando nuove dinamiche di ricerca.

In questa prima sezione sono state ripercorse sinteticamente le premesse, sia a livello nazionale che internazionale, all'attuale dibattito che si concentra sulla definizione inclusiva di paesaggio culturale, soggetto delle pratiche di tutela e valorizzazione (**paragrafo 1**). Sono quindi state prese in esame le attuali concezioni e definizioni di paesaggio, universalmente riconosciute dalle indicazioni UNESCO e di cui si occupano la Convenzione europea del paesaggio e, a livello nazionale, le normative di tutela contenute all'interno del Codice dei beni culturali e del paesaggio (**paragrafo 2**). In particolare, è stato messo in evidenza come attualmente la ricerca sia rivolta alla proposta di innovative pratiche di valorizzazione attiva, con un rinnovato interesse allo studio delle componenti percettive, delle reti di connessione paesaggistica, dei valori visuali e degli aspetti scenico-percettivi del paesaggio (**paragrafo 3**). Tali prospettive di ricerca hanno trovato concretizzazione in strumenti di pianificazione locale e linee guida alla progettazione (**paragrafo 4**), nonché in iniziative che sempre più promuovono la riscoperta del patrimonio culturale diffuso e nuove forme di turismo e fruizione del territorio (**paragrafo 5**). Si può quindi affermare che attualmente si registra una crescente attenzione ai temi legati alla valorizzazione paesaggistica, anche in forma di attenzione ai valori scenici e percettivi, ma che le attuali indicazioni si rivolgono unicamente all'immagine diurna dei siti (**paragrafo 6**).

I.1.1 L'affermazione del paesaggio nel dibattito storico internazionale e nazionale

I concetti di *patrimonio*, *bene culturale*, *paesaggio* hanno subito nel corso del tempo un'evoluzione e una stratificazione di definizioni, pervenendo via via ad una più complessa articolazione (Vecco, 2010) (Giusti & Romeo, 2010) ed includendo nel campo di interesse una pluralità di frammenti, materiali e immateriali, che si articolano in un sistema complesso. L'evoluzione culturale e il dibattito internazionale sono stati caratterizzati da un progressivo ampliamento delle categorie di *beni* sottoposti a tutela e il processo di conservazione e salvaguardia dei beni culturali si è progressivamente affiancato alla tutela del paesaggio.

I primi segni del passaggio a una forma di tutela ampia sono rintracciabili nel dibattito culturale di inizio XX secolo, e si sono concretizzati in una serie di indicazioni e normative espressione della volontà di abbracciare una nuova idea di tutela estesa al paesaggio.

In Italia già le prime leggi di tutela risalenti a inizio Novecento¹ furono espressione del forte legame tra storia e cultura, identificando il paesaggio in quanto *panorama*, a cui veniva attribuito un valore sostanzialmente estetico.

Il passaggio dalla tutela di singoli episodi monumentali ad una maggiore attenzione al contesto paesaggistico emerse a livello internazionale, per la prima volta, nella Carta di Atene del 1931 (Niglio, 2012), nella quale si raccomandò:

“[...] di rispettare, nella costruzione degli edifici, il carattere e la fisionomia della città, specialmente in prossimità di monumenti antichi, per i quali l'ambiente deve essere oggetto di cure particolari. Uguale rispetto si deve avere per talune prospettive particolarmente pittoresche”².

Concetto rimarcato l'anno seguente anche dalla Carta italiana del restauro (Niglio, 2012), in cui si accennò all'idea di ambiente in quanto area di contorno del monumento (Romeo, 2004). Tali leggi e documenti sono espressione del progressivo manifestarsi di un nuovo interesse al tema paesaggio, inteso come contesto di un bene singolo, e della necessità di tutelare non solo il monumento stesso ma anche il contesto al suo intorno. Tuttavia, è opportuno sottolineare che, in questo primo periodo, la concezione di paesaggio era evidentemente ancora parziale e legata unicamente al suo carattere estetico.

L'attenzione alla gestione del contesto paesaggistico trovò maggiore articolazione in Italia con le prime leggi di tutela varate nel 1939³ e rimaste in vigore fino al 1999, laddove con il termine paesaggio non si intendeva indicare la natura incontaminata, piuttosto l'opera congiunta di uomo e natura (Settis, 2010), allargando dunque i confini del cosiddetto “intorno” alle “bellezze individue” e alle “bellezze d'insieme” (Romeo, 2004). In particolare, a livello di gestione, il contributo originale della Legge n.1497 del 1939 fu

¹ Si veda a proposito: Legge 11 giugno 1922, n. 778. “Per la tutela delle bellezze naturali e degli immobili di particolare interesse storico”. Pubblicata in GU n. 148 del 24/06/1922.

² Conferenza Internazionale di Atene, Carta Atene, 1931. Art. 7.

³ Legge n.1497 del 1939 “Norme sulla protezione delle Bellezze Naturali”; Legge n. 1089 del 1939 “Sulla tutela delle cose di interesse artistico o storico”.

quello di aver introdotto il tema della tutela del territorio in una fase di intensa urbanizzazione, introducendo lo strumento (facoltativo) del Piano paesistico, in quanto garanzia di sviluppo controllato, almeno per i territori sottoposti a tutela secondo i dettami della Legge stessa. Le azioni di salvaguardia infatti si limitavano ancora alle porzioni di territorio cui veniva riconosciuto particolare valore estetico o di singolarità geologica. L'interesse verso il territorio, il paesaggio e l'ambiente trovò fertile terreno di riflessione e occasione di affermazione nei decenni successivi, in particolare nel dibattito di metà Novecento incentrato intorno al complesso tema delle ricostruzioni post-belliche e dell'adeguamento infrastrutturale. Il dibattito si tradusse nella stesura della Carta di Venezia (Niglio, 2012), che nel 1964 estese la nozione di monumento alla città e al territorio:

“La nozione di monumento storico comprende tanto la creazione architettonica isolata quanto l'ambiente urbano o paesistico che costituisca la testimonianza di una civiltà particolare, di un'evoluzione significativa o di un avvenimento storico. [...]”⁴.

La questione delle ricostruzioni post-belliche e della crescita incontrollata delle città e delle periferie urbane generò anche a livello nazionale un acceso dibattito, da cui conseguì un sensibile aumento di interesse rispetto ai temi della città, del territorio, del paesaggio. Nacquero le prime associazioni ambientaliste e numerose iniziative culturali di denuncia e finalizzate alla promozione del dibattito incentrato sul tema del paesaggio e dei centri storici. L'urgenza di definire ambiti di tutela chiari portò nel 1967 alla cosiddetta “Legge Ponte”⁵, che attribuì provvisoriamente, a livello nazionale, il potere di controllo sulla tutela del paesaggio alle Soprintendenze.

I presupposti per dar vita ad un effettivo concetto allargato di tutela trovarono concretizzazione nel 1972, con la stipula a Parigi da parte degli Stati membri dell'UNESCO della *Convenzione sulla tutela del patrimonio mondiale culturale e naturale* (UNESCO World Heritage Centre, 1972), che incluse nella nozione di patrimonio culturale non solo i monumenti isolati, ma anche i luoghi in cui i complessi si collocano: vennero definiti e dichiarati beni ambientali i siti e le aree delimitate aventi “*valore universale ed eccezionale dal punto di vista della scienza della conservazione e della bellezza naturale*”. La Convenzione UNESCO del 1972 costituì un importante momento nell'articolato dibattito disciplinare relativo al paesaggio e alle definizioni che ne verranno fornite nei decenni successivi.

Ulteriore conferma del nuovo approccio alla tutela è rintracciabile nella *Dichiarazione di Amsterdam* (Niglio, 2012), siglata nel 1975 in cui si sottolineò:

“Il patrimonio architettonico europeo non è formato soltanto dai nostri monumenti più importanti, ma anche dagli insiemi degli edifici che costituiscono le nostre città e i nostri villaggi tradizionali nel loro ambiente naturale o costruito. Per molto

⁴ Carta di Venezia, 1964. Art. 1.

⁵ Legge n. 765/1967 del 6 agosto 1967. Pubblicata in GU n. 218 del 31/08/1967.

tempo sono stati tutelati e restaurati soltanto i monumenti più importanti, senza tener conto del loro contesto [...]”⁶.

La salvaguardia del territorio entrò così a far parte degli obiettivi principali del processo di pianificazione, da perseguire tramite l’uso congiunto di tecniche e scelte compatibili, attraverso adeguati mezzi legislativi e tecnici (Giusti & Romeo, 2010). Fu sempre più chiaro il passaggio dal concetto di tutela di episodi isolati alla salvaguardia di sistemi paesaggistici più ampi, da gestire attraverso politiche di pianificazione. Questa tendenza portò ad investigare i valori che posso derivare dall’interazione tra paesaggio, patrimonio e cultura (Mascari, et al., 2009) e ad affiancare il processo di conservazione e salvaguardia dei beni culturali alla tutela del paesaggio.

I.1.2 L’attuale dibattito: definizioni e indicazioni nei documenti internazionali e nazionali

Il concetto di *paesaggio culturale* fu ufficialmente introdotto per la prima volta nel 1992 da parte dell’UNESCO nell’ambito della *Convenzione sulla protezione del patrimonio mondiale culturale e naturale* (UNESCO World Heritage Centre, 1992). I *paesaggi culturali* divennero oggetto di studio da parte dell’UNESCO in occasione dell’incontro di La Petite Pierre (Francia) dell’ottobre 1992, in quanto nuova tipologia di siti iscrivibili alla Lista del Patrimonio Mondiale (WHL) (Benente, 2010). Fu in tale occasione il paesaggio culturale ricevette una definizione condivisa in quanto “*l’opera congiunta dell’uomo e della natura*”⁷ e vennero stabilite le indicazioni per l’iscrizione della nuova categoria ai beni della WHL. Il documento redatto venne approvato dal Comitato del Patrimonio Mondiale nel corso della sua 16° sessione svoltasi a Santa Fe (USA) nel 1992 e di conseguenza incluso nelle Linee Guida per l’attuazione della Convenzione (UNESCO World Heritage Centre, 1992).

La categoria dei paesaggi culturali ascrivibili alla WHL dell’UNESCO oggi è descritta nelle Operational Guidelines (UNESCO World Heritage Centre, 2019) in questi termini:

“Cultural landscapes are cultural properties and represent the ‘combined works of nature and of man’ designated in Article 1 of the Convention. They are illustrative of the evolution of human society and settlement over time, under the influence of the physical constraints and/or opportunities presented by their natural environment and of successive social, economic and cultural forces, both external and internal”⁸.

⁶ Congresso di Amsterdam, Dichiarazione Amsterdam, 1975.

⁷ UNESCO, Convenzione sulla protezione del patrimonio mondiale culturale e naturale, 1992. Art. 1.

⁸ (UNESCO World Heritage Centre, 2019, p. 20).

Laddove in particolare è specificato che:

“The term ‘cultural landscape’ embraces a diversity of manifestations of the interaction between humankind and its natural environment”⁹.

I paesaggi culturali, secondo le indicazioni dell'UNESCO, rappresentano quindi una categoria di beni ascrivibili alla Lista del Patrimonio Mondiale e in quanto tali soggetti a valutazione rispetto al loro valore universale eccezionale e rispetto *“alla loro rappresentatività in termini di regione geoculturale e della loro capacità di illustrare gli elementi culturali essenziali e distinti di tale regione”¹⁰.*

L'interesse al tema del paesaggio progressivamente si affermò anche a livello europeo. Nel 1995 l'Agenzia Europea dell'Ambiente (AEA) pubblicò il dossier *“L'ambiente in Europa”*. Nel documento veniva presentata un'attenta analisi della condizione ambientale europea dedicando particolare attenzione al tema del paesaggio e sollecitando il Consiglio d'Europa a elaborare una Convenzione per il paesaggio rurale. Venne così dato avvio ai lunghi lavori per la formulazione del documento noto come Convenzione europea del paesaggio (Council of Europe, 2000), che venne siglato a Firenze nel 2000 e recepito successivamente dagli ordinamenti nazionali. I lavori preparatori della Convenzione costituirono un importante luogo di dibattito, avviando un processo di avvicinamento e condivisione tra i diversi paesi europei nel corso del quale fu necessario cercare un punto di incontro tra le differenti interpretazioni sul paesaggio, espressioni di culture diverse. La Convenzione non è quindi da considerare solo come uno strumento giuridico internazionale, ma anche come il risultato di un progetto europeo condiviso, il cui punto centrale è rappresentato proprio dalla nuova ed ampia concezione di paesaggio. L'apporto innovativo della Convenzione risiede in particolare nell'aver abbandonato una tendenza estetizzante alla tutela, circoscrivibile a paesaggi di eccezionale valore naturale o culturale, definendo il paesaggio in questi termini:

“[...] designa una determinata parte di territorio, così come è percepita dalle popolazioni, il cui carattere deriva dall'azione di fattori naturali e/o umani e dalle loro interrelazioni”¹¹.

Nella definizione si tiene conto del fatto che i paesaggi evolvono nel tempo, per effetto di forze naturali e azione dell'uomo e si sottolinea come il paesaggio formi un tutto, in cui gli elementi naturali e culturali sono da considerarsi simultaneamente. Inoltre, secondo quanto stabilito dalla Convenzione, ogni tipologia di paesaggio è portatrice di significati: le porzioni di particolare valore estetico, come anche i paesaggi della vita quotidiana e quelli degradati: il paesaggio europeo è sempre un paesaggio culturale, in cui forte è la presenza dell'opera dell'uomo (Santopuoli & Sodano, 2014). A

⁹ (UNESCO World Heritage Centre, 2019, p. 83).

¹⁰ UNESCO, Convenzione sulla protezione del patrimonio mondiale culturale e naturale, 1992. Punto 7.

¹¹ Convenzione Europea del paesaggio, Firenze 20 ottobre 2000. Art. 1. Traduzione del testo ufficiale in inglese e francese, predisposta dal Congresso dei Poteri Locali e Regionali del Consiglio d'Europa in collaborazione con il Ministero per i Beni e le Attività Culturali e per i Beni Ambientali e Paesaggistici, in occasione della Conferenza Ministeriale di Apertura alla Firma della Convenzione Europea del paesaggio.

dimostrazione di ciò si può osservare come nella Convenzione del 2000 non vengano utilizzate diciture quali “*paesaggio naturale*” o “*paesaggio culturale*”, presenti e distinte nella Convenzione UNESCO, preferendo piuttosto il più generico termine “paesaggio”, sottolineando in tal modo l’assenza di distinzione tra natura e cultura, essendo già il paesaggio di per sé risultato di un’operazione culturale. È proprio nell’ampia interpretazione di paesaggio fornita dalla Convenzione Europea che risiede la sua sostanziale differenza con il concetto di paesaggio culturale espresso dalle linee guida stilate dall’UNESCO: mentre quest’ultimo si riferisce infatti esclusivamente ai luoghi che posseggono un “*universale valore di eccezionalità*”, la Convenzione europea del paesaggio sottolinea la volontà di abbracciare tutto il territorio che struttura i paesaggi europei, in quanto spazio di azione dell’uomo, meritevole comunque di azioni, non solo di tutela, ma anche di gestione e valorizzazione. La ragione di questa differenza va ricercata nel fatto che sebbene i due documenti siano complementari, hanno vocazioni diverse, che rispecchiano le differenti finalità delle organizzazioni che li hanno elaborati. È importante ancora sottolineare come la Convenzione europea sia finalizzata alla ricerca di un buon equilibrio tra protezione, gestione e pianificazione di un paesaggio, ovvero non tenti di preservare i paesaggi ad un determinato stadio della loro evoluzione, piuttosto si propone di accompagnare i cambiamenti futuri, anche tramite azioni colte al loro arricchimento e alla loro valorizzazione.

Al di là delle peculiarità e differenti finalità dei singoli documenti, risulta in generale sempre più chiaro a livello internazionale l’ampliamento del campo di interesse rispetto ai temi della tutela a valorizzazione del patrimonio, che è rispecchiato dal progressivo passaggio dal concetto di bene culturale, nell’accezione di oggetto singolo portatore di valore storico, a paesaggio culturale (UNESCO, 2003) (UNESCO World Heritage Centre, 2019), inteso come sistema inclusivo di beni culturali nel contesto in cui essi sorgono, generato dall’opera congiunta di uomo e natura ed elemento in cui la società si identifica.

A livello nazionale la consolidata tradizione italiana in materia di tutela a livello giuridico è testimoniata dal fatto che l’Italia è stato il primo Paese al mondo ad aver introdotto il concetto di tutela congiunta del patrimonio storico e artistico e del paesaggio nei principi fondamentali della propria Costituzione. Tra i principi fondamentali infatti, l’articolo 9 recita:

“La Repubblica promuove lo sviluppo della cultura e la ricerca scientifica e tecnica. Tutela il paesaggio e il patrimonio storico e artistico della Nazione”¹².

L’ultima definizione di paesaggio è contenuta nel Codice dei beni culturali e del paesaggio (Presidenza Repubblica Italiana, 2004) approvato nel 2004 ed attualmente riferimento principale per la tutela del patrimonio nazionale. Il Codice si ispira a quanto riportato nell’articolo 9 della Costituzione e rappresenta una sistemazione ordinata e

¹² Costituzione della Repubblica. Art. 9.

aggiornata della normativa italiana in materia di beni culturali, recependo inoltre i principi della Convenzione Europea del Paesaggio, ratificata dall'Italia nel 2006.

L'articolo 2, definendo il patrimonio culturale come insieme dei beni culturali e paesaggistici, riprende esplicitamente il dettato costituzionale:

- “1) Il patrimonio culturale è costituito dai beni culturali e dai beni paesaggistici.
2) Sono beni culturali le cose immobili e mobili che, ai sensi degli articoli 10 e 11, presentano interesse artistico, storico, archeologico, etnoantropologico, archivistico e bibliografico e le altre cose individuate dalla legge o in base alla legge quali testimonianze aventi valore di civiltà.
3) Sono beni paesaggistici gli immobili e le aree indicati all'articolo 134, costituenti espressione dei valori storici, culturali, naturali, morfologici ed estetici del territorio, e gli altri beni individuati dalla legge o in base alla legge”¹³.*

In particolare, ai beni paesaggistici è dedicata tutta la Parte III del Codice, in cui viene fornita una definizione univoca del concetto di paesaggio:

*“Per paesaggio si intende il territorio espressivo di identità, il cui carattere deriva dall'azione di fattori naturali, umani e dalle loro interrelazioni.
Il presente Codice tutela il paesaggio relativamente a quegli aspetti e caratteri che costituiscono rappresentazione materiale e visibile dell'identità nazionale, in quanto espressione di valori culturali”¹⁴.*

Il Codice stabilisce inoltre che la pianificazione paesaggistica sia affidata alle regioni e debba riguardare l'intero territorio regionale, sottolineando l'importanza di perseguire nella pianificazione¹⁵ obiettivi di qualità.

Infine, di particolare rilevanza a livello nazionale in relazione al tema del paesaggio, il Rapporto sullo Stato delle politiche del Paesaggio (MiBAC, 2017), redatto dell'Osservatorio Nazionale per la Qualità del Paesaggio¹⁶. La finalità del Rapporto è stata quella di procedere ad uno sforzo conoscitivo e ricognitivo di ampia portata: con esso infatti, per la prima volta in Italia, si è provveduto ad una ricognizione, il più possibile capillare e sistematica, del quadro estremamente vario e complesso delle politiche per il paesaggio (e dei loro esiti) attuate a vari livelli e da diversi attori (non solo istituzionali), anche indagando i nessi e le connessioni con altre politiche e strategie comunque incidenti sulle trasformazioni del territorio e sui suoi assetti paesaggistici (politiche ambientali, agricole, urbanistico-territoriali, strategia del turismo, politiche della ricerca e dell'educazione, formazione professionale dei tecnici ecc.).

¹³ Codice dei beni culturali e del paesaggio, d.lgs. 22 gennaio 2004, n.42 e successive modifiche. Art. 2.

¹⁴ Codice dei beni culturali e del paesaggio, d.lgs. 22 gennaio 2004, n.42 e successive modifiche. Art. 131.

¹⁵ A tal proposito si rimanda all'articolo 135 del Codice, che in particolare tratta il tema dei Piani paesaggistici, fornendo indirizzi alla pianificazione.

¹⁶ Istituito ai sensi dell'art. 133 del Codice dei beni culturali e del paesaggio (D.Lgs 22 gennaio 2004, n. 42), attivo presso il MiBAC a partire dal 2015.

Dal breve excursus riportato emerge come il tema del paesaggio sia di interesse primario nell'attuale dibattito culturale. In particolare, si evidenzia come l'orientamento a livello internazionale sia indirizzato a principi conservativi e di tutela di solo alcuni paesaggi, cui si attribuiscono valori estetici o culturali eccezionali. A livello europeo si rileva un sostanziale abbandono del concetto estetizzante di paesaggio, stabilendo che tutto il paesaggio è culturale e accogliendo tutti i paesaggi nel sistema di tutela e valorizzazione. A livello nazionale il Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio recepisce parzialmente quanto sancito dalla Convenzione Europea, definendo il paesaggio come frutto delle interrelazioni tra uomo e natura capaci, di caratterizzare parti di territorio (Benente, 2010). In generale, appare evidente come si sia superato il concetto di bene puntuale, pervenendo piuttosto a una visione più ampia di patrimonio, in quanto elemento diffuso sul territorio e di cui occorre considerare sia le singole peculiarità che le relazioni tra le parti.

I.1.3 Politiche di tutela e valorizzazione all'immagine (diurna) del paesaggio

Il paesaggio culturale, come definito oggi, è una risorsa straordinaria, non solo in termini di memoria del passato, ma in quanto portatore di valori culturali, economici e sociali. Al fine di pervenire a una sua efficace gestione e valorizzazione la ricerca è costantemente in attività al fine di promuovere nuove strategie di tutela e valorizzazione, capaci di includere le molteplici componenti in un sistema complesso ma unico. In quest'ottica gli strumenti di pianificazione, gestione e controllo del territorio stanno via via aggiornando i propri ordinamenti, integrando alle politiche tradizionali nuove strategie. Tra esse si ritrova la crescente attenzione all'immagine percepita e agli aspetti scenico-percettivi del paesaggio, che si concretizza nella volontà di intraprendere azioni finalizzate alla valorizzazione delle componenti percettive, delle reti di connessione paesaggistica, dei valori visuali (Cassatella, 2015a). Superato infatti il concetto secondo cui la valenza estetica era considerata elemento soggettivo e quindi irrilevante nelle politiche pubbliche, attualmente si è affermato il ruolo centrale della percezione del paesaggio da parte dell'uomo. Al tema è attribuita una sostanziale importanza nella stessa Convenzione Europa del paesaggio¹⁷, che ha introdotto il tema della percezione da parte delle popolazioni come carattere fondante del paesaggio stesso, e che ha segnato un passo importante ravvivando gli studi rivolti alla conoscenza e alla valorizzazione dei valori scenico-percettivi del paesaggio, sottolineando in particolare l'importanza della loro individuazione non più solo secondo criteri estetici e soggettivi (il paesaggio come scenario di perfezione), ma come risultato della stratificazione temporale di segni legati al valore identitario dei luoghi. Come affermato da Cassatella (Cassatella, 2015b):

¹⁷ Si veda a tal proposito quanto riportato dall'Articolo 1: “*Paesaggio*’ designa una determinata parte di territorio, così come è percepita dalle popolazioni [...]” (Convenzione Europea del paesaggio, Firenze 20 ottobre 2000. Art. 1).

“The perceptual dimension establishes the difference between the concept of landscape and apparently similar concepts such as territory and environment: for a landscape to exist, there must be a subject to perceive said landscape”¹⁸.

La dimensione percettiva è costituita da molteplici componenti che si sommano in un'esperienza olistica, comprendente tutti i sensi. Tuttavia, la dimensione principale, in grado di fornire la maggior parte delle informazioni, è legata alla percezione visiva. Lo studio degli aspetti scenici e degli impatti visivi degli interventi costituisce oggi un fattore fondamentale nell'approccio a un territorio, in quanto elementi che, integrandosi con fattori culturali e ambientali, favoriscono l'espressività di un paesaggio, la riconoscibilità e l'espressione di valori (Cassatella, 2011). L'*immagine* del paesaggio culturale è al centro di studi di diversa natura e si propone come motore in grado di innescare virtuose politiche di valorizzazione, in termini di tutela degli aspetti storici e culturali e con possibili ricadute anche in termini sociali ed economici. Attorno a questo tema è presente un'articolata letteratura, che ha dato vita a numerosi strumenti e metodologie volti allo studio e alla valutazione della percezione visiva dell'immagine diurna paesaggio.

I.1.4 Strumenti per la tutela dei valori visuali del paesaggio

La valutazione e l'analisi della percezione visiva del paesaggio sono oggetto di studio da decenni, tuttavia ad oggi non si è ancora pervenuti ad una consolidata prassi normativa in grado di fornire indicazioni sistematiche e metodologiche condivise a livello internazionale. In altri termini, mentre in letteratura si ritrovano numerose ricerche relative a paradigmi e metodi di valutazione degli aspetti scenici, la connessione tra le ricerche e le concrete pratiche di pianificazione e gestione degli interventi è ancora poco sviluppata, nonostante siano presenti riferimenti ai valori scenici del paesaggio negli ordinamenti legislativi di Europa e USA sin dall'inizio del XX secolo. Questa carenza ha limitato nel tempo le pubbliche amministrazioni nell'intraprendere azioni metodologicamente efficaci finalizzate alla tutela dell'immagine del paesaggio.

Nonostante l'assenza di teorie e metodi condivisi, nelle pratiche di gestione del territorio si possono rintracciare casi specifici in cui la valutazione dell'immagine visiva di un contesto è stata oggetto di studio nell'ambito di pratiche di pianificazione e sviluppo territoriale (Cassatella, 2015b), in relazione a contesti diversi.

Di seguito si riporta una sintesi di casi particolarmente significativi, al fine di fornire una panoramica sugli strumenti e sulle modalità operative vigenti finalizzate alla tutela dell'immagine percepita dai fruitori di contesti di diversa natura.

Misure di gestione e tutela delle caratteristiche visuali nella pianificazione territoriale dei parchi e delle riserve naturali

Negli Stati Uniti l'analisi visivo-percettiva è particolarmente utilizzata nelle politiche di conservazione e governo dei parchi nazionali. La National Environmental Policy Act-NEPA del 1969 è stata una delle prime leggi di protezione ambientale a livello mondiale,

¹⁸ (Cassatella, 2011, p. 105).

nella quale sono stati resi espliciti i valori estetici del paesaggio (*natural beauty, amenity, visual quality*) e sono state date indicazioni alle agenzie federali di condurre ricerche su metodi e procedure indirizzati anche ai caratteri visivi e alle qualità estetiche del paesaggio, su tutto il territorio, non solo sui cosiddetti “bei paesaggi”. Seguendo tale tendenza, il National Park Service si è dotato da anni di uno strumento (il “Scenic Assessment & Management” (Meyer & Sullivan, 2016)) finalizzato alla valutazione e alla gestione degli aspetti scenici dei parchi naturali.

Regolamenti e indicazioni relativi al controllo degli aspetti visivo-percettivi nello sviluppo delle grandi città

Molte città hanno adottato regolamenti specifici per proteggere il proprio skyline o per definirne uno più attrattivo (Cassatella, 2012). A questo proposito si vedano ad esempio per New York i regolamenti per i *Scenic View District*, il *London View Management Framework* (Greater London Authority, 2012) per la città di Londra e gli allegati al piano urbanistico di Parigi, che regolamentano le altezze consentite sulla base di coni di protezione delle visuali.

Raccomandazioni a livello internazionale relative alla tutela dei centri storici culturali

L'UNESCO nel 2005 (UNESCO, 2005) si è espresso circa la necessità di tutelare i centri storici, specificando che è opportuno inserire l'architettura contemporanea in modo adeguato nel contesto del paesaggio storico-urbano. A tal fine ha raccomandato l'applicazione degli strumenti di impatto visuale, oltre a quelli storico-culturali, nell'ambito della progettazione di insediamenti moderni in contesti di centri storici (riferendosi specificatamente a quelli inseriti nella Lista del Patrimonio Mondiale). Altresì ha invitato ad applicare le analisi di impatto visuale nei contesti più a rischio, quali sono i centri storici, il cui riconoscimento come patrimonio dell'umanità è fortemente legato allo skyline e quindi alla componente culturale ed estetico-formale.

L'UNESCO ha inoltre rilasciato nel 2011 le *Recommendation on the Historic Urban Landscape* (UNESCO, 2011), proprio con la finalità di fornire elementi guida ad amministratori e operatori di tutte le città storiche per un corretto approccio alla gestione dello spazio urbano, anche dal punto di vista scenico-percettivo.

Raccomandazioni a tutela del carattere visivo del paesaggio con particolare riferimento ai beni culturali e paesaggistici

Uno dei riferimenti principali in tal senso è costituito dall'English Heritage, che propone metodi di valutazione del carattere del paesaggio (“Landscape Character Assessment” (Swanwick & Land Use Consultants, 2002), (Tudor & Natural England, 2014)) e specifici per il carattere del paesaggio storico (“Historic Landscape Character Assessment” (English Heritage, 2004)). In particolare, il provvedimento “Seeing The History In The View” (English Heritage, 2012) è dedicato specificatamente alla valutazione degli aspetti scenici. Il documento fornisce un metodo per valutare il significato del patrimonio

all'interno di particolari visuali (Figura I.1, Figura I.2) ed è finalizzato a fornire un approccio coerente per valutare eventuali trasformazioni, in un'ottica di tutela delle visuali preferenziali di osservazione del paesaggio.

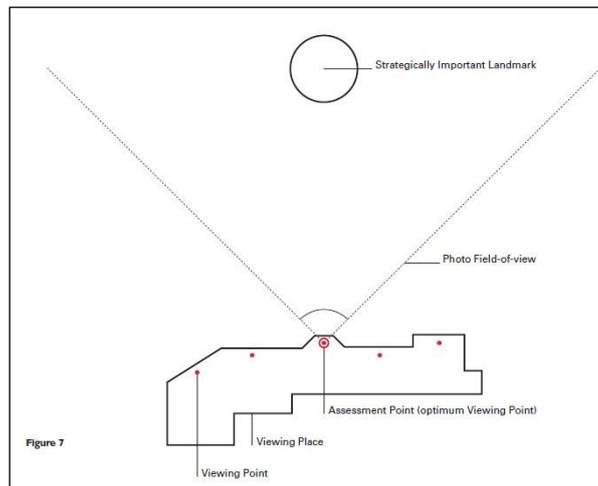


Figura I.1 - Esempio di diagramma che illustra come definire il *viewing place*, l'*assessment point* e il *viewing point* e come questi si relazionano tra loro. Fonte: (English Heritage, 2012, p. 31).

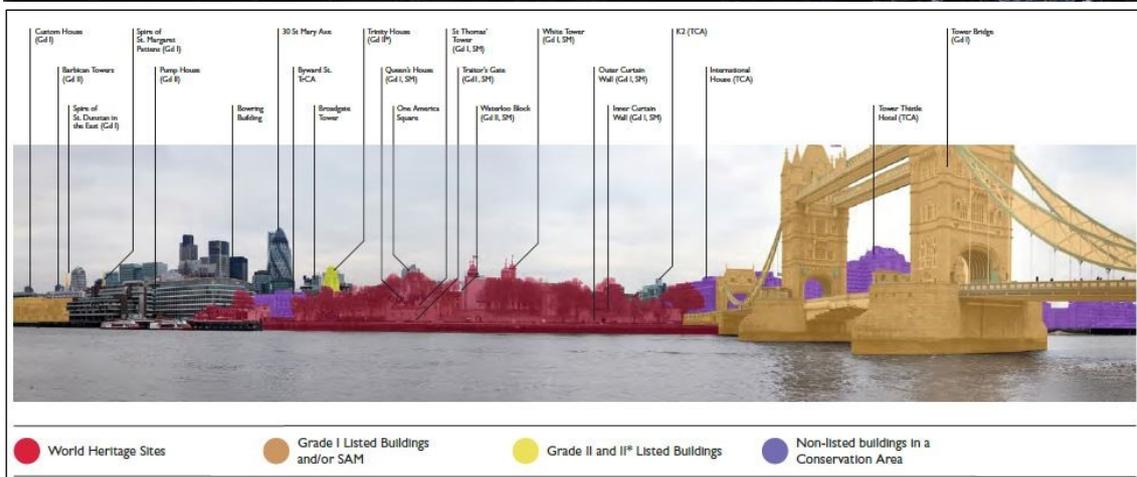


Figura I.2 - Esempio di applicazione delle linee guida fornite dall'English Heritage per la valutazione del significato del patrimonio all'interno di visuali: immagine diurna e notturna di una visuale significativa acquisita da un *assessment point* e identificazione delle componenti significative nella vista. Fonte: (English Heritage, 2012, pp. 45, 47, 49).

Indicazioni nazionali definite a livello regionale

A livello nazionale in Italia non esistono linee guida relative tutela degli aspetti scenico percettivi, pertanto le singole regioni hanno operato indipendentemente nella redazione dei rispettivi Piani Paesaggistici. In alcuni di essi si riscontra la presenza di indicazioni relative alla protezione e valorizzazione di coni visivi, percorsi panoramici, punti di belvedere, ecc.

Di particolare interesse l’approccio della Regione Toscana (Regione Toscana, 2018) che pone l’attenzione sull’*“intervisibilità ponderata delle reti di fruizione paesaggistica”*, definendo un modello di valutazione della visibilità basato sull’individuazione preliminare delle reti di fruizione delle qualità visive del paesaggio locale, classificate a seconda di specifici modi d’uso.

Altro riferimento utile è il Piano Paesaggistico della Regione Piemonte (Regione Piemonte, 2009), che si sviluppa su quattro principali assi tematici, tra cui quello percettivo-identitario. In riferimento a quest’ultimo vengono identificate e mappate le componenti percettivo identitarie (belvedere, bellezze panoramiche, siti di valore scenico ed estetico; relazioni visive tra insediamento e contesto; aree rurali di specifico interesse paesaggistico). Inoltre, con riferimento particolare alle componenti percettive, sono state predisposte le *“Linee guida per l’analisi, la tutela e la valorizzazione degli aspetti scenico-percettivi del paesaggio”* (Cassatella, 2014), che suggeriscono la metodologia da adottare per leggere e gestire gli interventi dal punto di vista scenico-percettivo (Figura I.3, Figura I.4).

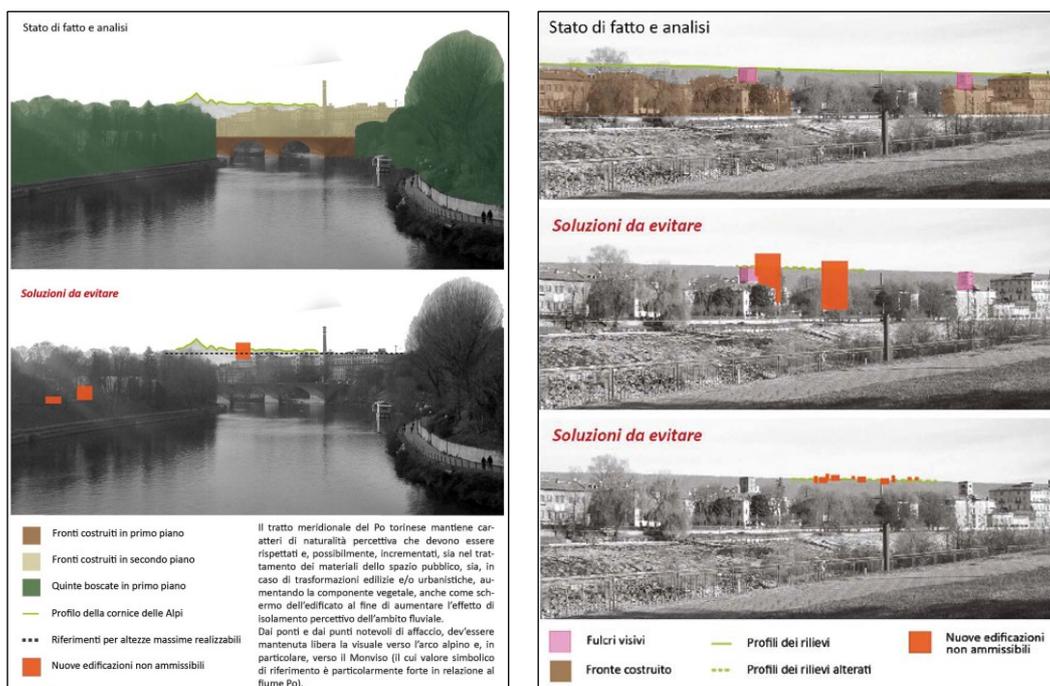


Figura I.3 - a) Torino. Sponde fluviali del Po, vista dal Ponte Isabella. Viste focali su elementi strutturanti il paesaggio. b) Indirizzi per la tutela di profili paesaggistici: nell’esempio, la Serra di Ivrea vista dalle sponde della Dora. (Cassatella, 2014).

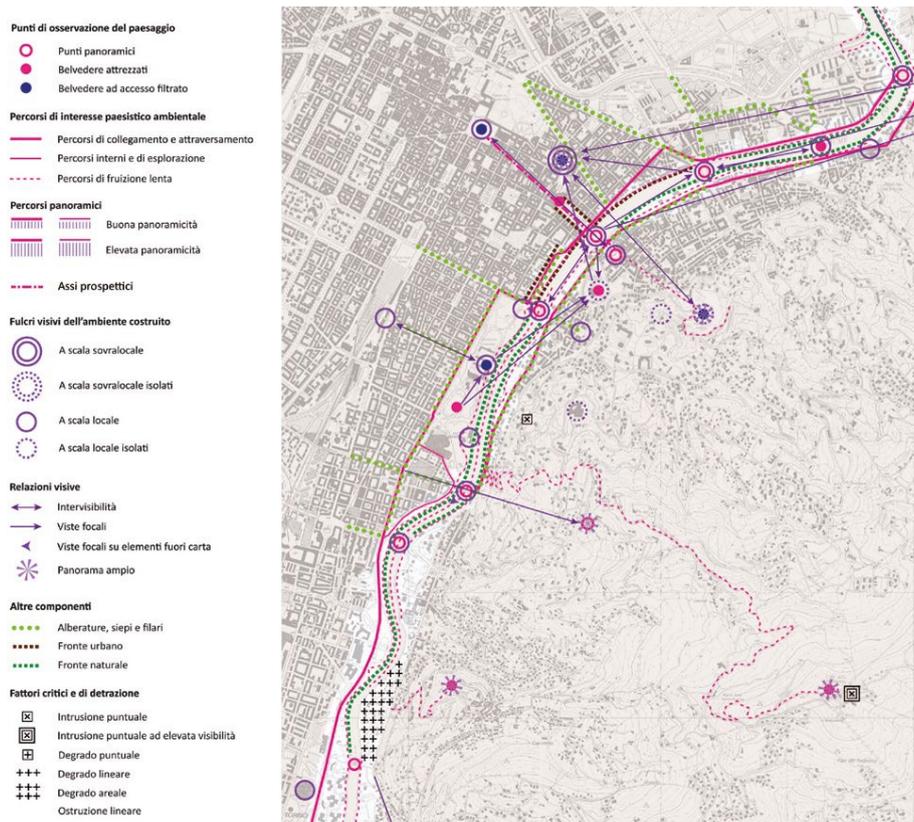


Figura I.4 - Esempio di carta di analisi dei caratteri scenici. Sponde del Po a Torino. (Cassatella, 2014).

Dal breve excursus riportato emerge una generale attenzione nei confronti dello studio dell'immagine del paesaggio culturale, in relazione alla valutazione delle componenti scenico-percettive, e una diffusa attenzione rispetto a tematiche di tutela e valorizzazione di visuali e punti e percorsi panoramici. Storicamente queste hanno interessato originariamente contesti naturali, per poi aprirsi alla tutela delle visuali in ambiente urbano e ponendo attenzione alla definizione dello skyline di grandi città. Le raccomandazioni UNESCO a tutela dei centri storici e le recenti indicazioni della Convenzione europea aprono alla tutela degli aspetti scenico-percettivi in termini più ampi, considerando ovvero sistemi paesaggistici complessi in cui molteplici elementi si relazionano vicendevolmente.

I.1.5 Iniziative per la valorizzazione dell'immagine del paesaggio attraverso nuove forme di fruizione

Ulteriore traccia nel nuovo corso europeo finalizzato alla valorizzazione del paesaggio è rintracciabile in numerose iniziative che promuovono la riscoperta dei centri storici, del patrimonio culturale diffuso e nuove forme di turismo e fruizione del territorio¹⁹.

¹⁹ Si veda ad esempio la mostra promossa dalla Fondazione Triennale di Milano "Il Bel Paese. 1 progetto per 22.621 centri storici" a cura di Benno Albrecht e Anna Magrin (2017), rivolta a proporre una riflessione in Italia su borghi e centri storici, in termini di patrimonio da riscoprire e valorizzare. (Albrecht & Magrin, 2017)

CAPITOLO I

A livello europeo il 2018 è stato eletto Anno Europeo del Patrimonio culturale²⁰, al fine di celebrare la bellezza e la ricchezza del patrimonio culturale d'Europa e di valorizzare il suo contributo alla società e collettività. In linea con questa tendenza in Italia il Ministero per i beni e le attività culturali (MiBAC) ha portato avanti numerose iniziative di sensibilizzazione e promozione del patrimonio nazionale, con particolare attenzione alle tematiche paesaggistiche. Il 2016 è stato nominato “Anno nazionale dei cammini”²¹, il 2017 “Anno nazionale dei borghi”²² e il 2019 “Anno del turismo lento”. Tali iniziative sono state volte alla riscoperta del territorio nazionale e al rilancio dei luoghi meno conosciuti in chiave sostenibile. Come affermato dal Ministro Franceschini in occasione della presentazione del 2019 “anno del turismo lento”:

“Il 2019 Anno del turismo lento sarà un ulteriore modo per valorizzare i territori italiani meno conosciuti dal turismo internazionale e rilanciarli in chiave sostenibile favorendo esperienze di viaggio innovative, dai treni storici ad alta panoramicità, agli itinerari culturali, ai cammini, alle ciclovie, ai viaggi a cavallo. Investire sul turismo sostenibile è una strategia di sviluppo che ha come fine la tutela e la riproposizione innovativa di luoghi, memorie, conoscenze e artigianalità che fanno del nostro Paese un luogo unico: un circuito di bellezza straordinariamente diffuso lungo tutto il suo territorio fisico, e lungo un arco di secoli di civiltà. Una strategia fondamentale per governare la crescita dei flussi turistici che ci attendiamo per i prossimi anni”²³.

Oltre a sensibilizzare l'opinione pubblica verso una fruizione ampia del territorio nazionale e alla riscoperta di itinerari e luoghi meno noti del patrimonio locale, tali iniziative hanno reso possibile la realizzazione di strumenti liberamente fruibili volti alla conoscenza e alla fruizione del territorio (si vedano ad esempio i portali tematici dedicati “Borghi viaggio italiano”²⁴ e “Atlante dei cammini d'Italia”²⁵).

²⁰ Decisione (UE) 2017/864 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 17 maggio 2017 relativa a un Anno europeo del patrimonio culturale (2018). Pubblicato in Gazzetta ufficiale dell'Unione Europea il 20/05/2017.

²¹ Direttiva del Ministro dei Beni e delle attività culturali e del turismo n. 567 del 16/12/2015 “2016 Anno dei Cammini d'Italia”.

²² Direttiva del Ministro dei Beni e delle attività culturali e del turismo n. 555 del 02/12/2016 "2017 Anno dei Borghi Italiani"

²³ Dichiarazione del Ministro Dario Franceschini, in occasione della presentazione dell'Atlante digitale dei cammini, Roma, 4 novembre 2017.

²⁴ Disponibile online: <http://www.viaggio-italiano.it/it/> (ultima consultazione settembre 2019).

²⁵ Disponibile online: <https://www.turismo.politicheagricole.it/cammini/> (ultima consultazione settembre 2019).



Figura I.5 - Visuali da cammini inclusi nell'Atlante dei cammini d'Italia. Calascio Santa Maria della Pietà (Abruzzo) (Fonte: www.beniculturali.it).

Un ulteriore aspetto che emerge da tali iniziative, anch'esso riportato alla luce dalla Convenzione Europea del paesaggio, è il carattere di mobilità che contraddistingue i soggetti che fruiscono e percepiscono il paesaggio (*insider/outsider*). Quelle che l'Articolo 1 della Convenzione definisce “popolazioni” sono infatti soggetti diversificati, che vivono il paesaggio secondo diverse modalità e percorrendo itinerari che includono differenti punti di vista. Da un alto la percezione dell'utente *insider*, legata ad una dimensione più domestica ed intima dei luoghi e ad una lettura del paesaggio come immagine confidenziale e identitaria, tipica di chi lo vive quotidianamente. D'altro lato gli utenti *outsider*, che sono invece testimoni di una percezione errante, che si sviluppa lungo itinerari più ampi e che permette una percezione diversa, da punti di vista esterni, più o meno lontani dai centri urbani. Attualmente si sta prendendo coscienza della necessità di fondare progetti di valorizzazione legati alla percezione dell'immagine complessiva del paesaggio culturale sulla duplice lettura di *insider* e *outsider*: da un lato quindi lo studio dell'immagine interna, legata ai singoli centri e alle esperienze della popolazione locale; dall'altro lato le relazioni tra beni e sistemi paesaggistici in termini più ampi, cogliibili unicamente da punti di osservazione esterni.



Figura I.6 - Visuali da cammini inclusi nell'Atlante dei cammini d'Italia. Castel di Tora, cammino di San Benedetto (Fonte: Mirko Pradelli. www.turismo.politicheagricole.it).



Figura I.7 - Visuali da cammini inclusi nell'Atlante dei cammini d'Italia. Portofino dal sentiero Liguria (Liguria) (Fonte: www.beniculturali.it).

I.1.6 Conclusioni

Attualmente si riscontra una forte attenzione nei confronti del patrimonio in termini ampi di paesaggio culturale e si promuovono nuove forme di fruizione del territorio. Se da un lato si incoraggia la riscoperta dei piccoli borghi e dei centri urbani minori, d'altro lato viene sostenuta la fruizione del territorio attraverso itinerari ampi, da percorrere "lentamente" e che puntano al godimento del paesaggio. Lo studio dell'immagine del paesaggio culturale, sia da punti di vista interni ai singoli insediamenti che esterni ad essi, è fattore di interesse e sono incentivate, sia a livello europeo che dei singoli Paesi,

politiche volte alla promozione e valorizzazione del paesaggio in quanto sistema ampio e inclusivo.

Emerge tuttavia che le indicazioni, gli strumenti e le iniziative rivolte alla conoscenza e alla definizione dell'immagine visivamente percepita del paesaggio culturale si riferiscono, nella maggior parte dei casi, unicamente all'immagine diurna dei luoghi. Le contemporanee abitudini sociali occupano molto più che in passato anche le ore notturne, promuovendo piuttosto un uso continuativo del territorio. Diventa quindi di fondamentale importanza non limitare il campo di riflessione all'immagine diurna, al contrario è necessario un approfondimento anche sulla percezione notturna del paesaggio, coinvolgendo in una sintesi critica gli ambiti culturali e tecnici dell'illuminazione. Tale approfondimento presuppone la necessità di considerare le linee evolutive che hanno interessato il campo dell'illuminazione urbana e gli scenari attuali, oggetto della successiva sezione.

I.2 L'illuminazione urbana

Le pratiche relative all'illuminazione artificiale per ambienti esterni sono cambiate notevolmente nel corso dei decenni, lasciando spazio a diverse interpretazioni e seguendo i cambiamenti sociali, politici e l'evoluzione tecnologica. Per motivi storico-culturali e per esigenze legate alla sicurezza degli utenti la ricerca nel campo per molti anni è stata concentrata in particolare all'ambito urbano.

In questa sezione si intendono ripercorrere gli approcci alla progettazione notturna degli spazi urbani, analizzando come nel corso del tempo siano profondamente mutate ed evolute le basi culturali del dibattito, passando da una concezione prettamente funzionalistica dell'illuminazione pubblica ad un approccio olistico in grado di guardare alla città in quanto sistema complesso (**paragrafo 2.1**).

Le funzioni attribuite all'illuminazione urbana sono state esaminate, distinguendo tra quello che è l'approccio convenzionale al tema (**paragrafo 2.2**), da cui derivano vincoli imposti dalla normativa tecnica di settore (**paragrafo 2.3**), e le nuove tendenze che guardano piuttosto alla città come sistema complessivo (**paragrafo 2.4**), proponendo strumenti di supporto alla progettazione (**paragrafo 2.5**).

Si conclude (**paragrafo 2.6**) che il tema è tutt'oggi di grande interesse e alcune recenti indicazioni pongono l'accento sull'esigenza di approcci attenti all'integrazione tra esigenze quantitative e definizione qualitativa dell'immagine notturna dei siti. Tuttavia, i ragionamenti attuali sono limitati all'ambito delle città, non includendo visioni a scala paesaggistica.

I.2.1 Luce e città: dalle origini al dibattito contemporaneo

Il tema della progettazione della luce per gli spazi urbani ha subito un'evoluzione nel corso degli anni, relazionandosi in primo luogo con il progresso tecnologico, nonché con fenomeni di natura culturale e sociale (Ebbensgaard, 2015), (Mansfield, 2018).

Sul finire del XIX secolo l'Europa fu “*percorsa da una nuova utopia: trasformare la notte in giorno*”²⁶. L'Ottocento europeo fu infatti un secolo caratterizzato dallo sviluppo di ricerche e dall'avvento di importanti innovazioni tecnologiche: tra le utopie nascenti si ritrova anche il desiderio di illuminare totalmente le città. Tuttavia, fu solo a partire dalla metà del XX secolo che il sogno Ottocentesco iniziò ad avverarsi, grazie in particolare allo sviluppo tecnologico, che permise la capillare diffusione dell'energia elettrica, e alla progressiva apertura delle abitudini sociali a vivere sempre di più le città anche durante le ore notturne. Punto di partenza del nuovo corso fu l'affermarsi della consapevolezza dell'esistenza di una città notturna autonoma rispetto a quella diurna, dotata un'immagine e di una vita proprie, e l'esigenza di vivere gli spazi della città anche di notte, sotto la spinta fornita dall'introduzione di nuovi costumi sociali legati al tempo libero (Terzi, 2001). Ne conseguì un'importante diffusione dell'illuminazione urbana, che si sviluppò ai fini di garantire la sicurezza e più elevati livelli di benessere ai cittadini.

Fino agli anni '80 del XX secolo rimase diffusa una concezione prettamente funzionalistica dell'illuminazione pubblica, il cui contributo era delegato unicamente all'illuminazione stradale finalizzata al mantenimento di livelli minimi di sicurezza. Tale tendenza si rispecchiò nella teorizzazione, risalente al periodo, di metodologie progettuali rispondenti a logiche razionali e attraverso la redazione di raccomandazioni e normative tecniche rivolte alle esigenze di spostamento automobilistico: il progetto dell'illuminazione pubblica trovò identificazione principalmente nel rispetto di tali normative che imponevano requisiti quantitativi in termini di illuminamento ed uniformità sul piano stradale (Bordonaro, 2006). In altri termini l'attribuzione all'illuminazione di esigenze esclusivamente funzionali impedì, in questo periodo, lo sviluppo di una riflessione critica sulla progettazione dell'immagine notturna complessiva delle città (Terzi, 2001).

Le logiche prettamente funzionali nella progettazione dell'illuminazione pubblica furono messe in discussione a partire dagli anni '80 del Novecento quando, inizialmente in Francia, sotto l'effetto del fenomeno denominato *urbanisme lumière* (Narboni, 1995), e progressivamente nel resto dell'Europa, il tema dell'illuminazione artificiale in ambito urbano iniziò ad oltrepassare i limiti della sola illuminazione stradale per configurarsi come una questione di ordine culturale (Jankowski, 1993). Facendo seguito a una maggiore attenzione rispetto allo spazio pubblico nacque infatti il concetto di illuminazione urbana finalizzata a soddisfare esigenze qualitative, oltre che quantitative. La luce iniziò ad essere considerata un mezzo per comunicare la città, strumento di aggregazione sociale, di guida e orientamento. Tale approccio fu inizialmente limitato all'illuminazione degli elementi più significativi della scena urbana, ovvero i monumenti (Tural & Yener, 2006), rispondendo a finalità di valorizzazione del patrimonio storico e

²⁶ (Ginesi, 2000, p. 9).

culturale. Successivamente risultò evidente la necessità di inserire tali emergenze puntuali in un contesto urbano più ampio, costituito da una molteplicità di elementi di connessione, al fine di generare una lettura notturna del sistema complessivo e migliorare la fruibilità e la qualità degli spazi urbani (Ravizza, 2006). La condivisione di un nuovo approccio all'illuminazione portò allo studio e alla definizione di nuove funzioni dell'illuminazione stessa, strettamente legata alla pianificazione urbanistica (Narboni, 1995), (AAVV, 2003). In altri termini negli ultimi decenni si è affermata l'esigenza di progettare l'illuminazione urbana considerando il territorio nel suo insieme, e non solo alcune zone o elementi puntuali significativi, e concependola come strumento di sviluppo urbano in grado di definire connessioni e fornire chiavi di lettura allo spazio (Lynch, 1964).

Un ruolo fondamentale ai cambiamenti che hanno interessato le contemporanee tendenze e le indicazioni metodologiche, è stato ricoperto dall'importante evoluzione tecnologica (Meier, et al., 2015), e dalla necessità sempre più urgente di adempiere a esigenze di sostenibilità ambientale (riduzione dei consumi energetici e contenimento dell'inquinamento luminoso) ed economica (riduzione dei costi per le pubbliche amministrazioni). Parallelamente il settore dell'illuminazione ha anche seguito un altro percorso di sviluppo, che ha visto l'affermarsi di un utilizzo più teatrale della luce nella cultura contemporanea, finalizzato a migliorare l'attrattività turistica e l'esperienza notturna delle città (Alves, 2007), (Quin, et al., 2011), (Ebbensgaard, 2014), (Edensor, 2015). Inizialmente limitato agli eventi temporanei, questo nuovo approccio alla progettazione urbana progressivamente sta diventando una caratteristica distintiva delle città contemporanee (Giordano, 2018).

I.2.2 L'illuminazione urbana: l'approccio "convenzionale"

I ruoli e le funzioni dell'illuminazione in ambito urbano sono stati oggetto di un continuo dibattito che ha plasmato nel tempo le metodologie e le finalità progettuali. Storicamente le finalità attribuite all'illuminazione sono state legate ai concetti di sicurezza, per garantire gli spostamenti e l'accessibilità degli spazi, e valorizzazione estetica e promozione culturale, in particolare delle emergenze artistiche e architettoniche.

Illuminazione funzionale e per la sicurezza

La funzione prioritaria dell'illuminazione è legata al garantire la sicurezza negli spostamenti. Per illuminazione stradale si intende l'illuminazione in termini prettamente funzionali, finalizzata ad assicurare la sicurezza sia per le strade con traffico motorizzato, attraverso il riconoscimento degli ostacoli, sia per le aree caratterizzate da traffico pedonale, garantendo la visibilità dei pedoni, il senso di sicurezza e l'orientamento nel conteso ambientale. Il termine sicurezza include inoltre la sicurezza pubblica, cioè la sicurezza fisica e psicologica delle persone e la tutela dei luoghi, al fine di prevenire fenomeni di criminalità o atti vandalistici. Le contemporanee abitudini sociali richiedono infatti di rendere fruibili gli spazi urbani anche durante le ore notturne, e all'illuminazione spetta il ruolo di garantire una piena vivibilità delle città.

L'illuminazione delle strade con traffico veicolare è soggetta al rispetto di requisiti prestazionali imposti dalla vigente normativa tecnica (cfr. I.2.3 Vincoli normativi e legislativi), finalizzati ad evitare fenomeni di abbagliamento per i guidatori, ma allo stesso tempo a garantire livelli d'illuminamento idonei ad un'adeguata percezione degli oggetti, ed in particolare degli ostacoli (Gugliermetti, et al., 2011).

Sebbene l'illuminazione funzionale sia strettamente legata all'adempimento dei requisiti prestazionali imposti da normativa, essa costituisce anche un elemento determinante nella lettura dell'immagine degli spazi. I fruitori infatti osservano le città e il paesaggio muovendosi lungo i percorsi, che fungono anche da elemento capillare di connessione tra gli altri elementi ambientali (centri urbani, spazi pubblici, singoli beni di rilevanza storico-architettonica, ecc.) che sono distribuiti lungo i percorsi stessi e da essi relazionati.



Figura I.8 - Illuminazione urbana funzionale, città di Torino. (Fonte: web)

Illuminazione decorativa per la valorizzazione

Convenzionalmente all'illuminazione è attribuito anche un ruolo relativo alla valorizzazione notturna di elementi puntuali della scena urbana, in particolare architetture significative e monumenti (Tural & Yener, 2006). Il patrimonio storico artistico è da sempre considerato elemento di forza delle città e l'illuminazione ha di conseguenza assunto anche il ruolo di sottolineare le eccezionalità che si incontrano lungo un itinerario, facendo risaltare gli elementi considerati particolarmente significativi per il loro valore storico, artistico e/o culturale. Se l'illuminazione stradale funzionale è determinata in modo rigoroso dai requisiti imposti da normativa e la sua espressività è limitata da indicazioni prestazionali, l'illuminazione decorativa può invece operare sottolineando i caratteri culturali e simbolici di un sito e definendone la fisionomia (Terzi, 2003).

In particolare, a partire dagli anni '80, grazie all'evoluzione tecnologica e alla maturazione delle esperienze, la luce è diventata componente primaria delle operazioni

di restauro e valorizzazione dei monumenti e delle architetture, in quanto veicolo percettivo in grado di trasmettere i valori compositivi del bene, facilitarne la fruizione, svolgendo un ruolo didattico, oltre che di valorizzazione ambientale e del contesto urbano (Anastasi, 2003). Così la valorizzazione delle emergenze architettoniche e monumentali ha trovato nella luce un veicolo fondamentale per la comunicazione e la lettura delle caratteristiche costitutive delle tipologie artistiche.



Figura I.9 - Illuminazione monumentale della cattedrale di Santa Maria del Fiore, Firenze. (Fonte: web)

L'illuminazione notturna di edifici storico monumentali è finalizzata primariamente a dare efficace risposta alle esigenze delle differenti tipologie di utenza coinvolte, ad agevolare la fruizione del bene stesso, a esaltarne le qualità espressive migliorandone la lettura, ovvero a valorizzare il manufatto, nell'ottica di strategie legate alla promozione della cultura e del turismo. Le modalità attraverso cui la luce può operare sono molteplici e permettono di perseguire finalità e risultati differenti. La luce artificiale può essere utilizzata come strumento di conoscenza e valorizzazione, volto a fornire una chiave di lettura del bene architettonico monumentale (Figura I.10), o come strumento per creare un'architettura "di effetti" che si sovrappone alla realtà, attraverso una particolare enfasi scenografica (Figura I.11). In altri termini, come affermato da Armando Ginesi (Ginesi, 2000), l'utilizzo della luce sui beni culturali è un atto di comunicazione, laddove un *segno* effimero, caricandosi di *significato*, diviene possibilità creativa, elemento che interferisce con il linguaggio del manufatto, influenzandone la lettura.

“La luce, tanto nella funzione di scrittura creativa quanto nel ruolo di scrittura di servizio, entrando nell’universo linguistico delle arti visive, assume il connotato di segno che si carica di significato (autonomo, nel caso della scrittura creativa; sussidiario, nel caso della scrittura di servizio) e quindi partecipa attivamente all’atto interpretativo del linguaggio da parte delle coscienze fruitrici”²⁷.

²⁷ (Ginesi, 2000, p. 95)



Figura I.10 - Blenheim Palace, Woodstock, Oxfordshire. Progetto realizzato per il 2015 IYL Dpa Lighting Consultants (Londra). (Fonte: <https://www.dpalighting.com/portfolio/night-heritage-blenheim-palace-oxfordshire/>).



Figura I.11 - Opera di Lione, Francia. Progetto restauro Jean Nouvel (1986-1993). (Fonte: <https://archgened.oucreate.com/uncategorized/jean-nouvells-opera-de-lyon/>).

I.2.3 Vincoli normativi e legislativi

A scala internazionale gli organismi competenti nella redazione di norme e raccomandazioni sono le organizzazioni internazionali CIE (*Commission Internationale de l'Eclairage* o anche conosciuta come *International Commission on Illumination*), il cui scopo è promuovere la cooperazione e lo scambio di informazioni tra i circa 40 paesi membri e che periodicamente pubblica raccomandazioni e pubblicazioni e ISO (*International Standard Organization*) che si occupa di produrre norme unificate a livello mondiale. A livello europeo opera il CEN - European Committee for Standardization, ai fini di coordinare le normative dei paesi facenti parte della Comunità Europea. Le normative e raccomandazioni sono infine recepite quindi dai singoli Stati: in Italia il CEI

(*Comitato Elettrotecnico Italiano*) e l'UNI (*Ente Nazionale Italiano di Unificazione*) emanano le corrispondenti normative nazionali.

A livello dei singoli Stati nazionali, oltre al recepimento della normativa internazionale, operano inoltre associazioni di settore volte alla diffusione della cultura della luce, che collaborano con organizzazioni internazionali e nazionali allo sviluppo di standard e normative e diffondono periodiche raccomandazioni e linee guida. Tra queste ad esempio in Italia opera AIDI (*Associazione Italiana di Illuminazione*); in Francia l'A.F.E. (*Association Française de l'Eclairage*); in Gran Bretagna l'I.L.P. (*Institution of Lighting Professionals*); in Germania LiTG (*Lichttechnische Gesellschaft e.V.*); in Nederland NSVV (*Nederlandse Stichting voor Verlichtingskunde*); in Belgio ibe-biv (*Institute Belge de l'Eclairage*); in Spagna il *Comité Español de Iluminación*.

La normativa di settore vigente rispecchia sostanzialmente quelle che sono le funzioni tradizionalmente attribuite all'illuminazione ed è volta quindi a garantire in primo luogo la sicurezza delle persone. Inoltre, tutela e incentiva il perseguimento di più elevati standard in termini di sostenibilità ambientale ed energetica. I requisiti imposti dalle normative vigenti si configurano quindi in termini di parametri da rispettare per garantire l'illuminazione funzionale e indicazioni finalizzate al contenimento dell'inquinamento luminoso e dei consumi energetici connessi all'illuminazione.

Illuminazione stradale: le norme UNI 11248:2016 e UNI EN 13201:2016

La normativa di riferimento a livello internazionale che definisce i requisiti prestazionali da rispettare in tema di illuminazione stradale è la norma europea EN 13201:2015 – *Road Lighting* (European Committee for Standardization (CEN), 2015), recepita a livello nazionale dalla serie UNI EN 13201:2016 – *Illuminazione stradale* (UNI EN 13201:2016) e la UNI 11248:2016 – *Illuminazione stradale - Selezione delle categorie illuminotecniche* (UNI 11248:2016).

La norma europea EN 13201:2015 definisce i requisiti minimi da rispettare per l'illuminazione stradale sulla base della definizione di classi di illuminazione per le aree pubbliche esterne. La classificazione delle strade è definita a livello nazionale. In Italia la norma di riferimento è la UNI 11248 *Illuminazione stradale - selezione delle categorie illuminotecniche*, finalizzata a fornire una classificazione illuminotecnica delle strade sulla base della categorizzazione del Nuovo Codice della Strada.

La norma UNI 11248 è stata introdotta nel 2007, una versione aggiornata del 2012 ha apportato alcune modifiche ed ha introdotto l'analisi dei rischi che, effettuata dal progettista, permette di valutare dei parametri di influenza con la conseguente eventuale variazione della categoria illuminotecnica finale. La versione attualmente in vigore, la UNI 11248:2016, è frutto di un recente aggiornamento con il quale sono state apportate delle revisioni e sono stati introdotti i riferimenti per i sistemi di illuminazione adattivi. La norma UNI 11248:2016 descrive e prescrive una metodologia che permette di definire la (o le) categorie illuminotecniche adeguate per una strada in esame. Tale metodologia progettuale è basata su un procedimento sottrattivo che, a seguito di un'analisi dei rischi

con la quale il progettista valuta i parametri di influenza, permette di individuare sia la categoria illuminotecnica di progetto sia quelle di esercizio.

Una volta definita la categoria illuminotecnica stradale si fa riferimento alla serie UNI EN 13201:2016.

Le norme EN 13201 vennero emanate dal CEI nel 2003 e successivamente recepite a livello nazionale. Nel 2015 un aggiornamento della norma europea, recepito in Italia l'anno successivo con la UNI EN 13201:2016, portò ad una revisione delle precedenti parti 2, 3 e 4 e introdusse una nuova sezione (parte 5) dedicata alla definizione di indicatori delle prestazioni energetiche.

La norma UNI EN 13201:2016 – illuminazione stradale attualmente in vigore si compone quindi di 4 parti, che definiscono i requisiti prestazionali (parte 2), le modalità di calcolo (parte 3) e di misurazione (parte 4) delle prestazioni illuminotecniche e la valutazione energetica degli impianti (parte 5).

Di seguito si sintetizza il contenuto di ciascuna parte della serie (per una trattazione approfondita si rimanda alla norma in oggetto):

- **Parte 2: Requisiti prestazionali.**

Definisce, per mezzo di requisiti fotometrici, le classi di impianti di illuminazione per l'illuminazione stradale indirizzata alle esigenze di visione degli utenti della strada e considera gli aspetti ambientali dell'illuminazione stradale.

- **Parte 3: Calcolo delle prestazioni.**

Definisce e descrive le convenzioni e gli algoritmi che devono essere adottati per calcolare le prestazioni fotometriche di impianti di illuminazione stradale progettati in conformità alla UNI EN 13201-2.

- **Parte 4: Metodi di misurazione delle prestazioni fotometriche.**

Definisce e descrive le convenzioni e gli algoritmi che devono essere adottati per calcolare le prestazioni fotometriche di impianti di illuminazione stradale progettati in conformità alla UNI EN 13201-2.

- **Parte 5: Indicatori delle prestazioni energetiche.**

Introdotta nell'ultima versione del 2015, esplicita la necessità di controllo sui consumi energetici ai fini della sostenibilità ambientale degli impianti.

Definisce come calcolare gli indicatori delle prestazioni energetiche per gli impianti di illuminazione stradale, al fine di fornire linee guida per la valutazione energetica degli impianti. Tale valutazione energetica è espressa attraverso due indici di prestazione energetica: l'*Indice di Densità di Potenza* (D_P), che consente di valutare l'efficacia di un sistema di illuminazione di convertire la potenza elettrica in flusso luminoso e concentrarlo sulle aree di interesse, e l'*Indice di Consumo Energetico Annuale* (D_E), che consente di valutare il consumo annuale di energia relativo alle aree da illuminare in funzione degli impianti di regolazione adottati.

Inquinamento luminoso

Un aspetto che è oggetto di particolare attenzione ai fini della sostenibilità ambientale e la cui valutazione può influire considerevolmente sulla definizione dell'immagine notturna di un contesto urbano è relativo al contenimento dei flussi luminosi dispersi. L'inquinamento luminoso è un'emergenza che interessa da vicino sia la progettazione dell'illuminazione stradale sia quella monumentale e architettonica, nella ricerca di un continuo equilibrio in grado di coniugare le esigenze di fruizione e la valorizzazione dei luoghi con la sostenibilità ambientale.

La letteratura scientifico-astronomica definisce inquinamento luminoso come l'alterazione della quantità naturale di luce presente nell'ambiente notturno dovuto ad immissione di luce artificiale prodotta da attività umane. Da un punto di vista illuminotecnico tuttavia considerare come inquinante qualsiasi immissione di luce artificiale che modifichi la naturale luminosità del cielo non è accettabile in quanto non si considerano le esigenze funzionali e di sicurezza di illuminazione degli spazi esterni (Regione Piemonte, 2003). Da un punto di vista tecnico, si può quindi definire inquinamento luminoso: *“ogni forma di irradiazione di luce artificiale al di fuori delle aree a cui essa è funzionalmente dedicata e, in particolar modo, verso la volta celeste”*²⁸ (Regione Piemonte, 2018). In generale quindi, quella luminosa è una forma di inquinamento della percezione visiva dovuta alla quota dispersa di flusso luminoso, emesso dagli apparecchi di un determinato impianto di illuminazione, che non raggiunge (o oltrepassa) il compito visivo a cui l'impianto è funzionalmente dedicato (Leccese, 2014).

Il tema dell'inquinamento luminoso è stato originariamente sollevato sia in campo nazionale che internazionale da associazioni di astronomi e astrofili che lamentavano una ridotta visibilità della volta celeste ed una conseguente difficoltà nella osservazione e nello studio dei fenomeni celesti (Soardo, et al., 2008). L'inquinamento luminoso dovuto all'illuminazione esterna notturna se da un lato “oscura” la visione del cielo stellato, dall'altro produce effetti negativi sulle attività dell'uomo e sull'ambiente (i suoi effetti possono rendere insicura la guida automobilistica e produrre gravi danni ecologici alterando i ritmi vitali della flora e della fauna), oltre che rappresentare dal punto di vista energetico ed economico uno spreco di risorse. Il controllo dell'inquinamento luminoso pertanto è finalizzato sia al risparmio energetico che alla salvaguardia dell'ambiente notturno, del paesaggio, della biodiversità, degli equilibri ecologici e della salute umana (Iacomussi, et al., 2012).

Nonostante i primi provvedimenti normativi volti alla riduzione dell'inquinamento luminoso si facciano risalire agli anni '60, il quadro normativo in materia si è andato delineando solo più recentemente, accanto alla pubblicazione, negli ultimi anni, di una più ampia letteratura specializzata sull'argomento.

²⁸ Legge Regionale Piemonte, 24 marzo 2000, n.31. Art. 2 – Definizioni.

Dal punto di vista normativo il tema è trattato a diversi livelli (per una trattazione approfondita si rimanda alle norme, di seguito sintetizzate):

- **Livello internazionale**

Le raccomandazioni di riferimento fanno parte del *Technical Report CIE Guidelines for minimizing Sky Glow* del 1997 (Commission Internationale de l'Éclairage, 1997), in cui vengono fornite indicazioni generali per progettisti e amministratori ai fini di limitare l'inquinamento luminoso. La raccomandazione individua un sistema di zonizzazione del territorio a livello ambientale, riconducibile a quattro zone diverse, e per ciascuna zona propone valori massimi ammissibili in termini di percentuale di flusso luminoso verso l'alto²⁹ per apparecchio, tenendo in considerazione anche l'effetto delle zone confinanti. L'attuazione pratica delle linee guida definite è delegata alle singole normative nazionali.

- **Livello nazionale**

In Italia è in vigore la UNI 10819:1999 *Impianti di illuminazione esterna. Requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso* (UNI 10819:1999). La norma prescrive i requisiti degli impianti di illuminazione esterna, pubblici e privati, di nuova realizzazione ad esclusione di quelli per gallerie e sottopassi, della segnaletica luminosa di sicurezza e delle insegne pubblicitarie dotate di illuminazione propria. Il parametro di riferimento definito dalla norma è il *Rapporto medio di emissione superiore*³⁰. La UNI 10819:1999 prevede una classificazione degli impianti sulla base della destinazione d'uso e/o necessità di sicurezza (5 classi: da "Tipo A" dove la sicurezza rappresenta una priorità, a "Tipo E" che raccoglie gli impianti temporanei o di carattere ornamentale) e ha validità su tutto il territorio nazionale, che viene trattato in modo differente, con prescrizioni diverse a seconda delle zone a cui si applica (3 classi in cui per "Zona 1" si intende il territorio compreso nel raggio di 5 km dagli osservatori astronomici). Per ciascuna classe vengono definiti valori massimi ammissibili di rapporto medio di emissione superiore. Inoltre, pur riconoscendo che la grandezza più adatta per caratterizzare la dispersione di luce verso l'alto è il flusso luminoso emesso nell'emisfero superiore, in presenza di particolari difficoltà nel calcolo (ad esempio in casi di illuminazione dal basso verso l'alto di monumenti o di edifici a contorno complesso e per impianti di potenza nominale fino a 5 kW) è accettata la conformità dell'impianto alla presente norma, qualora i valori d'intensità luminosa oltre il contorno dell'opera, intesa come la più semplice figura geometrica riconducibile all'oggetto illuminato, non superino i valori massimi prescritti nella norma stessa.

- **Livello regionale**

In termini di riduzione dell'inquinamento luminoso in Italia è particolarmente rilevante il ruolo delle Leggi Regionali. Ad oggi sono 17 le regioni ad essere dotate di una Legge

²⁹ ULOR_{inst} (Upward Light Output Ratio, installato).

³⁰ Con *Rapporto medio di emissione superiore* R_n [%] si indica il rapporto tra somma dei flussi luminosi superiori di progetto, estesa a n apparecchi di illuminazione, e la somma dei flussi luminosi totali emessi dagli stessi apparecchi.

Regionale³¹ e la maggior parte di esse impone l'adempimento a parametri maggiormente ristrettivi rispetto alla norma UNI 10819:1999. Laddove non sia presente una Legge Regionale si applicano le disposizioni della UNI 10819.

Le principali finalità delle leggi regionali contro la dispersione di luce artificiale verso l'alto sono:

- impedire che le emissioni del flusso luminoso ostacolino le osservazioni astronomiche dei siti degli osservatori astronomici professionali e non professionali di rilevanza regionale o provinciale, nonché delle loro zone circostanti;
- valorizzare il cielo notturno come bene ambientale, tutelando le sue valenze socioculturali;
- contenere i consumi energetici connessi all'uso di impianti di illuminazione esterna di qualsiasi tipo, sia pubblici che privati.

Nel presente contesto di ricerca è stato preso in esame in particolare il quadro normativo della Regione Piemonte (in virtù dei contesti territoriali assunti come caso studio).

La Regione Piemonte è stata dotata di una legge regionale relativa al tema della limitazione dell'inquinamento luminoso a partire dal 2000 (Legge Regionale 24 marzo 2000 n. 31, "Disposizioni per la prevenzione e lotta all'inquinamento luminoso e per il corretto impiego delle risorse energetiche"), modificata successivamente con L.R. 23 marzo 2004 n. 8 e con L.R. 29 ottobre 2015 n. 23. Inoltre, in parallelo all'emanazione della Legge, al fine di fornire indicazioni per la sua applicazione, sono state definite, nell'ambito di un contratto di ricerca tra Politecnico di Torino - Dipartimento di Energetica e Regione Piemonte - Settore programmazione e risparmio in materia energetica, le "Linee Guida per la limitazione dell'inquinamento luminoso e del consumo energetico" (Regione Piemonte, 2003). Nel 2018 il Consiglio Regionale ha approvato un nuovo testo aggiornato (Legge Regionale 9 febbraio 2018, n.3) contenente modifiche alla Legge Regionale del 2000 e una serie di elementi correttivi e integrativi al testo precedente.

La Legge Regionale vigente persegue le finalità di riduzione dell'inquinamento luminoso ed ottico nel contesto di una più generale razionalizzazione del servizio di illuminazione pubblica con particolare attenzione alla riduzione dei consumi e al miglioramento dell'efficienza luminosa degli impianti (art.1a), la salvaguardia dei bioritmi naturali delle piante e degli animali (art.1b), il miglioramento dell'ambiente attuato conservando gli equilibri ecologici (art.1c), la riduzione dei fenomeni di abbagliamento e affaticamento visivo provocati da inquinamento ottico al fine di migliorare la sicurezza della circolazione stradale (art.1d), la tutela dei siti degli osservatori astronomici nonché delle zone loro circostanti (art.1e) e il miglioramento della qualità della vita e delle condizioni di fruizione dei centri urbani e dei beni ambientali monumentali e architettonici (art.1f).

³¹ Abruzzo LR 12/05, Basilicata LR 41/00, Campania LR 13/02, Emilia-Romagna LR 19/03, Friuli-Venezia Giulia LR 15/07, Lazio LR 23/00, Liguria LR 22/07, Lombardia LR 17/00, Marche LR 10/02, Piemonte LR 31/00, Puglia LR 15/05, Sardegna LR 02/07, Toscana LR 37/00, Trento LR 16/2007, Umbria LR 20/05, Valle d'Aosta LR 17/98, Veneto LR 22/97

In particolare, si sottolinea che tra le finalità della Legge rientra “la conservazione e la valorizzazione dei belvedere e delle bellezze panoramiche con particolare riferimento alla tutela del paesaggio notturno per conservare la percezione dei luoghi all’interno e all’esterno dei centri abitati” (art.1f bis), a dimostrazione dunque dell’interesse anche in relazione al tema della percezione notturna dei siti.

Nell’aggiornamento del 2018 inoltre, sono state introdotte definizioni e regolamentazioni relative agli interventi di retrofit di impianti a LED, indicando i requisiti necessari per i Comuni con popolazione superiore ai 30.000 abitanti (e facoltativamente per quelli con popolazione inferiore) e le finalità e le buone pratiche per intervenire in un’ottica di riduzione dell’inquinamento luminoso ottico e miglioramento dell’efficienza luminosa degli impianti. Con particolare riferimento ad edifici e monumenti di rilievo storico o artistico sono definiti criteri tecnici minimi nell’Allegato A (punto 2), in cui vengono fornite specifiche indicazioni.

Consumi energetici: Criteri Ambientali Minimi (CAM)

Un ulteriore tema che oggi è oggetto di attenzione e ricopre particolare rilevanza è la necessità di contenimento dei consumi energetici connessi all’illuminazione. Il tema dell’efficienza energetica a livello europeo è da anni una priorità che ha condotto all’emanazione di direttive³² volte a definire un quadro comune di misure da attuare negli Stati membri, ai fini di ridurre i consumi energetici.

In quest’ottica di sostenibilità ambientale e ai fini di promuovere e disciplinare gli interventi di efficientamento energetico, in Italia sono stati introdotti i Criteri Ambientali Minimi (CAM)³³, ovvero requisiti ambientali definiti per le varie fasi del processo di acquisto, volti a individuare la soluzione progettuale, il prodotto o il servizio migliore sotto il profilo ambientale lungo il ciclo di vita, tenuto conto della disponibilità di mercato. Il documento è parte integrante del Piano d’azione per la sostenibilità ambientale dei consumi della pubblica amministrazione (PAN GPP), e tiene conto di quanto proposto nelle Comunicazioni della Commissione Europea COM(2008)397 recante “Piano d’azione su produzione e consumo sostenibili e politica industriale sostenibile”, COM(2008)400 “Appalti pubblici per un ambiente migliore” e COM(2011)571 “Tabella di marcia verso l’Europa efficiente nell’impiego delle risorse”. Il Piano d’Azione Italiano

³² Si vedano a titolo di esempio:

- Direttiva 2012/27/UE pubblicata nell’ottobre del 2012 sull’efficienza energetica con l’obiettivo di definire un quadro comune di misure per la promozione dell’efficienza energetica negli Stati membri finalizzato alla riduzione del consumo energetico del 20% entro il 2020 e a ulteriori miglioramenti dell’efficienza energetica che vadano oltre tale data (cfr. art. 1 direttiva 2012/27/UE).
- Direttiva (UE) 2018/844, emanata da parte dell’Unione Europea in tema di efficienza energetica, rinnovando l’impegno per lo sviluppo di un sistema energetico sostenibile e fissando obiettivi ambiziosi per ridurre ulteriormente le emissioni di gas a effetto serra, aumentare la quota di consumo di energia da fonti rinnovabili, ottenere un risparmio energetico conformemente alle ambizioni dell’Unione e migliorare la sicurezza energetica, la competitività e la sostenibilità dell’Europa (ai fini del raggiungimento di tali obiettivi è stato previsto un riesame delle disposizioni fondamentali della direttiva 2012/27/UE del Parlamento Europeo e del Consiglio).

³³ Si veda: Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, I Criteri Ambientali Minimi (www.minambiente.it).

in particolare ha lo scopo di diffondere il GPP (Green Public Procurement - Acquisti Pubblici Verdi) attraverso una serie di azioni.

Nell'ambito degli appalti in materia di illuminazione pubblica sono stati definiti i “*Criteri Ambientali Minimi per l’acquisizione di sorgenti luminose per l’illuminazione pubblica, l’acquisto di apparecchi per l’illuminazione pubblica, l’affidamento del servizio di progettazione di impianti per l’illuminazione pubblica*” (CAM, 2018) (di seguito nominati CAM Servizio IP), adottati nel dicembre 2013³⁴ e recentemente aggiornati nel settembre 2017³⁵ e nel 2018³⁶. L’applicazione dei CAM Servizio IP per l’affidamento di servizi di illuminazione pubblica è resa obbligatoria per tutte le stazioni appaltanti dall’articolo 34 “Criteri di sostenibilità energetica ed ambientale” del nuovo Codice degli appalti³⁷.

I CAM Servizio IP sono finalizzati ad ottenere una riduzione dei consumi energetici e delle emissioni di gas serra, recependo anche quanto indicato dalla norma UNI EN 13201:2016 Parte 5, nonché un risparmio economico.

Per ogni materia oggetto di appalto vengono fornite indicazioni relative a:

- requisiti dei candidati (criteri di base): atti a provare la capacità tecnica del candidato ad eseguire il contratto di servizio in modo da ridurre gli impatti ambientali;
- specifiche tecniche (criteri di base): che definiscono il livello minimo da raggiungere in relazione ai più significativi impatti ambientali del servizio;
- clausole contrattuali (criteri di base): criteri di sostenibilità che l’Offerente si impegna a rispettare durante lo svolgimento del contratto;
- criteri premianti (criteri di aggiudicazione): criteri di valutazione dell’offerta cui debbono essere attribuiti, nei documenti della procedura d’acquisto, specifici punteggi. I criteri premianti sono atti a selezionare servizi più sostenibili di quelli che si potrebbero ottenere con il rispetto dei soli criteri di base.

Nel documento si sottolinea che il consumo di energia elettrica rappresenta il maggior impatto ambientale di sorgenti e apparecchi illuminanti e è da riferirsi alla fase d’uso più che alla produzione. Pertanto, si richiede che la prestazione energetica di apparecchi ed impianti venga valutata, attraverso l’introduzione rispettivamente degli indici IPEA* ed IPEI*:

- **Indice Parametrizzato di Efficienza degli Apparecchi di illuminazione (IPEA*).** Indica³⁸ la prestazione energetica degli apparecchi di illuminazione e consente di valutare la qualità delle componenti dell’apparecchio e quindi di confrontare le prestazioni assolute degli stessi. Può essere utilizzato per fornire una prima valutazione sulle performance degli apparecchi e, nella progettazione di ambiti

³⁴ Decreto 23 dicembre 2013.

³⁵ DM 27 settembre 2017 “Criteri Ambientali Minimi per l’acquisizione di sorgenti luminose per illuminazione pubblica, l’acquisizione di apparecchi per illuminazione pubblica, l’affidamento del servizio di progettazione di impianti per illuminazione pubblica”.

³⁶ DM 28 marzo 2018 “Criteri Ambientali Minimi per l’affidamento del servizio di illuminazione pubblica”.

³⁷ D.lgs. n. 50/2016, modificato con D.lgs. 56/2017.

³⁸ Come definito nel cap. 4.2.3.8 del D.M. 27/09/17.

illuminati, va sempre accompagnato dall'indice IPEI* (solo qualora sia possibile calcolarlo).

- **Indice Parametrizzato di Efficienza degli Impianti di illuminazione (IPEI*)**. Indica³⁹ la prestazione energetica degli impianti di illuminazione e permette di confrontare diversi impianti a parità di condizioni al contorno. Nella progettazione di ambiti illuminati va sempre accompagnato dall'indice IPEA*. Le classi minime indicate nel cap. 4.3.3.3 del D.M. 27/09/17 vanno utilizzate nella definizione di benchmark di mercato per stabilire eventuali extra-performance dell'impianto analizzato adatte al conseguimento di punteggi premianti ovvero Titoli di Efficienza Energetica o similari, attraverso un confronto fra la classe IPEI* minima richiesta dai CAM e la classe IPEI* raggiunta dall'impianto.

I.2.4 Verso un approccio olistico all'illuminazione

Come riportato in precedenza, fin oltre la metà del XX secolo l'illuminazione urbana è stata trattata in termini puramente funzionali. Negli ultimi decenni le mutate condizioni politiche, l'affermazione di nuove esigenze sociali e le maggiori possibilità tecniche ed economiche hanno determinato significativi cambiamenti nel campo dell'illuminazione e nell'approccio al progetto. L'attenzione è stata spostata al contesto urbano nel suo insieme e l'illuminazione si è sempre più configurata come strumento in grado di definire una lettura notturna del sistema complessivo, migliorando sia la fruibilità che la qualità degli spazi urbani (Ravizza, 2006).

Un ruolo particolarmente rilevante nello sviluppo di riflessioni in tal senso è stato ricoperto da studi sviluppati in Francia a partire dalla fine del XX secolo (Narboni, 1995), (Narboni, 2004) (Narboni, 2016), nei quali la relazione tra il contesto, il paesaggio e illuminazione è stata oggetto di ricerca e la condivisione di un nuovo approccio all'illuminazione ha portato alla definizione di nuove funzioni dell'illuminazione stessa, strettamente legate alla pianificazione urbanistica (Narboni, 1995) (AAVV, 2003). La luce infatti ha iniziato ad essere considerata anche in termini di strumento utile alla risoluzione di problemi di carattere urbanistico e legati alle questioni di sicurezza del territorio urbano.

Dal punto di vista architettonico, l'importanza del rapporto tra monumento e contesto, già pilastro nelle teorie di conservazione e restauro dei centri storici e del paesaggio in genere (Terzi, 2001) (cfr. I.1.1 L'affermazione del paesaggio nel dibattito storico internazionale e nazionale), è stato richiamato anche nel campo dell'illuminazione architettonica e monumentale: progressivamente è stata abbandonata la tradizionale tendenza ad illuminare ed esaltare singoli fuochi monumentali isolandoli dal contesto e frammentando l'immagine della città, per promuovere piuttosto l'illuminazione di sistemi complessi, partendo da una lettura critica delle reciproche relazioni.

³⁹ Come definito nel cap. 4.3.3.3 del D.M. 27/09/17.

L'approccio maggiormente olistico all'illuminazione urbana, rivolta non più esclusivamente a necessità funzionali o alla valorizzazione di beni puntuali, è chiaramente rintracciabile nelle parole di Corrado Terzi, che nel suo testo "I piani della luce" (Terzi, 2001) sottolinea:

“Su un registro di suggestioni e di valori espressivi ben più ricco e complesso, per quanto concerne la luce si sta passando da un modo di pensare l'illuminazione pubblica come una questione funzionale ad un modo di pensare la luce come una questione di ordine culturale. La luce artificiale è di fatto, per la sua stessa natura selettiva, uno strumento critico di conoscenza della città: per riscoprire le linee portanti della sua struttura e i caratteri distintivi della sua morfologia, per ritrovare le chiavi di un'identità oggi sempre più incerta. Nel caso particolare dei centri storici e dei siti di rilevante importanza artistica e ambientale, si sta affermando un po' ovunque il criterio di considerare lo studio della luce artificiale come una componente sostanziale degli interventi di riqualificazione e di restauro, proprio per la sua capacità di esaltare i particolari e di ricomporre gli insiemi, di ricostruire la suggestione dimenticata dei luoghi e di riproporre le gerarchie di senso originarie, ormai difficili da leggere nel caos della percezione diurna”⁴⁰.

Se da un lato si riconosce quindi all'illuminazione un ruolo primario funzionale volto a garantire la sicurezza, rispondendo quindi alla normativa tecnica competente, d'altro lato emerge un nuovo approccio all'illuminazione urbana più complesso, che affonda le radici in un terreno multidisciplinare, in particolare nelle discipline urbanistiche, e che riconosce all'illuminazione stessa un ruolo nella definizione dell'ordine e dell'immagine del contesto urbano. Si introduce inoltre il criterio metodologico al progetto dell'illuminazione urbana, laddove si assume come oggetto di attenzione non più solo l'emergenza singola, il punto, la verticalità, ma piuttosto i sistemi che regolano il territorio e lo sviluppo della città.

La rinnovata concezione dell'illuminazione urbana è chiaramente espressa nella "Carta della luce e delle città d'arte" (Ordine degli Architetti PPC di Firenze, 2003), documento redatto a Firenze nel 2003 in occasione del Convegno Nazionale dell'Associazione Italia di Illuminazione (AIDI) dedicato all'illuminazione delle città d'arte.

“L'illuminazione è elemento costitutivo della città, fattore fondamentale per la percezione dei valori materici ed estetici che la compongono.

L'illuminazione è protagonista dei processi di modernizzazione del contesto urbano, che coniuga espressioni di matrice storica diversa con caratterizzazioni ambientali in evoluzione.

L'illuminazione è strumento strategico di riqualificazione urbana; essa è innovazione o restauro se illumina una scena urbana antica, medievale, ottocentesca, moderna o contemporanea.

⁴⁰ (Terzi, 2001, p. 12).

L'illuminazione è fattore costitutivo delle relazioni fisiche ed ambientali dell'architettura delle città.

La luce artificiale nell'ambiente urbano qualifica le attività umane e gli stili di vita connessi, guidando i comportamenti individuali e collettivi nei confronti della città.

La luce artificiale costituisce per la città uno specifico linguaggio che consente di sviluppare nuove espressioni creative in riferimento a precisi obiettivi estetici e/o funzionali”⁴¹.

Nel documento è posto l'accento sul ruolo dell'illuminazione artificiale come opportunità di interpretare e progettare il volto notturno del paesaggio urbano, l'immagine della città e, più in generale, del paesaggio.

Il progetto dell'illuminazione urbana si è progressivamente allineato a una vera e propria *regia della luce* (Terzi, 2001), che tenga conto oltre che delle esigenze funzionali e delle singole emergenze architettoniche, anche del contesto circostante, delle relazioni visive, strutturali e simboliche del sistema complessivo. Come riportato da Palladino nel Manuale di Illuminazione del 2005 (Palladino, 2005):

“È intuibile che l'impiego della luce artificiale in ambito urbano oltrepassi i limiti della sola illuminazione stradale, per essere sempre più usato anche come mezzo di comunicazione della città. Una luce ben progettata diventa un elemento di richiamo e di aggregazione sociale per far vivere meglio ai cittadini gli spazi pubblici. Una buona illuminazione rende non solo più vivo e sicuro un centro urbano nelle ore notturne, ma contribuisce all'esaltazione delle valenze estetiche dei luoghi, creando suggestioni ed emozioni. Attraverso la luce artificiale è possibile creare gerarchie d'interesse visivo mirate, guidando l'osservatore verso le emergenze architettoniche che connotano gli spazi costruiti. Illuminare un aggregato urbano significa garantirgli un'identità notturna che si aggiunge a quella architettonica e storica. Significa inoltre, incrementare il valore, l'espressività e l'accoglienza dei luoghi. L'illuminazione pubblica all'interno di un centro urbano dovrebbe consistere in un delicato processo alchemico, in cui si combinano le esigenze di funzionalità, di sicurezza con la vocazione a migliorare il gradimento estetico di un luogo e la sua valorizzazione visiva. L'obiettivo è quello di ridisegnare la città con le sue funzioni per farle vivere oltre il tramonto del sole”⁴².

L'affermazione di un approccio più ampio all'illuminazione urbana trova origine da un'interpretazione approfondita del contesto, così da arricchirsi di significati e rendere possibile la lettura non neutrale della città e della sua identità.

⁴¹ (Ordine degli Architetti PPC di Firenze, 2003), art. 1, 2, 3, 4, 6, 8.

⁴² (Palladino, 2005)

Come espresso Roger Narboni (LUCI, 2015):

“Lighting design has evolved from an architectural lighting approach to a more holistic approach including the landscape, urban forms and nocturnal ambience for pedestrians living there or wandering around”⁴³.

Si è pervenuti quindi ad un approccio all’illuminazione urbana, almeno a livello teorico, in quanto strumento di riqualificazione urbana e di pianificazione del paesaggio notturno, che implica impatti di diversa natura: culturale, ambientale, sociale ed economico (Narboni, 2004).

I.2.5 Strumenti per la pianificazione dell’illuminazione

L’approccio maggiormente sistematico al tema dell’illuminazione dei contesti urbani ha trovato riscontro anche a livello normativo, con l’elaborazione di strumenti in grado di supportare e guidare la progettazione dell’illuminazione urbana sia dal punto di vista delle esigenze funzionali, sia in termini di definizione dell’immagine notturna dello spazio pubblico. Sono stati progressivamente introdotti i cosiddetti *piani della luce*, finalizzati alla progettazione dell’illuminazione, ma basati su principi e metodologie caratterizzanti i piani urbanistici e i piani del traffico delle città.

Tali strumenti dimostrano la volontà di superare la rigida distinzione tra illuminazione funzionale e illuminazione artistico monumentale, perseguendo piuttosto interventi strategici ed unitari, che considerino il territorio nel suo insieme e non solo alcune zone o elementi puntuali significativi.

I Piani della luce

L’introduzione dei piani della luce sposa l’approccio all’illuminazione in quanto fattore sia tecnico che culturale, favorendo una lettura complessiva del contesto urbano e la definizione di un’immagine notturna progettata.

Il contesto francese è stato pioniere nel campo dell’illuminazione urbana e tutt’oggi in Europa è uno dei più autorevoli nel fornire modelli per un approccio sistematico e al contempo creativo alle tematiche di urbanistica della luce. In particolare, l’A.F.E. (Association Française de l’Éclairage) rappresenta i progettisti illuminotecnici, l’esperienza affinata dalle Municipalità, i produttori e il mondo universitario a larga scala. Seguendo i principi dell’*urbanisme lumiere*, concetto nato in Francia di cui si è già trattato in precedenza (cfr. I.2.1 Luce e città: dalle origini al dibattito contemporaneo), è stata favorita la nascita di nuovi strumenti destinati alla progettazione dell’illuminazione urbana, rivolti alla pianificazione e gerarchizzazione degli interventi e allo sviluppo su lungo periodo degli ambienti notturni.

In Francia la pianificazione degli interventi di illuminazione segue gli orientamenti forniti dallo S.D.A.L. (Schéma Directeur d’Aménagement Lumière), che si configura come documento della pianificazione strategica dell’illuminazione urbana francese. Lo

⁴³ (LUCI, 2015, pp. 14-27).

S.D.A.L. non è un progetto e non fornisce indicazioni sulle quantità, piuttosto definisce una concezione globale che deve guidare i progetti e le realizzazioni per la città per un periodo di 15-20 anni. L'obiettivo è quindi fornire orientamenti, specifiche di qualità e un programma per l'illuminazione urbana in un'ottica di creazione di ambienti notturni, valorizzazione architettonica e qualità dell'illuminazione.

Inoltre, nel caso in cui l'obiettivo sia la valorizzazione specifica del patrimonio storico-culturale, si seguono le direttive dei *Plan Lumière*, il cui obiettivo principale è la valorizzazione di selezionate emergenze architettoniche, senza tuttavia prescindere dal rispetto della scala urbana complessiva.

Infine, lo strumento del *Cahiers des charges* costituisce in parte capitolato e specifiche di qualità, in parte regolamento d'attuazione operativa, per l'illuminazione urbana e per le relative componenti d'arredo alla scala di quartiere o di un sito specifico (Terzi, 2001).

In Italia, alla fine degli anni '80 è stato introdotto il Piano Regolatore dell'Illuminazione Comunale (PRIC), ovvero uno strumento di pianificazione, redatto dalle amministrazioni comunali, volto a stabilire requisiti, vincoli e prescrizioni riguardanti i caratteri illuminotecnici e formali per i progetti degli impianti di illuminazione pubblici e privati del territorio comunale e per disciplinare le nuove installazioni (Bisegna, et al., 2010), finalizzato al contenimento dell'inquinamento luminoso, al risparmio energetico e alla valorizzazione del territorio. Il PRIC si configura a tutti gli effetti come uno strumento urbanistico, in grado di regolamentare tutte le tipologie di illuminazione per la città: nasce per ottenere un censimento quantitativo e qualitativo degli impianti esistenti sul territorio comunale e come guida per disciplinare le nuove installazioni, anche in relazione ai tempi e alle modalità di adeguamento, manutenzione o sostituzione degli apparecchi esistenti. Il risultato finale dovrebbe coincidere con l'ottimizzazione della rete di illuminazione comunale secondo le principali esigenze della città stessa e dei fruitori.

Se dunque le normative riguardanti l'illuminazione (cfr. I.2.3 Vincoli normativi e legislativi) fissano una serie di parametri da rispettare per assicurare un'illuminazione funzionale e forniscono indicazioni su come ottenere una diminuzione dei consumi e dei costi ad essi connessi, con l'introduzione dei piani della luce, partendo dall'adempimento alla normativa vigente, si introduce il tema della progettazione dell'illuminazione in un determinato contesto territoriale sociale e ambientale, con finalità di soddisfare le reali necessità funzionali e qualitative. Come riportato nella premessa al Piano Regolatore dell'Illuminazione Comunale della città di Torino:

“L'illuminazione urbana in tal senso è rimasta a lungo una preoccupazione di tipo funzionale, mirata esclusivamente all'ottenimento dell'incolumità, sicurezza e orientamento degli utenti (la luce offre una guida visuale, permettendo di identificare le caratteristiche dell'ambiente urbano, e quindi di trovare la direzione). Gli obiettivi sopra ricordati sono ottenuti principalmente attraverso il rispetto dei requisiti previsti dalle norme tecniche, ma le reali possibilità di un'illuminazione urbana ben concepita devono interessare e favorire il benessere di tutti i cittadini, obiettivo principale del progetto illuminotecnico; è necessario

valorizzare il contesto urbano, creando atmosfera, interazione sociale, promozione, identità ed impresa.

[...] In questo modo l'illuminazione diviene un intervento progettuale per la costruzione della città, capace di mediare tra le necessità funzionali e quelle di ridefinizione e conservazione dei luoghi urbani, ricomponendo così l'unità dello spazio e restituendo la leggibilità strutturale e storica della città.

[...] È necessario mirare ad una vera e propria regia della luce, che tenga conto non soltanto dei contesti ambientali immediati ma delle relazioni visive, strutturali e simboliche alla scala più vasta di un intero comparto urbano unitario o dell'intera città: occorre quindi realizzare un coordinamento concettuale e tecnico per ordinare la visione notturna della città”⁴⁴.

Il PRIC si configura come strumento in grado di assolvere alle molteplici esigenze della città: dall'illuminazione funzionale delle sedi viarie, alla valorizzazione di spazi e edifici pubblici, al rinnovo programmato degli impianti di illuminazione pubblica, al perseguimento di obiettivi di sostenibilità energetica, ambientale e al controllo dei costi.

La Regione Piemonte, nell'ambito della Legge Regionale relativa a contenimento dell'inquinamento luminoso del 2000, aggiornata nel 2018 (Regione Piemonte, 2018), prevede l'obbligo di approvare il PRIC per i Comuni con più di 50000 abitanti, con facoltà di farlo per quelli con più di 30000. Tali disposizioni non escludono che per tutti i Comuni, anche con popolazione inferiore ai 30000 abitanti, sia consigliato predisporre un Piano, anche in forma semplificata, finalizzato ad ottimizzare prestazioni e costi, nonché a programmare gli interventi e i cicli di manutenzione.

La Città di Torino, al fine di rispondere alle nuove disposizioni in termini di prevenzione e lotta all'inquinamento luminoso e al corretto impiego delle risorse energetiche, ha predisposto pertanto la redazione dei nuovi “Piano Regolatore dell'Illuminazione Comunale” (PRIC) (Città di Torino & IRIDE Servizi S.p.A., 2011) e “Piano della Luce Decorativa” (PLD) (Città di Torino & IRIDE Servizi S.p.A., 2011), approvati con deliberazione del Consiglio Comunale nel gennaio del 2012 e attualmente in vigore.

L'approccio proposto dal PRIC della città di Torino è particolarmente interessante e viene richiamato nel presente contesto in quanto costituisce un esempio articolato di come si possibile affrontare la politica dell'illuminazione urbana, prendendo in considerazione aspetti sia tecnici che culturali.

Nel PRIC è prevista l'adozione di un metodo che si basa su un approfondito studio preliminare del sito e sulla definizione di una gerarchia di interventi. Vengono delineate tre diverse tipologie di azione progettuale che si distinguono in: progetti di percorso (per le strade di grande viabilità); progetti di area (con individuazione della Zona Urbana Centrale Storica e delle Zone Urbane Storico Ambientali del Piano Regolatore Generale Comunale e delle principali aree verdi) e progetti puntuali per l'illuminazione di particolari ambiti urbani e di emergenze architettoniche.

⁴⁴ (Città di Torino & IRIDE Servizi S.p.A., 2011), Premessa.

L'identificazione di una gerarchia nelle azioni progettuali e negli interventi e la lettura degli elementi simbolici e delle preesistenze, non solo in termini di emergenze architettoniche puntuali, ma anche in termini più ampi di paesaggio urbano, fanno del PRIC di Torino un riferimento a livello sia tecnico che culturale.

“A guide to urban lighting masterplanning” CIE Technical Report (2019)

Un ulteriore riferimento per la progettazione del sistema di illuminazione attento alla definizione dell'immagine notturna del paesaggio urbano è rappresentato dal Technical Report CIE 234:2019 “*A guide to urban lighting masterplanning*” (Commission Internationale de l'Éclairage, 2019). Il Report costituisce un aggiornato strumento finalizzato a fornire linee guida alla progettazione ed è dimostrazione dell'attuale interesse rispetto alla definizione di indicazioni in grado di conciliare i requisiti prestazionali alla creazione di paesaggi notturni. Pur non avendo valore giuridico, le raccomandazioni CIE sono documenti rilevanti a livello internazionale, risultati di esperienze comuni sia a livello tecnico che progettuale.

La finalità del Report è quella di riportare le attuali conoscenze ed esperienze e fornire una guida sugli obiettivi e i principi base da seguire nella progettazione degli aspetti illuminotecnici del paesaggio urbano notturno, considerando gli aspetti visivi, organizzativi, ambientali e tecnici della pianificazione a livello urbano. Il documento identifica i criteri di progettazione illuminotecnica che andrebbero presi in considerazione nell'ambito di interventi, siano essi relativi a impianti esistenti o ex novo, fornendo indicazioni sugli aspetti sia funzionali che espressivi della luce. Lo scopo della pubblicazione è quello di fornire un supporto operativo ai soggetti responsabili di avviare, promuovere e gestire l'immagine notturna delle città, fornendo indicazioni operative per lo sviluppo di progetti a lungo termine.

In continuità con il dibattito contemporaneo, il Report sottolinea la necessità, nella definizione dell'illuminazione di una città, di raggiungere un equilibrio tra gli aspetti funzionali, legati alla viabilità e alla sicurezza, e quelli legati alla valorizzazione di singoli edifici, infrastrutture e paesaggio. In particolare, si distingue tra illuminazione funzionale e immagine notturna percepita:

“The manner in which a city is lit not only reveals its physical nature but also impacts the use of the city during nighttime. It also determines its image at night. A city nightscape which is predominated by purely functional lighting, such as that which must be provided for the safe movement of vehicles and pedestrians, the outdoor activities of city users in general (inhabitants, working people, tourists), or for the securing of property, will lack the visual qualities which provide for human attraction and delight. In this regard, there is a distinction between functional illumination and the visual expression, which well-designed, and comprehensively planned, lighting can contribute”⁴⁵.

⁴⁵ (Commission Internationale de l'Éclairage, 2019, p. 1).

Viene auspicato un approccio olistico al progetto dell'illuminazione, pur riconoscendone la difficoltà dovuta alla pluralità di soggetti coinvolti nell'intero processo decisionale e progettuale e alla numerosità di aspetti ed esigenze da prendere in considerazione. La finalità di un masterplan di illuminazione di un'area urbana è descritta come segue:

“The primary objective of a lighting masterplan is to identify all forms of lighting that contribute to the urban nightscape and to ensure that these are provided and operated in a manner which creates a balanced overall ambience with respect to the users’ activities and energetic/environmental aspects. In order to achieve this, consideration must be given to not only the visual objectives but also to the legislative, managerial, and economic aspects. Since lighting is also a major, and visually obvious, consumer of energy and a potential source of light pollution, a lighting masterplan should provide clear guidance on achieving an optimum balance between energy consumption and the benefits of having an attractively lit city”⁴⁶.

Nel report si sottolinea l'importanza di integrare tutti questi aspetti (Figura I.12), considerando quindi non solo le primarie esigenze funzionali legate alla sicurezza, ma anche gli aspetti percettivi ed emozionali legati all'illuminazione degli spazi e alla definizione di un'immagine notturna coordinata.

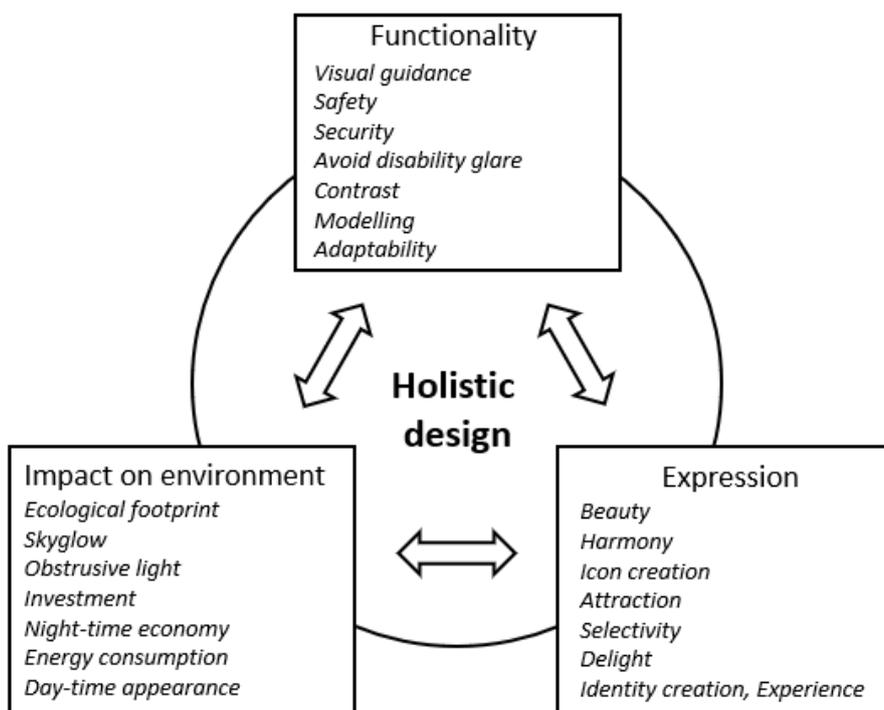


Figura I.12 - Schema riassuntivo dell'auspicato approccio olistico nella progettazione di un masterplan di illuminazione. Fonte: CIE 234:2019, pag. 1

⁴⁶ *Ibidem*

Il report propone quindi un *framework* di riferimento per la progettazione e la gestione degli interventi, linee guida indicative e generali, che si strutturano secondo una successione di fasi riportate nello schema (Figura I.13) di seguito sintetizzate:

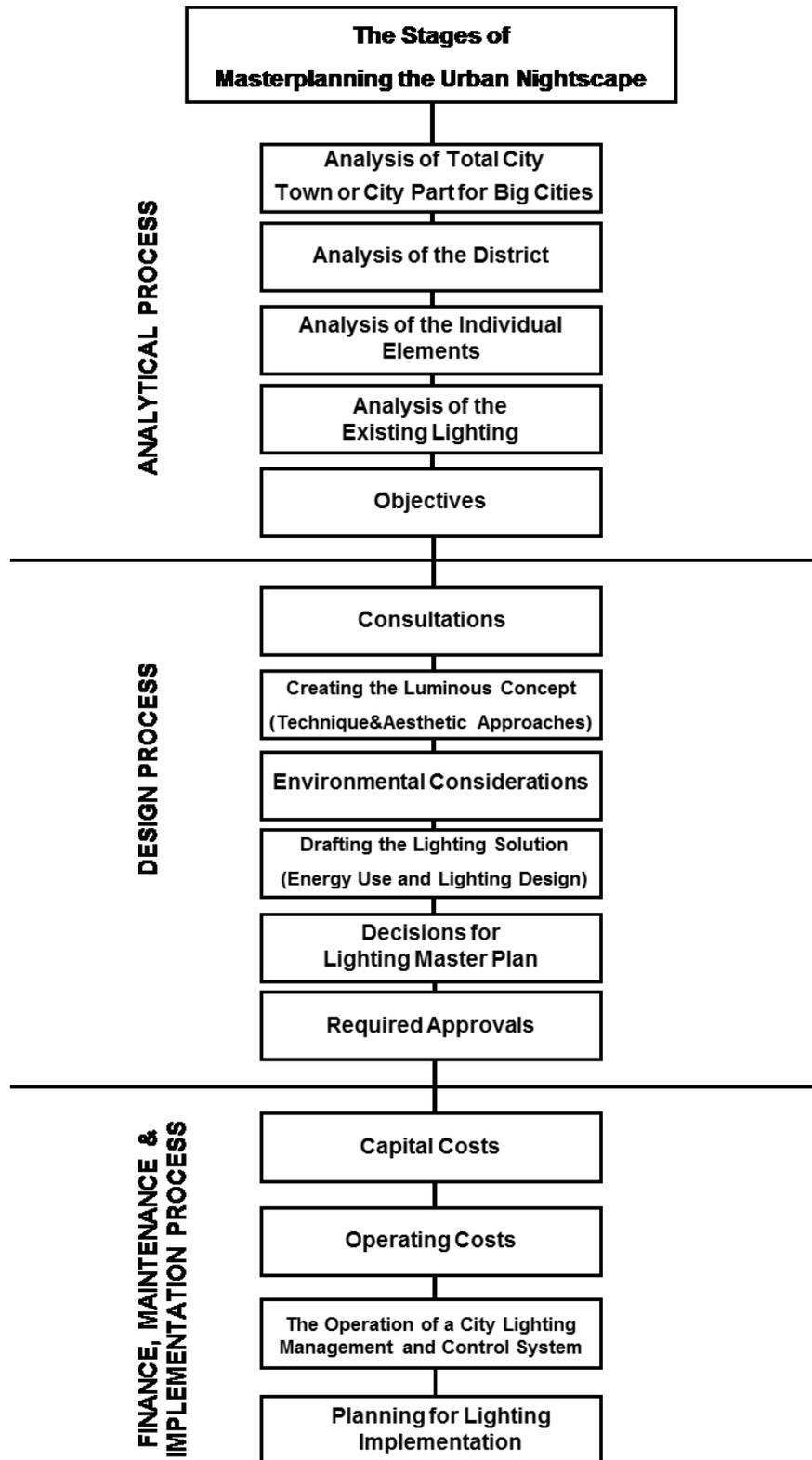


Figura I.13 - Fasi per la definizione di un masterplan per il paesaggio urbano notturno. Fonte: CIE 234:2019, pag. 13.

1. Analytical process - Fase di analisi

Vengono definiti gli aspetti da considerare nella fase di analisi preliminare, che si struttura per livelli progressivi di approfondimento: dalla città complessiva, ai singoli quartieri, alle aree o singoli edifici di particolare interesse (Figura I.14). L'analisi è finalizzata a raccogliere indicazioni a livello generale, analizzare gli elementi costituiti della città, le loro reciproche relazioni e a valutare in che misura le singole emergenze dovrebbero essere rese evidenti nella visione notturna. I risultati costituiscono le premesse fondamentali per l'avvio della progettazione del piano.

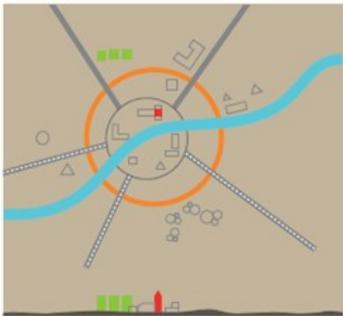
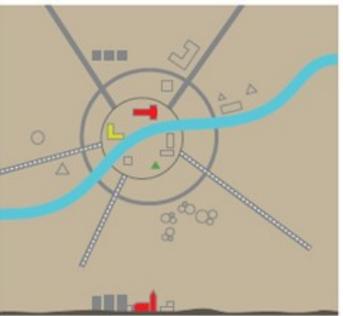
		
<p><i>a) Analysis of the city as a whole determines its characteristic elements. (e.g. the ring road, the square, the river, the palace, etc.)</i></p>	<p><i>b) Various districts can be chosen in which to employ lighting for functional or subjective reasons (e.g. the historic centre, the waterside district, a park, etc.)</i></p>	<p><i>c) Buildings or places that are of interest by virtue of their architecture, history, art or symbolic significance can be lit to explain and emphasize these assets</i></p>

Figura I.14 - Schemi riassuntivi dei livelli di approfondimento della fase di analisi. Fonte: CIE 234:2019, pag. 15.

La fase di analisi prevede in particolare la definizione di esigenze (funzionali e degli utenti coinvolti) e l'individuazione degli elementi architettonici e paesaggistici che per rilevanza si ritiene utile enfatizzare durante le ore notturne, per permettere una lettura critica del contesto e che ne rispecchi l'identità. Ai fini di definire un masterplan dell'illuminazione che tenga conto anche dell'espressività e dei valori visuali del sito come criterio di progettazione, il Report introduce indicazioni, da integrare ai requisiti previsti dalle normative tecniche di settore citate in precedenza (cfr. I.2.3 Vincoli normativi e legislativi). In particolare, per la gestione e valorizzazione della silhouette della città, vengono introdotti rapporti e gerarchie di luminanza consigliati e si suggerisce l'utilizzo di temperature di colore della luce differenziate, facendo riferimento come linee guida generali al documento CIBSE/ILE "Lighting the Environment" del 1995 (CIBSE/ILE, 1995).

Ad esempio, in termini di contrasti di luminanza consigliati vengono riportate le seguenti indicazioni (Figura I.15):

- 3/1: appena evidente;
- 5/1: basso impatto;
- 10/1: alto impatto.

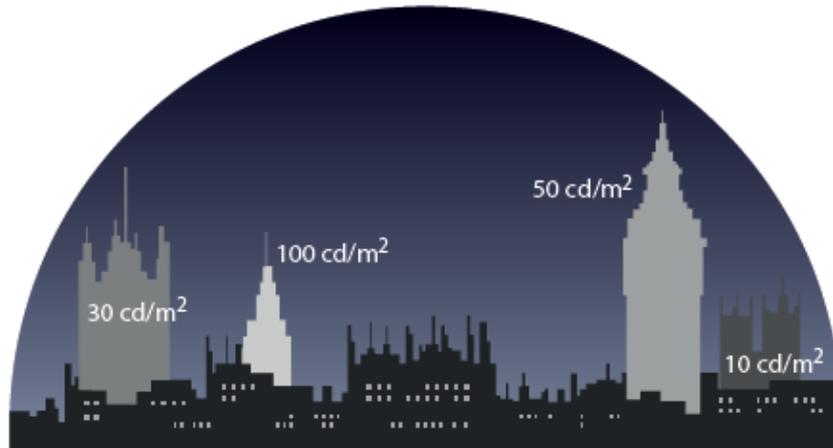


Figura I.15 - Esempio di gerarchia di illuminazione tra edifici. Fonte: CIE 234:2019, pag. 21.

In questa fase si sottolinea inoltre l'importanza di individuare elementi di landmarks, punti di riferimento e orientamento nella visione diurna e che dovrebbero pertanto essere riconoscibili anche di notte, nonché punti di vista privilegiati (Figura I.16), importanti nodi nella percezione e progettazione dell'immagine notturna. In quest'ottica le raccomandazioni CIE si allineano alle indicazioni fornite dai piani paesaggistici (cfr. I.1.4 Strumenti per la tutela dei valori visuali del paesaggio).

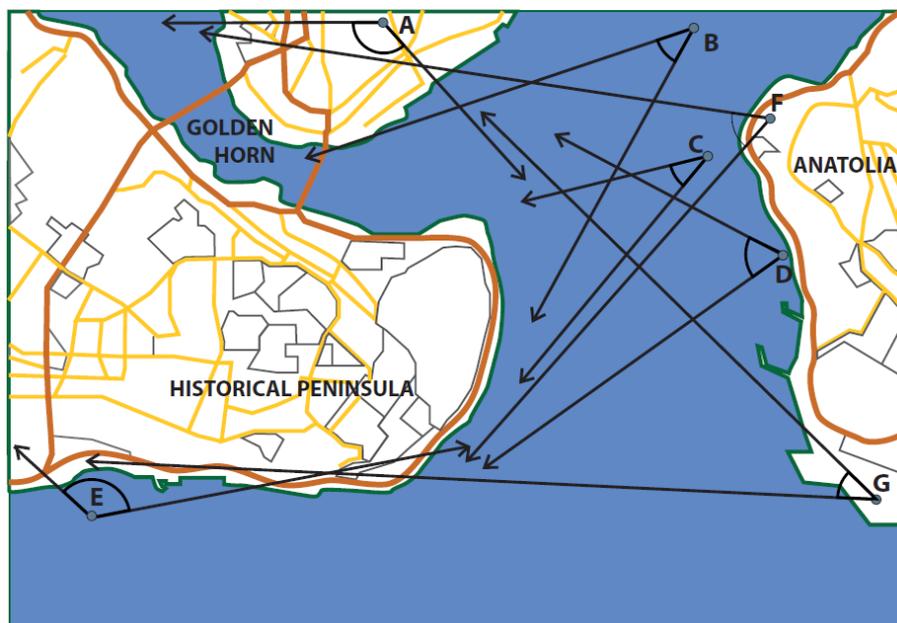


Figura I.16 - Esempio di individuazione di punti di vista privilegiati e prospettive (città di Istanbul). Fonte: CIE 234:2019, pag. 23.

Infine, nella fase di analisi si raccomanda il censimento del sistema di illuminazione esistente e si raccomanda che il masterplan fornisca indicazioni sulle modalità di rinnovamento e/o di sostituzione dello stesso.

2. Design process - Fase di progettazione

Vengono proposte una serie di indicazioni finalizzate alla progettazione del masterplan, sottolineando come l'illuminazione funzionale e quella architeturale dovrebbero essere considerate in parallelo, in quanto due contributi alla definizione dell'immagine notturna complessiva della città. Ai fini della selezione degli elementi della scena urbana da illuminare con maggior enfasi, il Report introduce un metodo che prevede una classificazione degli stessi basata sull'attribuzione di giudizi di valore, utilizzando criteri e matrici di valutazione, ai fini di definire una gerarchia utile in fase di progettazione. In Figura I.17, Figura I.18, Figura I.19, si riportano alcuni esempi delle matrici di valutazione proposte e relative a diverse tipologie di spazi urbani e di edifici.

Table 1 — Criteria for the lighting of historical buildings and structures

Subjects	Function	Historical meaning	Appearances	Image quality	Symbolic quality	Architectural properties	Silhouette effect	Distances	Promotional effect	Total points
Historic buildings	10	10	10	10	10	10	10	10	10	90
e.g. Palaces Castles Relig.Build. Other										
Structures	10	10	10	10	10	10	10	10	10	90
e.g. Bridges Towers Viaducts Other										

Figura I.17 - Esempio di matrice di valutazione per edifici storici. Attraverso l'attribuzione di un giudizio di valore a ciascun criterio è possibile definire gerarchie tra gli elementi della scena urbana, basate sulla valutazione di molteplici aspetti e utili in fase di progettazione dell'immagine notturna. Fonte: CIE 234:2019, pag. 28.

Table 2 — Criteria for the Lighting of Contemporary Buildings

Subjects	Function	Appearances	Image quality	Symbolic quality	Architectural properties	Silhouette effect	Distances	Promotional effect	Total points
Contem.build.	10	10	10	10	10	10	10	10	80
e.g. Commercial Industrial Administrative Cultural Educational Other									

Figura I.18 - Esempio di matrice di valutazione per edifici contemporanei. Attraverso l'attribuzione di un giudizio di valore a ciascun criterio è possibile definire gerarchie tra gli elementi della scena urbana, basate sulla valutazione di molteplici aspetti e utili in fase di progettazione dell'immagine notturna. Fonte: CIE 234:2019, pag. 28.

Table 3 — Criteria for the Lighting of Urban Spaces and Public Artworks

Subjects	Function	Image quality	Symbolic quality	Artistic merit	Viewing points	Distances	Total points
Urban spaces	10	10	10	10	10	10	60
e.g. Parks Gardens Pedest. areas Squares Other							
Artworks	10	10	10	10	10	10	60
e.g. Monuments Statues Fountains Sculptures Pavillions Other							

Figura I.19 – Esempio di matrice di valutazione per spazi urbani e opere d'arte pubbliche. Attraverso l'attribuzione di un giudizio di valore a ciascun criterio è possibile definire gerarchie tra gli elementi della scena urbana, basate sulla valutazione di molteplici aspetti e utili in fase di progettazione dell'immagine notturna. Fonte: CIE 234:2019, pag. 28.

A seguito della definizione delle priorità da attribuire ai vari elementi per definire una gerarchia urbana, vengono fornite indicazioni su quali aspetti sia particolarmente importante prendere in considerazione ai fini della definizione del concept dell'illuminazione:

- definire un range di valori di luminanza assoluti e contrasti di luminanza ai fini di governare lo scenario complessivo;

Definire dei range di luminanza cui attenersi in fase progettuale permette da un lato di garantire le condizioni di visibilità, d'altro lato di evitare condizioni di illuminazione eccessiva, che causerebbero inutili sprechi in termini energetici e di inquinamento luminoso. Come linee guida il Report si rimanda alle indicazioni dalla CIBSE/ILE "Lighting the Environment" del 1995 (CIBSE/ILE, 1995).

- valutare contrasti di luminanza tra le superfici illuminate e lo sfondo;

Se lo sfondo e l'ambiente circostante sono prevalentemente bui, sarà necessaria una minor quantità di luce per rendere visibili e riconoscibili gli edifici da enfatizzare. Viceversa, se l'edificio in oggetto è inserito in un contesto illuminato sarà necessario prevedere un'illuminazione più accentuata per enfatizzarne l'elevato.

- prevedere l'utilizzo di temperature di colore variabili.

In alternativa o parallelamente alla definizione di valori di luminanza variabili, è suggerita l'introduzione di variazioni nella temperatura di colore correlata e/o nel colore della luce ai fini di contribuire alla definizione di una gerarchia visiva, sia in termini di illuminazione di un singolo edificio che di gruppi di edifici.

Oltre a fornire indirizzi alla definizione del concept del masterplan di illuminazione urbano, il Report sottolinea l'importanza di valutare anche l'impatto ambientale ed economico dalle scelte progettuali, promuovendo un equilibrio tra la realizzazione di un sistema adeguato alle esigenze e la sostenibilità dello stesso.

In riferimento al tema del risparmio energetico e dell'inquinamento luminoso il Report rimanda a quanto previsto dalle singole normative nazionali e alle indicazioni fornite dalle pubblicazioni di settore (CIBSE/ILE, 1995), (Commission Internationale de l'Éclairage, 1997), (Commission Internationale de l'Éclairage, 2017). In particolare, si rimanda alle indicazioni riportate in Figura I.20 e Figura I.21, relative alla definizione di tipologie di spazi cui corrispondono valori limite di luminanza media e massima.

Zone	Lighting environment	Examples within urban areas
E1	Intrinsically Dark	Large parklands and natural spaces
E2	Low District Brightness	Centre of large squares, small parks, some residential areas
E3	Medium District Brightness	Some residential and small business areas
E4	High District Brightness	City centres and other busy commercial areas

Figura I.20 – Definizione di 4 "Environmental zones" ampiamente accettate e utilizzate nell'ambito di progetti di illuminazione (Commission Internationale de l'Éclairage, 1997).

	Luminance level (cd/m ²)			
	E1	E2	E3	E4
Average*	-	5	10	25
Maximum**	-	10	60	150
* Maximum permitted values of average surface luminance				
** Maximum permitted values for specific emphasis				

Figura I.21 – Valori limite di luminanza suggeriti in relazione alle 4 "Environmental zones" (CIBSE/ILE, 1995).

3. Finance, maintenance & implementation process - Considerazioni di carattere economico, di gestione e implementazione

Infine, vengono fornite indicazioni sul monitoraggio e sulla gestione a lungo termine dei costi connessi a un masterplan di illuminazione urbana, sia in termini di costi capitali sia operativi, sottolineando l'importanza di intraprendere azioni rivolte alla limitazione dei consumi energetici, anche attraverso l'adozione di sistemi di controllo.

I.2.6. Conclusioni

Da quanto analizzato emerge come il tema dell'illuminazione degli spazi urbani sia stato interessato da un'evoluzione continua, che ha in gran parte rispecchiato gli sviluppi e i cambiamenti politici, culturali, sociali e lo sviluppo tecnologico. Si è progressivamente pervenuti a una concezione dell'illuminazione in quanto tema di ordine culturale e strumento in grado di definire l'immagine notturna della città e influenzare la percezione visiva e la qualità della vita dei soggetti fruitori.

Parallelamente è cresciuta l'attenzione allo sviluppo di progetti attenti alla sostenibilità economica e ambientale, promuovendo l'attenzione ai temi di contenimento dei consumi energetici e dei costi connessi all'illuminazione pubblica e riduzione dell'inquinamento luminoso.

Dall'esame della normativa di settore emerge proprio come vengano forniti requisiti quantitativi relativi all'aspetto funzionale legato alla sicurezza e al perseguimento di obiettivi di sostenibilità ambientale, energetica ed economica.

Per quanto riguarda le indicazioni al progetto inteso come strumento di definizione dell'immagine notturna e valorizzazione dell'insieme, si ritrovano più che altro raccomandazioni e linee guida, che di fatto delegano alla sensibilità del progettista il controllo degli aspetti qualitativi e comunicativi della luce. Le recenti raccomandazioni CIE (Commission Internationale de l'Éclairage, 2019) dimostrano l'attuale interesse della ricerca in questa direzione e costituiscono un importante riferimento nello sviluppo di progetti. Per quanto nato per fornire indicazioni nell'ambito del paesaggio urbano infatti, il Report propone un approccio olistico al tema della progettazione dell'illuminazione e introduce indicazioni metodologiche che includono anche il carattere visivo come criterio di progettazione. Per tale motivo il Report ha costituito un riferimento nell'ambito della presente ricerca, che intende proporre un approccio adatto anche al più ampio tema del paesaggio culturale e integrato con riferimenti più attuali.

Un ulteriore elemento di riflessione emerso è costituito dal fatto che, nonostante lo sviluppo di riflessioni innovative, approcci olistici e la progressiva integrazione tra piani di sviluppo territoriale e progettazione dell'illuminazione artificiale, gran parte delle applicazioni pratiche volte alla definizione di un'immagine notturna coordinata e sistemica si sono limitate ai limiti fisici delle città. Le stesse indicazioni normative e gli strumenti di gestione del progetto illuminotecnico forniscono, nella maggior parte dei casi, indicazioni per quanto riguarda l'intervento in ambiente urbano e la valorizzazione di singole emergenze architettoniche, limitandosi per le aree esterne alle città, con connotazioni paesaggistiche variegata e sedi del patrimonio diffuso, a imporre il rispetto delle esigenze prestazionali. In altri termini non esistono indicazioni volte a garantire la valorizzazione dell'immagine notturna del paesaggio culturale nel suo insieme, attraverso criteri che consentano di costruire un'immagine armonica, frutto di un progetto mirato e dell'uso di un linguaggio coordinato.

Nel capitolo successivo pertanto si amplierà il campo di indagine al tema del paesaggio, esaminando attitudini e tendenze attuali del progetto di illuminazione in territori in cui le funzioni urbane e i connotati naturali si fondono generando paesaggi complessi.

I.3 Il paesaggio notturno

Come esaminato nei precedenti capitoli attualmente il dibattito culturale internazionale attribuisce un'importante attenzione al tema del paesaggio. Tra gli aspetti trattati alcune ricerche si sono occupate e si occupano dello studio e della valorizzazione dell'immagine del paesaggio. Tali studi sono affiancati dall'attuale tendenza a promuovere una fruizione del territorio ampia e una riscoperta dei centri minori e del patrimonio diffuso in contesti paesaggistici di diversa natura. Tuttavia, si osserva come il campo di interesse si concentri sulla valorizzazione dell'immagine diurna dei siti, senza trovare riscontro nella definizione della corrispondente immagine notturna.

Le stesse normative e raccomandazioni in materia di illuminazione si fondano per lo più su criteri quantitativi e logiche di carattere economico-ambientale, e le politiche di intervento si limitano, nella maggior parte dei casi, ai limiti fisici della città, escludendo nella maggior parte dei casi dalla progettazione dell'immaginario notturno la varietà di paesaggi che circondano le città e che si offrono allo sguardo di cittadini e turisti.

Ai fini di intraprendere un ragionamento su questo tema, nella seguente sezione si riportano gli esiti di un'indagine conoscitiva finalizzata alla valutazione dello stato di fatto dell'immagine notturna di contesti con forti connotazioni paesaggistiche, caratterizzati da insediamenti diffusi sul territorio, sedi del patrimonio diffuso, esulando quindi da quanto accade all'interno delle maggiori città. Dall'analisi della condizione attuale, eseguita sulla base di immagini fotografiche rappresentative di situazioni e contesti ricorrenti, sono state estrapolate considerazioni critiche e indicazioni utili ad una riflessione sulla definizione dell'immagine notturna di tali contesti (**paragrafo 3.1**). Sono state quindi analizzate le possibili ricadute che potrebbero derivare dall'introduzione di maggiori attenzioni e/o di un approccio metodologico nella progettazione notturna dei siti (**paragrafo 3.2**). Infine, sono state identificate tipologie generiche di contesti territoriali, che, per morfologia e caratteristiche intrinseche, si presterebbero in modo particolare ad una riflessione sulla progettazione coordinata dell'immagine notturna percepita da punti di osservazione sia interni che esterni agli insediamenti urbani (**paragrafo 3.3**).

I.3.1. L'immagine notturna del paesaggio culturale: stato di fatto

Nell'ambito di questa ricerca l'attenzione è stata focalizzata sull'immagine notturna del paesaggio culturale. È stata pertanto svolta un'analisi critica preliminare, il cui obiettivo è quello di investigare e sviluppare riflessioni critiche sull'attuale condizione d'illuminazione e sull'immagine notturna percepita di contesti caratterizzati da forti connotazioni paesaggistiche e culturali.

L'analisi è stata condotta attraverso la raccolta di una serie di immagini fotografiche notturne, al fine di ottenere una panoramica di casi differenti e rappresentativi della condizione attuale.

Nella selezione delle immagini sono stati presi in considerazione ambiti territoriali con spiccati caratteri paesaggistici, caratterizzati da insediamenti diffusi sul territorio, piccoli centri urbani e borghi, sedi del patrimonio diffuso. Il valore storico e paesaggistico di tali contesti è di indiscusso rilievo (Micelli & Pellegrini, 2018), oltre che al centro di politiche di tutela e valorizzazione (cfr. I.1 Il paesaggio culturale).

La ricerca è stata inoltre limitata a morfologie territoriali caratterizzate da rapporti di visibilità e relazioni visive da molteplici punti di osservazione, non solo interni agli insediamenti urbani, ma soprattutto all'esterno di essi, in corrispondenza delle reti stradali e di luoghi significativi per la fruizione del territorio. È stato infatti individuato quale elemento centrale per l'indagine la valutazione dell'immagine percepita e l'impatto visivo determinato attraverso l'illuminazione artificiale sui soggetti fruitori; pertanto nella selezione delle immagini è stata prestata attenzione al fatto che queste fossero tratte da visuali reali e accessibili dall'utenza. Inoltre, considerato che nelle indicazioni per la tutela e valorizzazione del paesaggio si sottolinea l'importanza della valorizzazione dei valori scenico-percettivi anche da punti di vista esterni (cfr. I.1.4 Strumenti per la tutela dei valori visuali del paesaggio), sono state prese in esame immagini tratte da punti di vista esterni agli insediamenti urbani, che permettono una valutazione sull'immagine percepita da fruitori *outsider*.

La raccolta delle immagini fotografiche ha permesso di ottenere una panoramica composta da casi differenti e rappresentativi in particolare del panorama nazionale. Nella presente trattazione è riportata una parte delle immagini raccolte, selezionate in quanto particolarmente rappresentative di situazioni ricorrenti, da cui sono tratte alcune considerazioni critiche. L'indagine è stata sviluppata con finalità conoscitive e, pertanto, non ha la pretesa di essere esaustiva dell'intera complessità del paesaggio culturale, tuttavia consente di avanzare delle riflessioni su un campione quanto più possibile ampio e diversificato.

CAPITOLO I

Dall'analisi sono emersi, soprattutto a livello internazionale, alcuni casi in cui è possibile riscontrare la presenza di una progettazione attenta dell'immagine notturna, volta alla valorizzazione dei siti anche nelle ore notturne. Si riportano a titolo di esempio due casi significativi.

Nel progetto di illuminazione per il sito di Mont Saint Michel, in Francia (Figura I.22), sviluppato dallo studio Light Cibles di Parigi⁴⁷, grazie a una progettazione attenta, è stata definita un'immagine notturna evocativa della specificità del luogo e in grado di valorizzarne le caratteristiche architettoniche e paesaggistiche. La lettura del sito, come dichiarato dai progettisti, è stata volontariamente orchestrata dal punto di vista del camminatore che dalla diga si dirige verso l'isolotto di Mont Saint Michel (punto di vista del fruitore *outsider*). Il progetto illuminotecnico si concentra gradualmente sugli elementi costitutivi del Monte, siano essi naturali o costruiti, e prevede una gerarchia della luce, che aumentando progressivamente di intensità culmina nell'abbazia sommitale, conducendo idealmente verso il cielo.



Figura I.22 - Mont Saint Michel, Francia. a) Immagine diurna. b) Immagine notturna. Progetto illuminotecnico: Light Cibles, Louis e Emmanuel Clair, 2006. (Fonte: <https://www.lemoniteur.fr/>).

Un altro esempio di progettazione dell'immagine notturna in cui è stata posta attenzione anche al punto di vista del fruitore esterno e alla lettura del paesaggio in quanto sistema composto da molteplici elementi relazionati è il progetto per il Forte di Bard (AO), Italia (Figura I.23).



Figura I.23 - Forte di Bard, AO, Italia. a) Immagine diurna. b) Immagine notturna. Progetto di restauro e illuminazione: Finbard. (Fonte: <https://www.fortedibard.it/> e <https://www.lifegate.it>).

⁴⁷ <http://light-cibles.com/>

Il Forte, ubicato in posizione arroccata sulla montagna e dominante rispetto all'abitato sottostante, è facilmente visibile da molteplici punti di vista tra cui dalle principali infrastrutture viarie che attraversano la valle montana. Il sistema di illuminazione previsto permette di rendere visibili e leggibili i caratteri del Forte, in quanto elemento di *landmark*, ma prevede anche una tenue illuminazione della parete montuosa. In tal modo è stato possibile evitare la creazione di un'immagine notturna caratterizzata da un unico elemento illuminato in un contesto buio, preferendo piuttosto la definizione di un'immagine armonica, che include il forte come elemento principale di richiamo visivo, ma non esclude il contesto naturale paesaggistico e il borgo sottostante.

Questi esempi positivi dimostrano come anche in contesti paesaggistici ampi, in cui i caratteri naturali e antropici si sovrappongono vicendevolmente, la luce, se opportunamente progettata, può diventare un importante strumento di valorizzazione dei siti.

Tuttavia, dall'analisi generale, accanto a un numero limitato di casi in cui si evidenzia una forte componente progettuale, emergono numerosi altri esempi in cui si osserva una generale assenza di attenzione alla definizione dell'immagine notturna.

Nei casi riportati Figura I.24, Figura I.25, Figura I.26 ad esempio, è evidente come le scelte di illuminazione siano dettate unicamente dall'attenzione alla singola emergenza architettonica. Sebbene questa esigenza possa essere giustificata dalla volontà di porre particolare enfasi sul singolo bene puntuale, quando il punto di vista non è interno al centro urbano emerge una carenza nella percezione d'insieme.



Figura I.24 - Esempi di assenza di un'adeguata progettazione di un'immagine notturna del paesaggio. Mendatica, IM. (Fonte: Meridiani, anno XX, aprile 2007, n.157, pag. 68).

CAPITOLO I



Figura I.25 - Avigliana, TO, Italia. (Fotografia dell'autore).



Figura I.26 - Torre della Specola, Padova. (Fonte: iGuzzini).

L'assenza di una strategia in grado di mettere a sistema gli insediamenti, il patrimonio culturale diffuso e il paesaggio contestuale anche nelle ore notturne genera quindi criticità e determina, nella maggior parte dei casi, difformità nella percezione generale o contrasti eccessivi, quindi fastidiosi, in termini di luminanza (Figura I.27, Figura I.28).



Figura I.27 - Bellagio, CO, Italia. (Foto di Roberto Marasco, Fonte: <https://www.touringclub.it/borghi-ditalia>).



Figura I.28 - Portovenere, Liguria (Fotografia di: G. Indivieri. Fonte: <https://www.touringclub.it/borghi-ditalia>).

CAPITOLO I

All'eterogeneità nelle scelte relative all'illuminazione spesso si accompagna un'eterogeneità in termini di temperatura di colore della luce (Figura I.29, Figura I.30); la criticità non è da rintracciare nell'utilizzo di temperature di colore non uniformi, quanto piuttosto nel fatto che tali variazioni non siano frutto di scelte progettuali, quanto il risultato di interventi puntuali non coerenti e coordinati tra loro.



Figura I.29 - Ragusa Ibla, RG, Italy. (Fotografia di G. Paoli. Fonte: <https://www.touringclub.it/borghi-ditalia>)



Figura I.30 - Vieste (FG). (Fonte: <https://turistipercaso.it>).

In molti dei casi analizzati è possibile inoltre osservare come l'illuminazione ambientale dell'insediamento e dei suoi elementi rappresentativi non sia il risultato di un'illuminazione dedicata, quanto della diffusione del fascio luminoso degli apparecchi per l'illuminazione stradale (Figura I.31, Figura I.32).



Figura I.31 - Montalto Uffugo (CS), Calabria. (Fonte: <https://www.e-borghi.com>).



Figura I.32 - La Morra (CN). (Fotografia dell'autore).

CAPITOLO I

Infine, introducendo nell'analisi il confronto tra immagine diurna e immagine notturna di uno stesso sistema da un medesimo punto di vista (Figura I.33, Figura I.34, Figura I.35), è emersa in molti casi una netta distinzione nella percezione, laddove nell'immagine notturna spesso è stata riscontrata una carenza di attenzione nella definizione di un sistema coordinato.



Figura I.33 - Porto Ercole, Toscana. Immagine diurna e notturna. (Fonte: <https://www.e-borghi.com>).



Figura I.34 - Batignano (GR) (Fotografie: F. Floris).



Figura I.35 - Montepescali (GR) (Fotografie: F. Floris).

In conclusione, da questa analisi preliminare generale è emerso come sia assente, nella maggior parte dei casi, un'attenzione nei confronti della progettazione notturna dell'immagine del paesaggio culturale sede del patrimonio diffuso. Le indicazioni e gli strumenti di gestione del progetto illuminotecnico forniscono infatti indicazioni relative all'intervento in ambiente urbano e per la valorizzazione di emergenze architettoniche, limitandosi per le aree esterne alle città, con connotazioni paesaggistiche variegate e sedi del patrimonio diffuso, a imporre il rispetto dei requisiti quantitativi legati agli aspetti funzionali di sicurezza e sostenibilità energetico-ambientale. Il controllo degli aspetti qualitativi e comunicativi della luce viene delegato unicamente alla sensibilità del progettista e non è prevista la definizione e adozione di masterplan complessivi dell'illuminazione, finalizzati a guidare le scelte progettuali nell'ottica di definire uno scenario complessivo, così come inteso e auspicato dai PRIC e dal Report CIE 2019 (Commission Internationale de l'Éclairage, 2019). In altri termini si riscontra una carenza nell'applicazione di indicazioni qualitative in aggiunta ai requisiti quantitativi, volte a garantire la valorizzazione dell'immagine notturna del paesaggio culturale nel suo insieme, attraverso criteri che consentano di costruire un'immagine armonica, frutto di un progetto mirato e dell'uso di un linguaggio coordinato.

Il risultato finale cui si assiste è quindi spesso il frutto di interventi separati, non coordinati e dilazionati nel tempo. Ovviamente l'obiettivo da perseguire non può essere quello di illuminare tutti gli elementi del territorio e del contesto che li ospita, tuttavia strategie basate su una metodologia appropriata potrebbero essere indirizzate a creare scenari luminosi, sulla base della definizione di una prescelta immagine notturna.

I.3.2. Potenzialità dello studio dell'immagine notturna del paesaggio culturale

Sulla base di quanto espresso dal dibattito culturale e delle considerazioni emerse è evidente come sia necessario superare il concetto di illuminazione puntuale delle emergenze architettoniche o limitata ai centri urbani, includendo nella riflessione il paesaggio culturale in quanto sistema, sede del patrimonio diffuso, con caratteristiche morfologiche e percettive estremamente variabili.

Lo studio di un idoneo sistema di illuminazione volto alla definizione dell'immagine notturna per il paesaggio culturale richiede, al pari delle politiche di valorizzazione

dell'immagine diurna, di prendere in considerazione sistemi territoriali ampi e punti di vista sia interni che esterni. Oltre a fornire efficace risposta alle esigenze delle differenti tipologie di utenza coinvolte, attraverso il rispetto delle esigenze prestazionali imposte da normativa, la definizione di un'ideale immagine notturna potrebbe essere strumento per ad agevolare la fruizione del paesaggio stesso, nell'ottica di strategie legate alla promozione della cultura e del turismo. Il progetto in questi termini potrebbe diventare occasione per rendere evidenti gerarchie e relazioni che sono già esistenti, ma non leggibili durante le ore diurne e che potrebbero essere rese esplicite nella definizione dell'immagine notturna. Enfatizzare trame, sottolineare dettagli, tracciare segni sono gli strumenti attraverso cui il progetto illuminotecnico opera indirizzando e invitando il fruitore a differenti chiavi di lettura.

Definire l'immagine notturna del paesaggio culturale potrebbe divenire quindi un ulteriore strumento nell'ambito delle politiche volte alla valorizzazione degli aspetti scenico percettivi, finalizzato a promuovere un uso continuativo del territorio, non solo limitato alle ore diurne. La fruizione dei siti infatti potrebbe essere garantita e incentivata, stimolando l'interesse degli utenti.

La definizione di un'immagine notturna coordinata, laddove supportata da un idoneo progetto illuminotecnico, potrebbe quindi:

- amplificare il valore culturale dei siti, definendone una coordinata immagine notturna, valorizzandone le testimonianze storico culturale di maggior rilievo, in un'ottica attenta alla percezione del sistema paesaggistico complessivo.
- implementare il valore economico e l'attrattività turistica, favorendo un uso più continuativo del territorio. La percorrenza, anche serale, di itinerari culturali e la promozione di iniziative volte alla riscoperta del paesaggio culturale potrebbero divenire motore per accrescere l'attrattività dei siti, avvalendosi delle potenzialità del segno luminoso, nella costante attenzione al rispetto della validità culturale delle operazioni.
- promuovere le potenzialità sociali e aggregative del paesaggio culturale e del patrimonio diffuso.
- sviluppare progetti attenti ai temi di sostenibilità ambientale, attraverso un'attenta politica legata alla scelta delle tecnologie e alla progettazione degli impianti, al fine di ridurre l'impatto ambientale e i costi connessi ai sistemi di illuminazione.

I.3.3. Contesti paesaggistici particolarmente idonei alla valorizzazione dell'immagine notturna

La presente ricerca è volta a intraprendere una riflessione relativa alla progettazione dell'immagine notturna del paesaggio culturale, fondata quindi su una scala extra comunale, considerando sistemi e relazioni tra paesaggi, insediamenti e architetture. Tale riflessione troverebbe ampia applicabilità in particolari morfologie territoriali, tali da offrire rapporti di reciproca visibilità da molteplici punti di osservazione, non solo interni agli insediamenti urbani, ma soprattutto esterno di essi.

Ai fini di mettere in evidenza le tipologie territoriali che maggiormente si presterebbero a una riflessione sulla progettazione dell'immagine notturna complessiva, si riporta di seguito una suddivisione per macro-categorie. Nei contesti riportati la valorizzazione dell'immagine notturna in un'ottica di paesaggio culturale potrebbe diventare uno strumento importante nell'ambito di politiche di valorizzazione che includano sia i contesti urbanizzati, sia le rilevanze architettoniche diffuse sul territorio, sia il contesto paesaggistico circostante.

1. Contesti montani

Caratterizzati nella maggior parte dei casi da insediamenti urbani collocati nelle valli e ad altitudini variabili, percepibili quindi nella loro interezza da punti di vista esterni (collocati lungo le principali vie di accesso o dagli itinerari turistici di fruizione del territorio).



Figura I.36 - Esempi di morfologie territoriali montane in cui, da punti di vista esterni, l'immagine dell'insediamento e del contesto naturale circostante è particolarmente significativa. La definizione accurata della corrispondente immagine notturna potrebbe valorizzare il contesto anche nelle ore serali. Da sinistra a destra: a) Vipiteno, BZ. (Fonte: <https://www.dolomiti.it>). b) Gromo, BG. (Fonte: web). c) Alagna Valsesia, AO (Fotografia: A. Paragamyan) d) Carona, BG. (Fonte: web).

2. Contesti collinari

Gli insediamenti urbani sorgono, nella maggior parte dei casi, su leggere alture e spesso si ritrovano tracce materiali del trascorrere dei secoli (castelli arroccati, mura difensive, edifici di culto, ecc.). Anche in questo caso i punti di vista esterni assumono particolare rilievo in quanto offrono visuali sui borghi inseriti nel contesto territoriale circostante e punti di osservazione privilegiati localizzati lungo le vie di accesso e fruizione del territorio e lungo gli itinerari culturali, oggi particolarmente promossi dagli enti turistici.



Figura I.37 - Esempi di morfologie territoriali collinari Da sinistra a destra: a) Barbaresco, CN. (Fonte: <https://www.siviaggia.it>). b) Rivodutri (RI) (Fonte: <https://www.eborghi.com>). c) Castro dei Volsci (FR) (Fonte: <https://www.eborghi.com>). d) Montalcino (SI) (Fonte: <https://www.eborghi.com>).

3. Contesti lacustri

In questi casi lo sviluppo di insediamenti segue spesso le pendici degli specchi d'acqua, definendo relazioni di inter-visibilità da molteplici punti della costa.

Inoltre ulteriore elemento che può notevolmente influire nella percezione diurna, ma soprattutto notturna, del paesaggio culturale è la presenza dell'acqua.

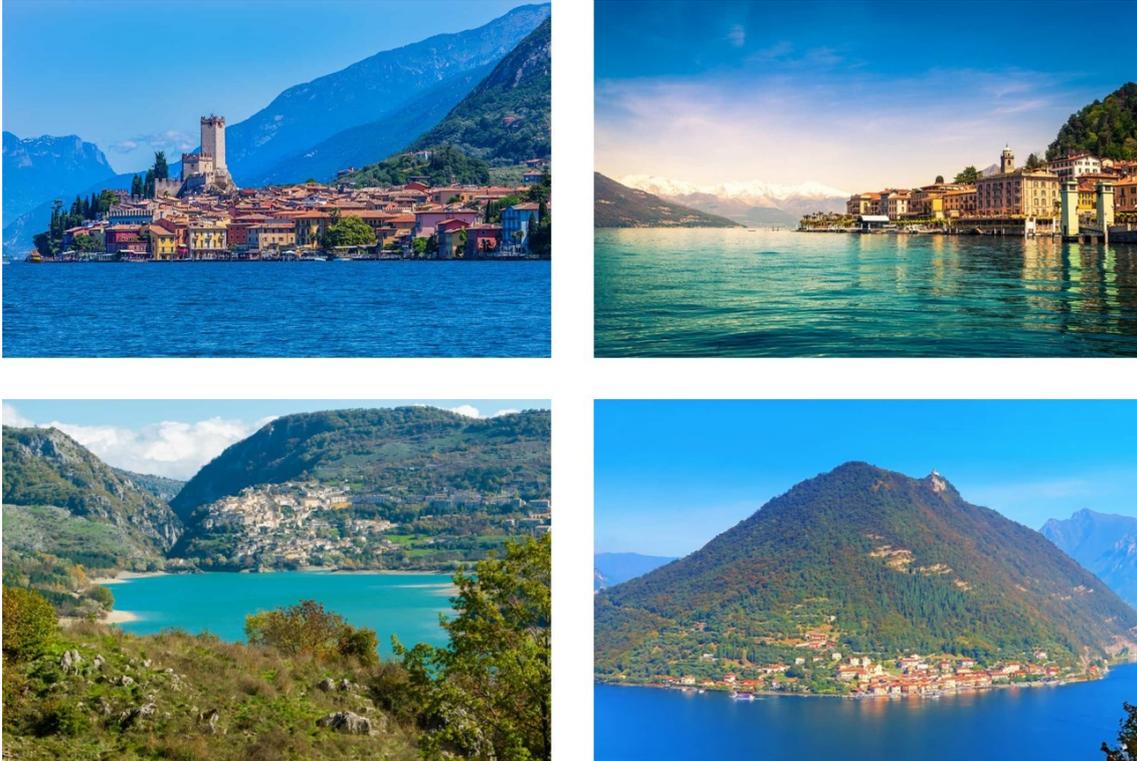


Figura I.38 - Esempi di morfologie territoriali lacustri. Da sinistra a destra: a) Malcesine, Lago di Garda. (Fonte: <https://www.viagginews.com>). b) Bellagio, Lago di Como, CO. (Fonte: <https://www.viagginews.com>). c) Civitella Alfedena (AQ). (Fonte: <https://www.viagginews.com>). d) Monte Isola (BS). (Fonte: <https://www.viagginews.com>).

4. Contesti marittimi

In particolare, si fa riferimento a contesti laddove la conformazione della costa e del contesto circostante prevedano itinerari e punti di vista da cui sia possibile apprezzare l'interazione tra paesaggio antropizzato e contesto naturale circostante.



Figura I.39 - Esempi di morfologie territoriali marittime. Da sinistra a destra: a) Cervo (IM). (Fonte: <https://www.touringclub.it>). b) Camogli (GE). (Fonte: <https://www.agoda.com>). c) Scilla (RC). (Fonte: web). d) Sperlonga (LT). (Fonte: web).

Le tipologie paesaggistiche riportate per macro-categorie caratterizzano fortemente non solo il paesaggio nazionale italiana, ma anche quello europeo e si prestano particolarmente ad uno studio finalizzato alla valorizzazione dell'immagine notturna del paesaggio culturale nella sua più ampia accezione.

I.3.4. Conclusioni

Da un'analisi preliminare, non esaustiva ma finalizzata ad individuare situazioni ricorrenti e rappresentative dell'attuale condizione di illuminazione di contesti territoriali con caratteri morfologici variabili, costituiti da piccoli insediamenti urbani e beni architettonici diffusi sul territorio, emerge come sia assente, ad esclusione di pochi e riconoscibili casi, un'attenzione nei confronti della progettazione notturna dell'immagine del paesaggio culturale sede del patrimonio diffuso. In generale l'illuminazione dei siti non segue le indicazioni di un progetto volto a definire uno scenario complessivo (masterplan di illuminazione), ma è piuttosto il risultato di interventi separati e non coordinati, che si vanno a sommare e sovrapporre. L'assenza di una strategia generale si manifesta sotto forma di contrasti eccessivi di luminanza, utilizzo non coordinato di

differenti temperature di colore della luce, illuminazione di solo alcune parti dell'insediamento secondo logiche che rispondono a esigenze funzionali e/o di valorizzazione di singoli elementi. Si rilevano altresì interventi progettati unicamente in funzione di punti di osservazione interni all'insediamento urbano, trascurando di considerare il risultato complessivo percepito da punti di osservazione esterni ad essi.

A fronte di tali considerazioni si riconosce che l'introduzione di maggiori attenzioni nella progettazione notturna di tali contesti potrebbe determinare ricadute positive in termini di valore culturale del sito, valore economico e attrattività turistica, valore sociale, promuovendo al contempo la sostenibilità energetico-ambientale degli interventi e il contenimento dei costi.

Si sottolinea infine come particolari morfologie territoriali, caratterizzate da rapporti di visibilità e relazioni visive da molteplici punti di osservazione, non solo interni agli insediamenti urbani, ma soprattutto all'esterno di essi, si prestano a una progettazione mirata a tali finalità.

I.4 L'innovazione tecnologica

Il settore illuminotecnico è investito da una fase di trasformazione, sulla spinta dell'innovazione tecnologica e della necessità di implementare la sostenibilità ambientale, energetica ed economica degli impianti. L'illuminazione pubblica infatti è un servizio fondamentale per la sicurezza dei cittadini e per la valorizzazione degli spazi urbani, ma al contempo rappresenta anche una delle voci di spesa più importanti nel bilancio delle amministrazioni comunali. Considerando l'evoluzione tecnologica occorsa nel settore dell'illuminazione e perseguendo le finalità di contenere i costi e ridurre i consumi energetici e l'inquinamento luminoso, numerose municipalità hanno avviato azioni di retrofit dei sistemi di illuminazione pubblica, sostituendo le sorgenti tradizionali attualmente in uso con tecnologie LED e/o introducendo sistemi di regolazione e controllo degli impianti.

Oggi tali politiche di intervento, che interessano sia la progettazione ex-novo che il rinnovamento degli impianti di illuminazione pubblica, si fondano su esigenze di carattere sostanzialmente economico-ambientali grazie alle potenzialità che le nuove tecnologie di illuminazione e controllo offrono in un'ottica di risparmio energetico e riduzione dei costi di manutenzione. La sostituzione degli impianti tradizionali con impianti a LED implica tuttavia anche un'alterazione nell'immagine notturna dei singoli beni, dei contesti urbani e del paesaggio nel suo insieme.

Nel seguente capitolo il processo di trasformazione in atto è stato preso in esame, con particolare riferimento alla situazione italiana, esaminando l'attuale condizione del sistema di illuminazione pubblica e le attuali tendenze a introdurre soluzioni più efficienti (**paragrafo 4.1**). Sono stati sinteticamente analizzati i limiti e le potenzialità delle principali soluzioni innovative sempre maggiormente diffuse (**paragrafo 4.2**). Infine, sono state messe in evidenza alcune delle implicazioni che il retrofit degli impianti di illuminazione pubblica comporta in termini di prestazioni illuminotecniche, impatto sociale, sostenibilità economica ed energetico-ambientale, sottolineando in particolare le possibili ricadute sull'alterazione della percezione notturna (**paragrafo 4.3**).

I.4.1 Verso il rinnovamento dei sistemi di illuminazione pubblica

I sistemi di illuminazione pubblica nelle nostre città sono un servizio di base per i cittadini e ricoprono molteplici funzioni, come già messo in evidenza (cfr. I.2 L'illuminazione urbana): è quindi necessario fornire un servizio di alta qualità in conformità con le contemporanee abitudini sociali. L'illuminazione pubblica ricopre anche un ruolo fondamentale nel definire l'immagine notturna dei siti, migliorandone l'attrattività (Seshadri, 1997). Come riportato da Beccali et al. nel 2017 un sistema d'illuminazione adeguatamente progettato può garantire adeguati livelli di comfort e coadiuvare gli utenti nell'utilizzo delle città, migliorandone la qualità della vita ed evitando al contempo condizioni di eccessiva illuminazione e inquinamento luminoso (Beccali, et al., 2017). Inoltre, l'illuminazione svolge un ruolo primario in termini di sicurezza personale e prevenzione di azioni criminose, oltre che garantire il senso di orientamento nello spazio e segnalare la presenza di ostacoli (Peña-García, et al., 2015).

A fronte di queste primarie funzioni da garantire, gli impianti di illuminazione implicano dei costi che gravano sui bilanci delle pubbliche amministrazioni (Radulovic, et al., 2011), determinano un impatto significativo in termini di consumo di energia e potenzialmente influiscono sull'inquinamento luminoso (Leccese & Tuoni, 2003). Per far fronte a tali aspetti, la ricerca promuove l'introduzione di sistemi sempre più efficienti, in grado di rispondere alle esigenze degli utenti, riducendo al contempo i costi e l'impatto ambientale.

Alcuni studi dimostrano che in Italia, come nel resto dell'Unione Europea, i sistemi di illuminazione urbana e stradale attualmente in uso sono in molti casi obsoleti e inefficienti, non conformi alle normative, talvolta danneggiati e rappresentano per tutti i Comuni una potenziale opportunità in termini di miglioramento dell'efficienza energetica e riduzione di CO₂ (Kostic & Djokic, 2009), (Cellucci, et al., 2015), (Beccali, et al., 2018). Al fine di quantificare il problema si sottolinea che circa il 33% dell'energia elettrica prodotta a livello mondiale è impiegata in applicazioni legate all'illuminazione (Thejo Kalyani, et al., 2017) e che nel 2015 i sistemi per l'illuminazione stradale hanno determinato in Europa consumi pari approssimativamente a 35TWh/anno, i cui costi sono gravati principalmente sulle singole municipalità (Tähkämö & Halonen, 2015). Uno studio condotto per la Commissione Europea (European Commission, 2004) ha inoltre dimostrato che risparmi compresi tra il 30% e il 50% dell'elettricità utilizzata per l'illuminazione potrebbero essere raggiunti investendo in sistemi di illuminazione ad alta efficienza energetica. Nella maggior parte dei casi, tali investimenti risulterebbero redditizi e sostenibili, migliorando al contempo la qualità dell'illuminazione (Gil-de-Castro, et al., 2012).

A livello nazionale, l'attuale condizione italiana del settore dell'illuminazione pubblica, è stata delineata in alcuni studi condotti dall'istituto di ricerca nazionale ENEA (Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile), tra cui il "Progetto Lumière" (Annunziato, et al., 2011) e il successivo "Public Energy Living Lab" (PELL) (Gozo, et al., 2015), entrambi finalizzati a promuovere l'efficienza energetica nel settore e a creare una rete in grado di collegare differenti stakeholder

pubblici e privati (comuni, centri di ricerca, cittadini e altre parti interessate) per condividere conoscenze e facilitare l'evoluzione tecnologica. Le analisi condotte nell'ambito di tali ricerche hanno dimostrato al 2015 in Italia il settore dell'illuminazione pubblica fosse responsabile di un consumo energetico pari a 5,9 TWh/anno (con circa 11 milioni di punti luce e una potenza installata totale di 1.595 MW), pari al 12% rispetto al consumo energetico totale, che si aggira intorno a 50,8 TWh/anno. Inoltre, dall'analisi di un campione di 809 comuni, che rappresentano il 10% dei comuni italiani con una popolazione compresa tra 5.000 e 50.000 abitanti, è emerso come negli impianti esistenti siano principalmente in uso tre tipologie di sorgenti: vapori di sodio ad alta pressione (50% del totale della potenza installata), vapori di mercurio (42%) e ioduri metallici (6% del totale). La potenza media rilevata del singolo punto luce è pari a 145 W ed è possibile stimare che circa 2 milioni di centri luminosi abbiano una efficienza luminosa inferiore a 70 lm/W. I dati emersi dagli studi dimostrano quindi che i tipi di sorgenti utilizzati negli impianti esistenti sono nella maggior parte dei casi obsoleti in termini di prestazioni illuminotecniche e risparmio energetico. Inoltre, nella gran parte dei Comuni (86%), sono in uso strategie di controllo tradizionali ON/OFF (interruttore crepuscolare nel 55% dei casi, orologio nel 28% dei casi e orologio astronomico nel 13% dei casi) (Annunziato, et al., 2011). In generale emerge l'alto potenziale che si potrebbe ottenere in termini di riduzione dei consumi energetici e risparmio attraverso il rinnovamento degli impianti con nuove tecnologie di illuminazione e gestione degli impianti (Pellegrino, et al., 2018) (Aghemo, et al., 2018).

Al fine di promuovere l'adempimento a più elevati standard in termini di efficienza energetica minimizzando i consumi e perseguendo al contempo obiettivi di qualità dell'illuminazione e sicurezza per gli utenti, sulla base dell'importante innovazione tecnologica avvenuta nel campo dell'illuminazione con l'introduzione di sorgenti a stato solido (SSL), numerose municipalità stanno intraprendendo azioni volte al rinnovo dei sistemi di illuminazione pubblica con altri più efficienti, in particolare sostituendo le sorgenti tradizionali in uso con tecnologie più performanti e/o introducendo sistemi intelligenti di controllo dell'illuminazione. In letteratura si ritrovano numerose ricerche, approcci e applicazioni al progetto di retrofit dei sistemi di pubblica illuminazione (Rodrigues, et al., 2011), (Beccali, et al., 2015), (Carli, et al., 2015), (Cellucci, et al., 2015), (Beccali, et al., 2017), (Islam, et al., 2019) che ne mettono in evidenza le ricadute in termini riduzione dei costi, miglioramento delle performance, aumento della sostenibilità energetica ed ambientale, nonché della qualità dell'ambiente (Beccali, et al., 2019).

Il processo di rinnovamento interessa i sistemi di illuminazione stradale (Figura I.40) (Boyce, et al., 2009), così come gli impianti dedicati all'illuminazione monumentale e architettonica (Figura I.41) e può determinare impatti molteplici sui singoli beni, sull'ambiente urbano e sul paesaggio in generale.



Figura I.40 - Torino. Sostituzione delle sorgenti di illuminazione a vapori di sodio ad alta pressione con sorgenti LED. (Fotografie di Kimo Dogani)



Figura I.41 - Piazza San Pietro, Roma, Italia. La nuova illuminazione LED della piazza. Progetto illuminotecnico: Osram, 2016. (Fonte: Governatorato S.C.V. Direzione dei Musei)

I.4.2 Nuove tecnologie: sorgenti, apparecchi e sistemi di controllo

L'attuale fenomeno di rinnovamento degli impianti di pubblica illuminazione, volto al raggiungimento di più elevati livelli di sostenibilità e migliori prestazioni illuminotecniche, è stato reso possibile dall'introduzione di sorgenti e apparecchi sempre più efficienti. Dal filamento di tungsteno caratterizzante la lampada a incandescenza brevettata da Thomas Edison nel 1879 alle tecnologie a stato solido (SSL), il settore dell'illuminazione è stato interessato nel corso del tempo da importanti innovazioni tecnologiche (Weisbuch, 2018) e l'avanzare della ricerca ha rivoluzionato le fonti di illuminazione artificiale (Thejo Kalyani, et al., 2017), ai fini di migliorare le prestazioni in termini di qualità e versatilità e raggiungere più elevati standard nella riduzione dei consumi energetici e nella sostenibilità ambientale.

Negli ultimi decenni in particolare l'introduzione delle sorgenti a stato solido (SSL) e di sistemi sempre più avanzati di regolazione e controllo degli impianti ha determinato sostanziali cambiamenti nei sistemi di illuminazione, sia per ambienti interni che esterni.

Sorgenti e apparecchi

Per quanto concerne il campo dell'illuminazione pubblica attualmente sono ancora ampiamente diffusi sistemi di illuminazione basati sull'impiego di sorgenti tradizionali del tipo "a scarica", che in generale garantiscono un'elevata efficienza luminosa e quindi ottimi risparmi sui consumi, a discapito di una resa dei colori non ottimale (Ganslandt & Hofmann, 1. edition 1992) (Gugliermetti, et al., 2011) (Thejo Kalyani, et al., 2017). Tuttavia, negli ultimi anni la ricerca e lo sviluppo di sorgenti a stato solido (SSD), tra cui le sorgenti LED (light emitting diode), ha raggiunto risultati significativi, connotandosi come un'alternativa potenzialmente vantaggiosa in termini di efficienza, versatilità e sostenibilità (Morgan Pattison, et al., 2018).

Le sorgenti LED sono una tipologia di SSD, costituite da materiali semiconduttori in grado di emettere radiazioni luminose quando attraversati da corrente elettrica. I continui progressi tecnologici hanno reso tale tecnologia sempre più affidabile, ampliandone progressivamente il campo di applicazione (Jiang, et al., 2018) e interessando anche il settore dell'illuminazione urbana, dove rappresentano sempre più una reale alternativa alle sorgenti luminose convenzionali.

Dal punto di vista tecnico le sorgenti LED sono caratterizzate da dimensioni estremamente ridotte, e presentano alcuni vantaggi tra cui accensione istantanea in qualsiasi condizione di temperature di utilizzo, possibilità di regolazione del flusso luminoso garantendo il mantenimento delle caratteristiche anche con flusso dimmerato ed elevati valori di indice di resa cromatica (soprattutto se confrontati con le tradizionali e diffuse sorgenti al sodio ad alta pressione, che a fronte di un'elevata efficienza luminosa presentano un indice di resa cromatica molto basso). Va inoltre sottolineato come l'evoluzione tecnologica abbia progressivamente permesso di espanderne la disponibilità in termini di temperatura di colore correlata (TCC), offrendo ad oggi l'opportunità di impiegare sfumature di colore che vanno dal blu freddo al giallo caldo (Thejo Kalyani, et al., 2017).

Uno dei principali vantaggi che caratterizzano la tecnologia LED risiede nella possibilità di garantire elevate presentazioni in termini di sostenibilità energetica. In letteratura numerosi studi sottolineano la maggior efficienza luminosa delle sorgenti LED, se comparate all'impiego di sorgenti tradizionali (Jiang, et al., 2018). Una delle principali caratteristiche dei LED risiede infatti nella capacità di convertire una significativa quota dell'energia elettrica fornita in radiazione luminosa visibile: a differenza delle sorgenti tradizionali, lo spettro di emissione dei LED non si accompagna generalmente a radiazioni diverse da quelle dello spettro visibile. In altri termini, mentre una tipica lampadina a incandescenza converte circa il 10% dell'energia elettrica fornita in luce visibile, emettendo il resto della radiazione come calore (radiazione infrarossa), le sorgenti SSL sono in grado di convertire circa il 90% dell'energia fornita in luce visibile, disperdendo solamente il 10% in radiazione infrarossa (Thejo Kalyani, et al., 2017). Le sorgenti LED sono inoltre caratterizzate da una durata media superiore rispetto alle sorgenti tradizionali, mediamente superiore alle 50.000 ore (70-80% di flusso luminoso mantenuto) (Gil-de-Castro, et al., 2012), corrispondenti a più di 20 volte la vita media di una classica lampadina a incandescenza e circa 6 volte la durata di una sorgente

fluorescente compatta (Thejo Kalyani, et al., 2017). Tali aspetti rendono evidente come l'adozione di tecnologie LED possa essere particolarmente vantaggiosa in termini di riduzione dei consumi energetici. In quest'ottica in letteratura numerosi studi sottolineano il grande potenziale ottenibile dalla sostituzione di sorgenti tradizionali con sorgenti LED nei sistemi di illuminazione pubblica. Escolar et al. in uno studio del 2014 hanno dimostrato come l'utilizzo di sorgenti LED per l'illuminazione stradale possa migliorare il livello di efficienza energetica senza tuttavia alterare i livelli di intensità luminosa, traducendosi di conseguenza in un significativo risparmio di energia (Escolar, et al., 2014). Djuretic e Kostic nel 2018 hanno stimato risparmi di energia dal 31 al 61% ottenibili con la sostituzione di sorgenti a sodio ad alta pressione con sorgenti LED e applicando scenari di dimmerazione (Djuretic & Kostic, 2018).

Un ulteriore aspetto che contraddistingue le sorgenti LED è relativo al loro basso impatto ambientale. Le piccole dimensioni determinano una diminuzione della quantità di materiale utilizzato nella produzione, con conseguente riduzione dei pesi e degli ingombri e l'assenza nel processo produttivo di componenti chimiche tossiche o nocive, come ad esempio il mercurio, non rende necessaria l'adozione di processi di smaltimento specifici. Alcuni studi (University of Pittsburgh, 2010) hanno dimostrato come l'utilizzo di sorgenti LED potrebbe consentire di ridurre significativamente (fino al 25%) le emissioni aeree di tossine e particolati, se comparati all'utilizzo di sorgenti ad alogenuri metallici e sodio ad alta pressione, riducendo di conseguenza la produzione di CO₂ e l'impatto ambientale.

Dal punto di vista della sostenibilità energetica e ambientale, un ulteriore vantaggio dei sistemi LED risiede nella maggiore facilità di indirizzamento del flusso luminoso, grazie anche allo sviluppo di ottiche cut-off ad alta efficienza che, consentendo di concentrare il flusso luminoso in modo più puntuale e mirato sulle superfici per cui è richiesto (fattore di utilizzazione elevato), permettono di ridurre le dispersioni nelle direzioni non desiderate, con benefici in termini di contenimento dell'inquinamento luminoso e dei consumi energetici.

Tra i principali elementi detrattori in relazione alla diffusione di sorgenti LED nel settore della pubblica illuminazione vi è l'impatto economico, in particolare nel breve periodo. L'adozione di sistemi LED infatti, in particolare nell'ambito dell'illuminazione stradale, richiede costi di installazione elevati, e di conseguenza un periodo medio-lungo di rientro dall'investimento. Tuttavia, va sottolineato che i costi di manutenzione bassi e la maggior durata di vita consentono risparmi significativi, sia in termini di minor consumo di energia che di minor necessità di interventi manutentivi. In un recente studio (Pagden, et al., 2019) è stata predisposta una valutazione economica in relazione ad un'area del Regno Unito, ponendo a confronto due scenari alternativi: il retrofit dell'attuale sistema di illuminazione (sorgenti a sodio ad alta pressione) con tecnologia LED e il mantenimento dell'attuale sistema di illuminazione introducendo una strategia di spegnimento differenziato per aree e settori (part-night lighting system). È stato preso in considerazione un periodo di 20 anni e i risultati hanno evidenziato un potenziale risparmio di energia del 44% in relazione al primo scenario (retrofit LED) e del 21% nel secondo scenario (part-night). Lo studio dimostra pertanto come sia evidente il vantaggio ottenibile dal retrofit dell'impianto prendendo in considerazione un periodo di rientro medio-lungo.

Sistemi di controllo

La ricerca nel campo dell'illuminazione pubblica non è limitata allo sviluppo e al potenziamento delle prestazioni delle sorgenti luminose, ma si concentra anche sull'integrazione tra le tecnologie per l'illuminazione, in particolare LED, e sistemi di gestione e controllo dell'impianto (De Paz, et al., 2016).

L'applicazione di sistemi di regolazione e controllo ai fini del risparmio energetico è sempre stato un tema piuttosto controverso, soprattutto nell'ambito degli insediamenti urbani e in particolare in relazione ad impianti per l'illuminazione stradale (Di Lecce, et al., 2017). Tradizionalmente i sistemi di illuminazione prevedono orari di accensione e spegnimento regolati da un orologio astronomico o la presenza di sensori crepuscolare in grado di mantenere in funzione gli impianti solo nei periodi in cui la luce naturale non è sufficiente a garantire il livello di illuminazione necessario per la sicurezza degli utenti. Tali strategie prevedono il mantenimento costante del flusso luminoso emesso dalla sorgente durante il periodo di funzionamento dell'impianto, anche quando non strettamente necessario come ad esempio nelle ore centrali della notte, determinando elevati consumi energetici. Per ovviare a tale criticità sono stati introdotti sistemi basati su profili a regolazione programmata, che prevedono la regolazione del flusso luminoso emesso dagli apparecchi sulla base di una stima statistica del flusso di traffico. Una criticità dei sistemi a regolazione programmata risiede nel fatto che, pur basandosi su dati relativi al traffico stradale, sono fondati su stime dei flussi veicolari e non su dati acquisiti in tempo reale. La difficoltà di prevedere in modo attendibile i flussi di traffico e la priorità di anteporre la sicurezza degli utenti ha condotto numerose città ad adottare profili di regolazione del flusso luminoso unicamente per intervalli orari di breve durata (ad esempio dopo le 2 di notte), limitando di conseguenza significativamente il risparmio di energia (Di Lecce, et al., 2017). Per tale motivo più di recente è stato promosso lo sviluppo di sistemi di controllo adattivo che prevedono l'introduzione di sensori in grado di acquisire i parametri da monitorare in tempo reale e adattare di conseguenza il sistema di illuminazione (*smart street lighting system*), conciliando le necessità di sicurezza e di risparmio energetico e creando una valida rete integrata di gestione e controllo dell'illuminazione pubblica (Avotins, et al., 2014), (Rossi, et al., 2015), (Rossi, et al., 2016). L'introduzione di sistemi atti a monitorare e controllare da remoto i sistemi di illuminazione permette di rispettare durante tutte le ore di funzionamento dell'impianto i requisiti minimi imposti da normativa, nell'ottica di rispondere alle reali necessità minimizzando gli sprechi.

Secondo una prospettiva più ampia, si auspica che l'integrazione dei sistemi di controllo e di gestione relativi alle molteplici infrastrutture urbane, compreso il sistema di illuminazione, permetta di creare reti complete e integrate di scambio di dati e informazioni, monitoraggio e gestione, nell'ambito della cosiddetta *smart city* (Ożadowicz & Grela, 2017). In quest'ottica la diffusione capillare degli impianti di illuminazione nel tessuto urbano rappresenta un'infrastruttura fondamentale per lo sviluppo di alcuni servizi:

- illuminazione stradale e monumentale, prevedendo un monitoraggio costante dei parametri da valutare secondo quanto previsto dalle normative e introducendo sistemi di illuminazione adattivi, in grado di rispondere in tempo reale alle effettive necessità, ottenendo consistenti risparmi in termini di consumi energetici e sul controllo dello stato dell'impianto (Gugliermetti, et al., 2011). In quest'ottica un ruolo fondamentale è svolto dallo sviluppo di sorgenti e apparecchi sempre più efficienti e compatibili con profili di regolazione, al fine di poter decidere in maniera flessibile come, dove, e quando accendere, spegnere o ridurre il flusso luminoso di ogni singolo punto luce, con la possibilità di intervenire anche su impianti già esistenti;
- monitoraggio costante dello stato degli impianti, al fine di conoscere in tempo reale il dettaglio di eventuali guasti e ottimizzare gli interventi di manutenzione con conseguente riduzione dei costi di gestione;
- acquisizione di informazioni aggiuntive e relative ad esempio ai flussi di traffico, ai livelli di inquinamento e qualità dell'aria, alle condizioni meteorologiche, ecc. ai fini di migliorare la qualità di vita dei cittadini.

Il vantaggio principale dell'implementazione di un sistema di illuminazione con sistemi di gestione e controllo si riflette quindi in risparmio energetico, riduzione dei costi operativi e di capitale e mantenimento delle corrette condizioni di illuminazione.

Tali obiettivi hanno trovato riscontro a livello normativo: nel 2015 la norma europea EN 13201 (European Committee for Standardization (CEN), 2015) sull'illuminazione stradale ha introdotto una sezione dedicata alla regolazione dell'illuminazione stradale ed al risparmio energetico. In Italia l'aggiornamento è stato recepito dalla norma UNI 11248:2016 (UNI 11248:2016), che introduce per la prima volta il concetto di "regolazione adattiva", ovvero una tipologia di regolazione in cui le variazioni del flusso luminoso sono controllate e avvengono in funzione dei dati in tempo reale relativi al traffico e al profilo di occupazione delle strade nelle diverse fasce orarie, ai parametri ambientali (come le condizioni meteo) e alle prestazioni effettive dell'impianto di illuminazione (in termini di luminanza o illuminamento). Tali strategie consentono di ottimizzare il funzionamento degli impianti di illuminazione, perseguendo finalità di massimo risparmio energetico e garanzia della sicurezza degli utenti.

In generale si può quindi affermare che l'adozione di sistemi di regolazione e controllo nell'ambito urbano sia un fenomeno diffuso e offra delle prospettive significative in termini di risparmio energetico e per il monitoraggio dello stato dell'impianto di illuminazione, sebbene ponga specifiche necessità in particolare in relazione all'illuminazione stradale e ai livelli minimi di sicurezza. Inoltre, nell'ambito della *smart city*, l'adozione di sistemi di illuminazione pubblica intelligenti è considerata una grande opportunità capace di rendere più efficiente la gestione delle reti urbane, sia dal punto di vista energetico che funzionale, e di monitorare gli spazi pubblici fornendo un numero significativo di servizi ausiliari. In quest'ottica la ricerca è impegnata a proporre approcci multidisciplinari al progetto, al fine di integrare esigenze funzionali e di risparmio energetico, qualità dell'illuminazione ed esigenze degli utenti (Valpreda, et al., 2019).

I.4.3 Implicazioni e conseguenze delle trasformazioni in atto

Come analizzato la progressiva azione di retrofit degli impianti di illuminazione pubblica si fonda in molti casi sulla parziale o totale sostituzione delle tradizionali tecnologie attualmente in uso con sistemi LED caratterizzati da ottiche ad alta efficienza e sull'introduzione di sistemi di controllo che prevedono scenari di regolazione del flusso luminoso e determina una serie di ripercussioni.

Come anticipato nei precedenti paragrafi, l'utilizzo di sorgenti LED, dotate di ottiche ad alta efficienza, soprattutto se coadiuvate da sistemi di gestione e controllo, permette di ottenere significativi vantaggi in termini di riduzione dei consumi energetici e di conseguenza dei costi connessi all'illuminazione, garantendo al contempo migliori prestazioni illuminotecniche (Yoomak, et al., 2018).

Il cambiamento del sistema di illuminazione può determinare impatti anche dal punto di vista sociale, sia in termini di incolumità personale che di sicurezza percepita: è stato documentato come l'utilizzo di sorgenti LED possa comportare una riduzione significativa degli incidenti stradali e nonché di fenomeni legati alla criminalità (Farrington & Welsh, 2002).

Un ulteriore aspetto di influenza riguarda l'impatto ambientale delle azioni di retrofit. Come anticipato nel precedente paragrafo, innovative ottiche ad alta efficienza sono progettate per ridurre la dispersione del flusso luminoso oltre le superfici per le quali è richiesta la luce (ad esempio la carreggiata nel caso dell'illuminazione stradale) e consentono di conseguenza di ridurre il flusso luminoso disperso, con implicazioni positive in termini di contenimento dell'inquinamento luminoso oltre che dei consumi energetici. Tuttavia, la distribuzione molto più controllata del flusso luminoso e la conseguente riduzione della luce diffusa dagli apparecchi LED (Figura I.42) determinano effetti anche sulla percezione notturna dei singoli monumenti, delle aree urbane e del paesaggio culturale in generale. L'introduzione di ottiche cut-off implica infatti una riduzione dell'illuminazione delle superfici verticali (ad esempio le facciate degli edifici), alterando di conseguenza la percezione generale dell'ambiente. Tali alterazioni relative all'immagine notturna percepita non sono generalmente oggetto di ricerca o attenzioni particolari, tuttavia influiscono significativamente sulla percezione soggettiva degli spazi.



Figura I.42 - Confronto fra apparecchi di illuminazione tradizionali con tipologia di emissione diffusa del flusso luminoso e TTC bianco caldo (a destra) e con sistema di limitazione delle dispersioni verso l'alto e TTC bianco freddo (a sinistra). (Fonte: Luce&Design (2016). Luce urbana e sicurezza. Crimine e illuminazione. 4 maggio 2016).

A titolo esemplificativo in Figura I.43 si può osservare la differenza nella percezione del contesto ambientale ponendo a confronto un sistema di illuminazione tradizionale (a sinistra) e un apparecchio dotato di ottica per la limitazione del flusso luminoso disperso verso l'alto (a destra). Sulla quinta edilizia su cui insiste la prima tipologia di corpo illuminante si osserva una distribuzione di tipo diffuso del flusso luminoso emesso, in buona parte direzionato anche al di sopra dell'apparecchio stesso, mentre la facciata dell'edificio sulla destra presenta un più marcato distacco tra zona illuminata e zona in ombra dovuto alla concentrazione verso il basso dell'emissione.



Figura I.43 - Confronto fra apparecchi di illuminazione tradizionali con tipologia di emissione diffusa del flusso luminoso (a sinistra) e con sistema di limitazione delle dispersioni verso l'alto (a destra), Roma. (Fonte: S. Buonacorsi).

L'alterazione a livello di percezione visiva è un fattore significativo sia che si prendano in considerazione punti di vista interni agli insediamenti, sia punti di vista esterni ad essi, ampliando la scala a livello territoriale e considerando quindi i punti di osservazione tipici dei fruitori *outsider* e l'immagine notturna percepita del paesaggio culturale e del patrimonio diffuso.

Un'ulteriore questione relativa alla percezione visiva derivante dall'adeguamento dei sistemi di illuminazione urbana con sorgenti a LED, in particolare laddove siano coinvolte aree con carattere storico e/o sistemi di illuminazione storici, riguarda le qualità cromatiche delle sorgenti luminose. Dallo studio di interventi già realizzati emerge come la sostituzione degli apparecchi abbia implicato in molti casi il passaggio dalla luce bianca calda con un basso indice di resa cromatica, tipica dei sistemi al sodio ad alta pressione (2500K), alla luce bianca più fredda (circa 4000K) e con un indice di resa cromatica più elevato tipica dei sistemi LED (Figura I.44). Questa tipologia di interventi ha sollevato nella comunità scientifica e non un dibattito e leciti interrogativi relativi alle possibili implicazioni negative che l'uso di una TCC più elevata potrebbe determinare sui ritmi biologici e circadiani, nonché sulla percezione delle architetture e del paesaggio (Grassia, 2018). In quest'ottica ad oggi l'evoluzione tecnologica ha permesso rendere disponibili sul mercato sorgenti LED utilizzabili nell'ambito di interventi di retrofit con TCC da 2200 K, che da lato simulano l'effetto percettivo dei sistemi al sodio ad alta pressione, migliorando al contempo la resa cromatica e l'efficienza energetica.

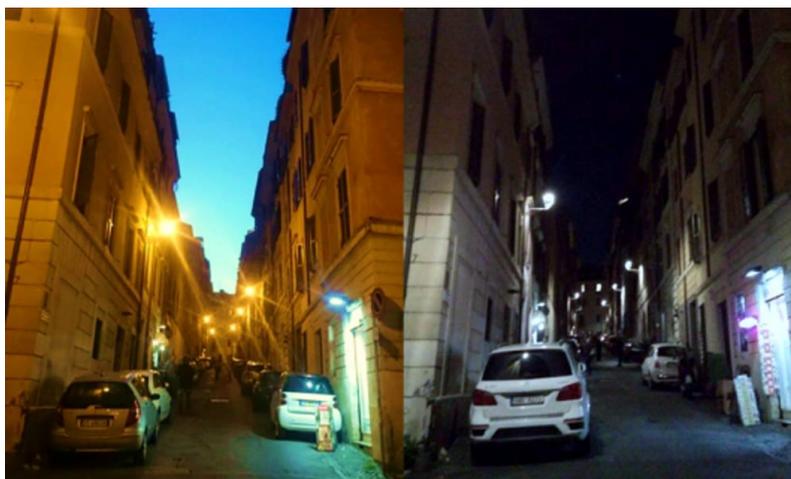


Figura I.44 - Roma. Esempio di sostituzione delle sorgenti di illuminazione a vapori di sodio ad alta pressione con sorgenti LED. (Grassia, 2018, p. 99).

I.4.4 Conclusioni

L'innovazione tecnologica che ha interessato il settore dell'illuminazione, in particolare dell'illuminazione pubblica, ha determinato l'introduzione di innovativi sistemi in grado di fornire efficace risposta alle esigenze di sostenibilità ambientale ed energetica, contenendo i costi e garantendo al contempo migliori prestazioni illuminotecniche. Parallelamente tali soluzioni, che sempre più forniscono efficace risposta alle esigenze progettuali, comportano anche conseguenze in termini di alterazione dell'immagine notturna percepita.

In quest'ottica il rinnovamento in corso dei sistemi di illuminazione pubblica tradizionali, che prevede l'introduzione o la sostituzione degli apparecchi esistenti con tecnologie LED e l'integrazione con sistemi di regolazione e controllo del flusso luminoso emesso, rappresenta un'opportunità nella definizione di strategie innovative volte a creare scenari di illuminazione, basati non solo su esigenze di carattere economico-ambientale, bensì anche in un'ottica di valorizzazione dei valori visuali e definizione dell'immagine notturna del paesaggio culturale a scala territoriale. L'illuminazione, in particolare dei centri storici e in generale del paesaggio culturale non può infatti essere valutata unicamente dal punto di vista del massimo risparmio energetico.

In altri termini, si pone oggi l'opportunità di ripensare i sistemi di illuminazione pubblica proponendo strategie in grado di rispondere alle esigenze di sostenibilità energetico ambientale, tenendo al contempo conto dei valori visuali come criterio per la definizione dell'immagine notturna. Ne conseguirebbero implicazioni sia in termini di sostenibilità energetica e ambientale, sia di sostenibilità culturale, nell'ottica di pervenire alla progettazione di sistemi di illuminazione che garantiscano un'illuminazione più sostenibile, di qualità e attenta alla valorizzazione del contesto.

CAPITOLO II

Proposta per una metodologia di valutazione dell'immagine notturna del paesaggio culturale

II.1 Introduzione

Lo stato dell'arte definito nel precedente capitolo mette in evidenza alcuni temi rilevanti:

- Il paesaggio culturale è oggetto di un grande interesse relativo alla sua percezione da parte di abitanti, visitatori e turisti e le pratiche di valorizzazione si rivolgono sempre più a sistemi territoriali complessi, considerando sia punti di vista interni che esterni agli insediamenti urbani.
- Alla valorizzazione dell'immagine diurna di contesti paesaggistici spesso non corrisponde un analogo studio per la valorizzazione dell'immagine notturna.
- L'ambito illuminotecnico è attualmente investito da trasformazioni che, oltre ad avere ricadute in termini di sostenibilità energetica e ambientale, possono alterare ed influenzare la percezione notturna del paesaggio culturale.
- La definizione dell'immagine notturna di particolari contesti paesaggistici costituiti da insediamenti e beni diffusi sul territorio, in cui assumono rilevanza le interrelazioni visuali, potrebbe avere positive ricadute da molteplici punti di vista: culturale, economico, sociale, ambientale.

Considerate queste osservazioni e visto il contemporaneo interesse verso la promozione e la riscoperta del paesaggio in senso ampio e dei centri urbani minori, emerge l'attuale necessità di promuovere il dibattito culturale e tecnico relativo alla definizione dell'immagine notturna del paesaggio culturale.

Nella presente ricerca pertanto si è fatto riferimento in particolare a morfologie territoriali variabili, in cui insediamenti urbani, beni architettonici diffusi e contesti paesaggistici sono legati da relazioni visuali da molteplici punti di vista. In quest'ottica l'obiettivo della presente trattazione è introdurre il tema della valutazione dei valori visuali nel processo progettuale di illuminazione pubblica e architettonica, tenendo conto in particolare di punti di osservazione esterni e non sono interni agli insediamenti. A tal fine è necessario identificare degli indicatori che possano essere applicati come criteri in fase progettuale e più in generale introdotti nell'ambito di linee guida che perseguano un approccio olistico alla progettazione dell'illuminazione (a tal proposito si rimanda allo schema proposto dal Report CIE 234:2019 "A guide to urban lighting masterplanning" (Commission Internationale de l'Éclairage, 2019, p. 1) e riportato nel precedente capitolo. Cfr. I.2.5 Strumenti per la pianificazione dell'illuminazione).

Dal momento che attualmente in letteratura non si ritrovano indicazioni progettuali specifiche e/o approcci metodologici che consentano la valutazione a priori dei valori visuali dell'immagine notturna del paesaggio culturale, nell'ambito della presente ricerca è stato definito un approccio metodologico dalla cui applicazione possano derivare criteri e indicazioni per il progetto.

La metodologia messa a punto è pertanto finalizzata alla valutazione dei valori visuali dell'immagine notturna del paesaggio culturale e si compone di un'analisi soggettiva, atta ad indagare la percezione soggettiva, e di un'analisi oggettiva, atta ad acquisire misurazioni quantitative. Mettendo in relazione i risultati delle due fasi di analisi è

possibile pervenire a una valutazione esaustiva dei valori visuali del paesaggio culturale osservato da punti di vista esterni.

L'applicazione dell'approccio metodologico a una serie di casi studio con caratteri differenti permette di individuare indicatori che possono essere utilizzati come criterio nel processo di progettazione dell'immagine notturna, ed essere relazionati con le altre esigenze del progetto (funzionali, sostenibilità energetica, controllo dell'inquinamento luminoso, ecc.). Nell'ottica di un approccio olistico, tali linee guida potrebbero consentire di ripensare l'illuminazione pubblica degli insediamenti urbani con valore di patrimonio culturale, in un'ottica di promozione sia di politiche di risparmio energetico sia di valorizzazione di luoghi e paesaggi che caratterizzano il territorio da un punto di vista morfologico e culturale.

La metodologia di valutazione definita è sintetizzata nel **paragrafo 2**. Le tre fasi di cui si compone sono ulteriormente dettagliate nei paragrafi a seguire: (i) l'analisi territoriale multidisciplinare del caso studio (Fase 1 - **paragrafo 3**) che costituisce una necessaria fase di conoscenza e che permette anche l'identificazione di punti di osservazione significativi, (ii) la valutazione soggettiva (Fase 2 - **paragrafo 4**), fondata sulla definizione di criteri per la valutazione dell'immagine notturna percepita, (iii) l'analisi oggettiva (Fase 3 - **paragrafo 5**), finalizzata all'acquisizione di misure fotometriche e dati quantitativi rappresentativi della condizione di illuminazione. Infine, l'elaborazione dei dati e la valutazione congiunta dei risultati dell'analisi soggettiva e dell'analisi oggettiva (**paragrafo 6**) consente di elaborare riflessioni critiche, traducibili in prime indicazioni per la definizione di criteri per la progettazione notturna di contesti caratterizzati dalla presenza di patrimonio culturale diffuso.

II.2 Definizione e articolazione della metodologia di valutazione dell'immagine notturna

La metodologia definita nell'ambito della ricerca e di seguito illustrata è finalizzata a fornire un approccio alla valutazione dell'immagine notturna del paesaggio culturale, pervenendo alla definizione di indicatori espressivi dei valori visuali dell'immagine notturna.

Le fasi di cui si compone la metodologia proposta sono sintetizzate in Figura II.1 e descritte dettagliatamente nei seguenti paragrafi.

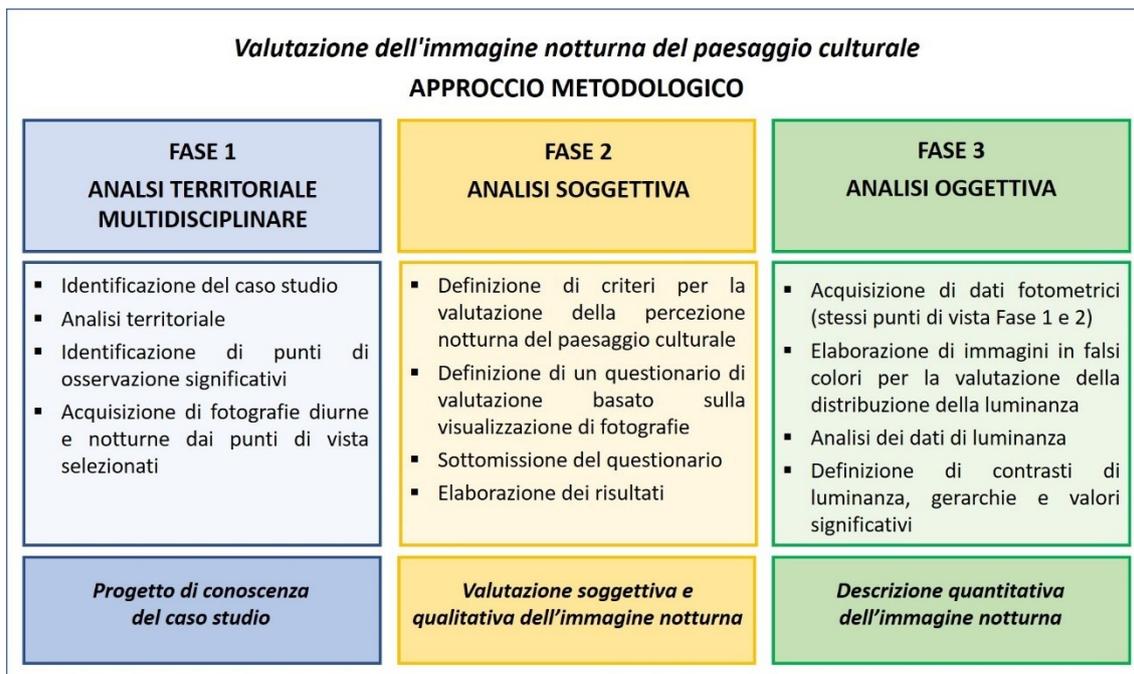


Figura II.1 - Approccio metodologico.

La metodologia proposta si compone di tre fasi.

La **Fase 1** si configura come una preliminare analisi multidisciplinare del sito oggetto di studio, condotta in particolare attraverso lo studio dei principali strumenti propri della gestione e della pianificazione territoriale. La finalità di questa analisi è quella di definire i caratteri principali del sito e identificare i punti di osservazione più significativi da cui analizzare, e successivamente definire, l'immagine notturna del patrimonio diffuso.

Affrontata l'analisi preliminare e definiti di conseguenza i punti di osservazione, ai fini di valutare i valori visuali del paesaggio notturno, la metodologia prevede un duplice approccio che permette di prendere in considerazione e relazionare la valutazione soggettiva dell'immagine percepita e la misurazione quantitativa del fenomeno stesso.

La **Fase 2** della metodologia proposta è pertanto finalizzata a valutare e quantificare la percezione soggettiva (carattere visivo) dell'immagine notturna dei siti in esame, considerando i molteplici punti di osservazione definiti. L'approccio alla valutazione della percezione soggettiva del paesaggio notturno è stato definito sulla base di una revisione bibliografica dei metodi e delle indicazioni proposti in letteratura relativi alla valutazione della qualità e dei caratteri visivi del paesaggio diurno. Tali approcci metodologici consolidati sono stati adottati come riferimento per la definizione di criteri idonei alla valutazione dell'immagine notturna. Sulla base dei criteri individuati è stata strutturata un'indagine per acquisire dati sulla percezione soggettiva, attraverso la sottomissione di un questionario di valutazione a un campione di rispondenti.

La **Fase 3** della metodologia consiste in un'analisi quantitativa, basata sull'acquisizione di dati strumentali indicativi della condizione di illuminazione dei contesti analizzati. In particolare, questa fase è caratterizzata da una campagna di misura da svolgere *in situ* e finalizzata all'acquisizione di misure di luminanza e alla loro successiva elaborazione.

La valutazione congiunta di dati provenienti dall'analisi soggettiva (valutazione di immagini) e oggettiva (dati fotometrici) da uguali punti di vista, svolta attraverso l'applicazione di analisi di tipo statistico, permette di elaborare considerazioni critiche e mettere in relazione valutazioni di qualità percepita a dati oggettivi misurati. La finalità di tale analisi è pervenire all'individuazione di indicatori, utili ad introdurre il tema della valorizzazione dei valori visuali nell'ambito della progettazione dell'immagine notturna e integrabili in linee guida complessive per il progetto dell'illuminazione pubblica.

II.3 Fase 1. Analisi territoriale multidisciplinare

La prima fase della metodologia proposta si configura come un preliminare progetto di conoscenza del caso studio che si intende prendere in esame, finalizzato ad individuarne i caratteri principali e identificare una serie di significativi punti di osservazione da cui valutare, e successivamente progettare, l'immagine notturna del paesaggio culturale in questione.

La fase di conoscenza del caso studio prevede un approccio multidisciplinare, incentrato sia sugli insediamenti che sul contesto paesaggistico circostante e finalizzato ad acquisire informazioni utili a definire una solida base di conoscenza. A tal fine un utile riferimento è costituito dal Report CIE 234:2019 “a guide to urban lighting masterplanning” (Commission Internationale de l'Éclairage, 2019) che, come riportato in precedenza (Cfr. I.2.5 Strumenti per la pianificazione dell'illuminazione), prevede una fase di conoscenza (*analytica process*) preliminare e fondativa per l'elaborazione di un masterplan dell'illuminazione. Nel presente contesto di ricerca l'approccio proposto nell'ambito del Report CIE 234:2019 è stato declinato e applicato a contesti con caratteri paesaggistici spiccati e caratterizzati da patrimonio diffuso.

In particolare, l'analisi preliminare del caso studio deve riguardare:

- analisi della morfologia territoriale e dei caratteri peculiari delle componenti insediative, del patrimonio diffuso e del contesto paesaggistico, al fine di comprenderne l'assetto le interrelazioni;
- analisi degli usi del suolo e delle proprietà naturali del contesto; mappatura e analisi delle modalità di fruizione attuali;
- analisi dei caratteri storici del sito, al fine di individuare e datare le successive fasi di espansione degli insediamenti e gli edifici particolarmente significativi dal punto di vista storico-architettonico, che in molti casi si connotano come elementi di *landmark* emergenti;
- analisi delle componenti percettivo-identitarie che caratterizzano l'area e mappatura della dei punti di belvedere, percorsi panoramici, ecc.
- analisi degli aspetti sociali, da condurre attraverso analisi indirette e dirette (nella forma di sopralluoghi sul campo e interviste con gli utenti locali), al fine di acquisire informazioni relative a luoghi maggiormente frequentati o

particolarmente significativi nella fruizione quotidiana, punti di accesso, percorsi preferenziali, ecc.

- analisi del sistema di illuminazione pubblica a fini conoscitivi, nell'ottica di una valutazione critica dell'immagine notturna.

Tali informazioni possono essere estrapolate dallo studio congiunto di fonti storiche, dei principali strumenti propri della gestione e della pianificazione territoriale, oltre che da sopralluoghi diretti da svolgere *in situ*. Il risultato si dovrebbe configurare come una panoramica quanto più possibile esaustiva, relativa all'organizzazione spaziale, all'ubicazione degli edifici principali, agli usi del suolo, agli aspetti storici, all'individuazione delle strade di accesso principali e dei percorsi panoramici e turistici, definendo così i caratteri principali del luogo.

Tale analisi preliminare è fondamentale per acquisire un'approfondita conoscenza in un'ottica multidisciplinare del sito e individuare punti di osservazione particolarmente significativi da cui analizzare, e successivamente definire, l'immagine notturna del patrimonio diffuso. L'identificazione di punti di osservazione significativi richiede di prendere in considerazione le diverse tipologie di utenti, così come di percorsi. Come già riportato in precedenza infatti (cfr. I.1.5 Iniziative per la valorizzazione dell'immagine del paesaggio attraverso nuove forme di fruizione), uno degli aspetti che attualmente contraddistingue la percezione del paesaggio e di conseguenza le pratiche di gestione ad esso associate, è il carattere di mobilità dei soggetti (*insider/outsider*), che vivono il paesaggio stesso secondo diverse modalità e percorrendo itinerari che includono differenti punti di vista. Punti di osservazione sia interni che esterni agli insediamenti sono importanti per gli utenti locali, che percorrono abitualmente i percorsi di utilizzo quotidiano. Punti di osservazione significativi per i turisti si trovano invece lungo le strade di accesso, sui percorsi panoramici, presso i punti di belvedere, nonché all'interno o in prossimità degli insediamenti. In altre parole, nello studio dell'immagine notturna di contesti paesaggistici non è importante unicamente considerare i punti di osservazione situati all'interno degli insediamenti, ma anche quelli esterni ad essi.

Nel presente contesto di ricerca priorità è stata attribuita all'individuazione di punti di osservazione esterni ai singoli insediamenti urbani, localizzati lungo i principali tracciati viari o itinerari turistici e da cui risultano particolarmente significative le relazioni visuali e dei rapporti di inter-visibilità tra insediamenti diffusi, patrimonio culturale e contesto paesaggistico. I punti di osservazione così definiti saranno quelli da cui, nelle fasi successive, verrà valutata la condizione attuale di illuminazione e la percezione notturna del sito in esame.

Dai punti di osservazione individuati, esterni agli insediamenti urbani e significativi per la percorrenza degli utenti e per le relazioni visuali, è necessario acquisire fotografie, sia diurne che notturne, rappresentative e quanto più rispondenti alla percezione visiva reale del caso studio da parte degli utenti. Le fotografie acquisite saranno utilizzate nelle successive fasi di analisi soggettiva e oggettiva.

II.3 Fase 2. Valutazione soggettiva

A seguito della fase conoscitiva, la metodologia definita prevede un duplice approccio, soggettivo e oggettivo, finalizzato alla valutazione dei valori visuali dell'immagine notturna e alla definizione di indicatori per la progettazione.

La seconda fase della metodologia proposta prevede pertanto l'acquisizione di dati relativi alla valutazione soggettiva dell'immagine notturna percepita del paesaggio culturale in esame. L'assenza di una metodologia consolidata per la valutazione soggettiva di contesti paesaggistici notturni da punti di osservazione esterni agli insediamenti ha richiesto di mettere a punto un approccio inedito. Sono state pertanto ricercate e analizzate le teorie e i metodi proposti in letteratura per la valutazione della qualità visiva del paesaggio e delle preferenze paesaggistiche soggettive, in riferimento all'immagine diurna. Sulla base del quadro bibliografico sono stati definiti criteri idonei alla valutazione soggettiva del paesaggio notturno. Tali criteri sono stati utilizzati per strutturare un questionario, basato sulla valutazione delle immagini fotografiche (già selezionate e acquisite durante la Fase 1).

Di seguito si riportano nel dettaglio il quadro teorico assunto come riferimento, le fasi che hanno condotto alla definizione dei criteri descrittivi dell'immagine notturna percepita e del questionario di valutazione soggettiva e le modalità di elaborazione delle risposte.

II.3.1 Teorie sulla qualità visiva del paesaggio e sulle preferenze paesaggistiche e metodi per misurare e mappare la bellezza paesaggistica

Lo studio relativo alla percezione soggettiva del paesaggio è divenuto un'importante e strategico obiettivo nelle politiche europee di pianificazione e gestione del territorio in particolare in seguito all'introduzione della Convenzione Europea del Paesaggio (Council of Europe, 2000), che come già sottolineato (cfr. I.1.2 L'attuale dibattito: definizioni e indicazioni nei documenti internazionali e nazionali) definisce il paesaggio in quanto *“un'area, così come percepita dalle persone, le cui caratteristiche sono il risultato di un'interazione tra fattori naturali e umani”*. Nella Convenzione viene posto l'accento sul tema della *percezione* da parte del soggetto fruitore, stimolando e giustificando la ricerca relativa alla lettura dei caratteri visivi del paesaggio, alla valutazione di come esso venga percepito, alle preferenze paesaggistiche e alla valutazione della bellezza estetica.

La ricerca finalizzata a definire metodi e strumenti per lo studio e la valutazione delle proprietà sceniche e della qualità visiva del paesaggio è in continua evoluzione e in letteratura si ritrovano definizioni e numerose teorie (Daniel, 2001), (Ode, et al., 2008), (Cassatella, 2011), (National Academies of Sciences, Eng., and Med., 2013). Approcci differenti, in alcuni casi anche contrapposti, si sono affermati in relazione alla giustificazione dell'esperienza estetica del paesaggio (si veda l'approccio *oggettivo-expert based approach* vs l'approccio *soggettivo-perception based approach* (Lothian,

1999)) e alla giustificazione delle preferenze estetiche dei fruitori (si vedano ad esempio le teorie evoluzionistiche vs le teorie culturali⁴⁸ (Steg, et al., 2013)).

Al di là delle singole teorie, le ricerche più attuali auspicano lo sviluppo di approcci integrati, in grado di tener conto nella valutazione dell'esperienza del paesaggio di molteplici aspetti. Pertanto, la ricerca nel settore è attualmente finalizzata a definire metodi atti a fornire strumenti di supporto decisionale e di monitoraggio del panorama (Tveit, et al., 2006), per la valutazione e la misurazione della bellezza paesaggistica e della qualità del paesaggio. Tra le maggiori criticità oggi riscontrate vi è infatti la carenza di connessione tra gli studi sulla percezione del paesaggio e le pratiche operative di pianificazione e intervento. Nonostante il riconoscimento del valore delle qualità sceniche sia presente negli ordinamenti legislativi sin dall'inizio del XX secolo (Cassatella, 2015b), ad oggi non si ritrova una metodologia consolidata ed operativa basata su sistemi di parametri, indicatori e procedure univocamente riconosciuti dalla comunità scientifica e utili per valutare la percezione del paesaggio e il benessere ad esso connesso. In altri termini, mentre per molte questioni ambientali (tra cui inquinamento, erosione del suolo, qualità delle colture, accessibilità e biodiversità) si dispone di una solida base concettuale in grado di indirizzare la definizione di indicatori quantitativi, per quanto riguarda gli aspetti visivi del paesaggio la base concettuale di riferimento è debole e di conseguenza la definizione di indicatori visivi è carente. Pertanto, attualmente una delle maggiori difficoltà è costituita dall'assenza di indicatori operativi condivisi dalla comunità scientifica e in grado di valutare la qualità visiva del paesaggio e i suoi cambiamenti nel tempo.

In letteratura è possibile rintracciare alcuni approcci a scala territoriale locale già consolidati che differiscono per applicazione, complessità, finalità della ricerca, parametri e indicatori⁴⁹. In generale tutti perseguono lo sviluppo di metodi di misura oggettivi del paesaggio e delle sue trasformazioni al fine di definire un quadro teorico condiviso di riferimento per la gestione e pianificazione degli interventi (Ode, et al., 2008), (Coeterier, 1996), (Tveit, et al., 2006), tramite l'individuazione di metodologie di valutazione replicabili e fondate su indicatori misurabili. Più di recente sono stati sviluppati approcci più generalizzabili che, sulla base di una revisione delle ricerche effettuate e delle precedenti esperienze, mirano a definire un quadro condiviso di riferimento per la valutazione del carattere visivo e della qualità del paesaggio, secondo un approccio integrato (così come auspicato dalle più recenti indicazioni). Tra questi uno dei più esaustivi studi è quello proposto ed elaborato nell'ambito del progetto europeo VisuLand⁵⁰ (Tveit, et al., 2006), (Ode, et al., 2008). L'obiettivo della ricerca è stato quello di fornire un contributo alla definizione di un quadro condiviso di riferimento e di un approccio sistematico per la valutazione dell'aspetto visivo del paesaggio, in particolare

⁴⁸ A tal proposito si vedano: (Orians, 1980), (Wilson, 1984), (Kaplan & Kaplan, 1989), (Yu, 1995) (Appleton, 1996), (Strumse, 1996), (van den Berg, Vlek, & Coeterier, 1998), (Bell, 1999), (van den Berg & Koole, 2006) (Tveit M., 2009).

⁴⁹ Si vedano ad esempio il Landscape Character Assessment (LCA) (Swanwick & Land Use Consultants, 2002), il Scenic Beauty Estimation (SBE) o metodo della stima della bellezza paesaggistica (Daniel & Boster, 1976) e il Visual Resource Management (VRM) system (Bureau of Land Management, 1980).

⁵⁰ EU-project VisuLands, QLRT-2001-01017.

per valutare le conseguenze delle sue trasformazioni dal punto di vista del carattere visivo e confrontare diversi paesaggi, collegando indicatori visivi quantificabili alle teorie della percezione e delle preferenze paesaggistiche. La logica e la validità del progetto risiedono in particolare nell'aver individuato indicatori per la valutazione del paesaggio dotati di una forte connessione con le basi teoriche della disciplina (*theory driven approach* secondo la classificazione⁵¹ proposta da (Niemeijer, 2002)).

Lo studio di Tveit et al. (2006), sulla base di una revisione bibliografica⁵² complessiva e approfondita della terminologia utilizzata in letteratura definisce un chiaro e sintetico quadro teorico di riferimento finalizzato a descrivere la struttura visiva del paesaggio⁵³ tramite concetti generali esprimibili attraverso indicatori sintetici quantitativi (Tveit, et al., 2006), (Ode, et al., 2008), pertinenti sia al carattere visivo che alle funzioni ecologiche del paesaggio (Fry, et al., 2009). Lo studio si fonda su un'ampia e complessiva analisi della terminologia utilizzata in letteratura in relazione alla qualità visiva del paesaggio, identificando quattro livelli di astrazione (Figura II.2), che variano dal livello concettuale più astratto alla concreta definizione di indicatori quantitativi misurabili. Come riportato in Figura II.2, la struttura gerarchica si articola in: *Concepts*, *Dimensions*, *Landscape attributes* e *Indicators*. I *Concept* possono essere considerati come termini ampi che includono al loro interno *Dimensions*, ovvero sfumature e aspetti diversi di un medesimo concetto. *Concepts* e *Dimensions* sono astrazioni dei *Landscape physical attributes*, che possono essere misurati e quantificati attraverso *Indicators*.

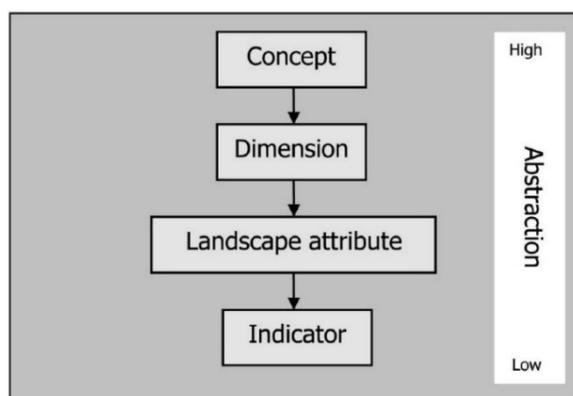


Figura II.2 - Da *Concepts* a *Indicators*: i quattro livelli di astrazione identificati da Tveit et al. (2006) dall'analisi terminologica sulla qualità visiva del paesaggio. Fonte: (Tveit, et al., 2006, p. 233).

⁵¹ La distinzione tra i due approcci *theory driven approach* e *data driven approach* nella definizione di indicatori è descritta da Niemeijer (2002). Il *theory driven approach*, basato sulla teoria, è considerato un approccio più forte rispetto al *data driven approach*, in cui la scelta degli indicatori è in gran parte determinata dai dati disponibili ed è più comunemente utilizzato. Mantenere forti legami con la teoria infatti contribuisce a garantire la rilevanza degli indicatori e a fornire un'interpretazione più accurata in termini visivi (Ode, et al., 2010).

⁵² Gli autori sottolineano come la maggior parte delle fonti presenti in letteratura siano di matrice Europea o Nordamericana e facciano riferimento a ricerche inerenti paesaggi agricoli e foreste. Gli autori ritengono tuttavia che il quadro teorico e gli indicatori individuati possano considerarsi rilevanti anche nell'applicazione ad altre tipologie di contesti (Tveit, et al., 2006).

⁵³ Il focus dello studio è la valutazione del carattere visivo del paesaggio, pertanto altri aspetti relativi all'esperienze del paesaggio, come suoni, odori, ecc., non sono inclusi nella valutazione.

All'interno di tale struttura gerarchica, gli autori hanno individuato nove aspetti chiave (*key visual concepts*) nella visualizzazione del panorama: *stewardship*, *coherence*, *disturbance*, *historicity*, *visual scale*, *imageability*, *complexity*, *naturalness* e *ephemera*, in grado di descrivere la struttura visiva del paesaggio (Tabella II.1). Ciascuno dei nove *key concepts* individuati rappresenta infatti un differente aspetto del paesaggio, importante nel definirne il carattere visivo, e tutti insieme ne offrono un'esperienza olistica.

Tabella II.1 - I 9 key concepts definiti da Tveit et al. (2006) e le rispettive definizioni, così come riportate dagli autori.

Key concept	Concept definition
Stewardship	<i>We define stewardship as the presence of a sense of order and care, contributing to a perceived accordance to an 'ideal' situation. Stewardship reflects human care for the landscape through active and careful management.</i>
Coherence	<i>We define coherence as a reflection of the unity of a scene, where coherence may be enhanced through repeating patterns of colour and texture. Coherence is also a reflection of the correspondence between land use and natural conditions in an area.</i>
Disturbance	<i>We define disturbance as lack of contextual fit and coherence, where elements deviate from the context. Disturbance is related to constructions and interventions occurring in the landscape, of both temporary and permanent character.</i>
Historicity	<i>We define historicity as determined by two dimensions, historical continuity and historical richness. Historical continuity reflects the visual presence of different time layers, also influenced by the age of the layers, while historical richness relates to the amount, condition and diversity of cultural elements.</i>
Visual scale	<i>We define visual scale by the perceptual units that reflect the experience of landscape rooms, visibility and openness.</i>
Imageability	<i>We define imageability as qualities of a landscape present in totality or through elements; landmarks and special features, both natural and cultural, making the landscape create a strong visual image in the observer, and making landscapes distinguishable and memorable.</i>
Complexity	<i>We define complexity as the diversity and richness of landscape elements and features, their interspersion as well as the grain size of the landscape.</i>
Naturalness	<i>We define naturalness as closeness to a preconceived natural state.</i>
Ephemera	<i>We define ephemera as elements and land-cover types changing with season and weather.</i>

Sulla base dei nove *key concepts* sono stati proposti corrispondenti indicatori, utili ai fini di definire una base oggettiva in grado di suddividere e sintetizzare gli stimoli provenienti della percezione visiva in caratteristiche quantificabili. Studi successivi (Ode, et al., 2008), si sono quindi occupati di sviluppare la ricerca, approfondendo la definizione di indicatori quantificabili e declinandoli a seconda della tipologia di fonti utilizzata nell'analisi (fotografie, dati di copertura del suolo, ortofoto, osservazioni sul campo). A titolo esemplificativo, al *key concept Stewardship* sono stati abbinati gli indicatori 'livello di abbandono', 'presenza di erbacce', 'frequenza di interventi di manutenzione', 'condizioni e livello di manutenzione degli edifici', ecc. (ulteriori indicatori connessi ai *key concepts* sono riportati in Figura II.3) (Ode, et al., 2008).

Nonostante i *key concepts* e gli indicatori siano presentati in modo indipendente l'uno dall'altro, è importante sottolineare che sono tra loro inter-relazionati e che concorrono nella definizione della struttura visiva del paesaggio. La Figura II.3 riporta alcuni indicatori proposti connessi ai rispettivi *key concept* e sintetizza le loro interrelazioni (in termini sia di connessioni che di divergenze). A titolo di esempio si osservi come i concetti di *Historicity* e *Imageability* (che appartengono allo stesso quadrante della mappa concettuale) sono strettamente connessi, laddove gli elementi che determinano una significativa immagine visiva sono spesso, anche se non sempre, beni storici e culturali. Altri concetti sono invece opposti l'uno all'altro (agli estremi opposti degli assi identificati sulla mappa concettuale), come ad esempio *Naturalness* e *Stewardship* (l'aumento del secondo determina una decrescita del primo e viceversa) o *Coherence* e *Disturbance* (l'assenza di elementi di disturbo determina un aumento della coerenza nell'immagine percepita) (Ode, et al., 2008).

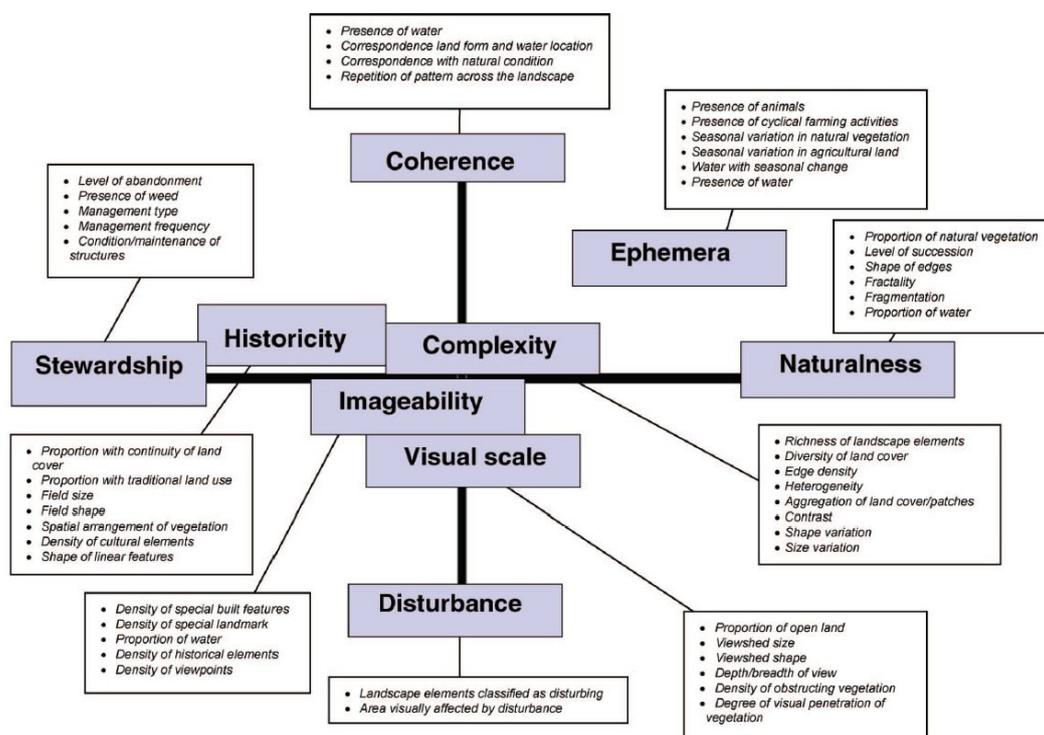


Figura II.3 - Indicatori proposti sulla base dei key concepts definiti da Tveit et al. (2006). Le linee identificano le relazioni tra i concetti. Fonte: (Ode, et al., 2008, p. 110).

Lo studio proposto da Tveit et al. (2006) si limita volutamente alla descrizione della struttura visiva del paesaggio, ovvero ai suoi caratteri indipendenti dell'osservatore, senza indagare la qualità percepita dagli stessi. La finalità perseguita dalla ricerca non era infatti quella di fornire un giudizio di qualità sul paesaggio, ma piuttosto definire i concetti descrittivi della qualità visiva del paesaggio stesso. Ulteriori ricerche hanno tuttavia evidenziato l'intercorrere di un legame tra i nove *key concepts* e le preferenze paesaggistiche: sebbene strutturata secondo i *key concepts*, la qualità del paesaggio è infatti percepita soggettivamente. In questa direzione sono stati condotti studi (Sevenant & Antrop, 2009), (Sevenant & Antrop, 2010) mirati alla valutazione della qualità percepita individualmente. Tali studi hanno dimostrato che esiste una relazione tra alcuni dei *key concepts* definiti da Tveit et al. (2006) e la qualità estetica del paesaggio. La ricerca in questa direzione è tutt'oggi aperta e la relazione tra *key concepts* e valutazione individuale della qualità di un paesaggio è oggetto di studi (Pouta, et al., 2014), (Sevenant & Antrop, 2010), (Sottini, et al., 2018), che propongono analisi della percezione da parte dei fruitori e del carattere visivo del paesaggio e delle preferenze paesaggistiche, applicando gli indicatori definiti sulla base dei *key concepts* a casi studio con caratteristiche paesaggistiche variabili.

II.3.2 Definizione di criteri per la valutazione dell'immagine notturna

Gli studi e le ricerche presenti in letteratura e finalizzati alla definizione di indicatori quantificabili descrittivi della struttura visiva del paesaggio e all'indagine della relazione tra quest'ultima e la qualità attribuita individualmente da parte dei soggetti fruitori, fanno riferimento unicamente alla valutazione dell'immagine diurna dei siti.

Ai fini della presente ricerca la letteratura esaminata è stata assunta come riferimento al fine di definire dei criteri idonei anche alla valutazione dell'immagine notturna dei siti identificabili come paesaggi culturali. È stato in particolare assunto come riferimento teorico il quadro definito nell'ambito del progetto europeo VisuLand (Tveit, et al., 2006), (Ode, et al., 2008). L'approccio proposto da Tveit et al. (2006) è stato selezionato in quanto risultato di una recente ricerca e fondato su una complessiva ed esaustiva revisione bibliografica di studi e ricerche esistenti sul tema.

I *key concepts* formulati (Tveit, et al., 2006) sono stati pertanto utilizzati come riferimento per formulare criteri di valutazione dell'immagine notturna di contesti paesaggistici caratterizzati da insediamenti diffusi e patrimonio culturale.

Dei nove *key concepts* proposti ne sono stati assunti sette, ovvero: *stewardship*, *coherence*, *disturbance*, *historicity*, *imageability*, *complexity* and *ephemera*. Sono stati trascurati i *concepts visual scale* e *naturalness*, in quanto non significativi nella valutazione dell'immagine notturna dei contesti paesaggistici oggetto di studio in questa ricerca. I contesti indagati infatti sono caratterizzati da insediamenti e beni architettonici diffusi sul territorio: non è oggetto di indagine l'affinità del contesto attuale con un precostituito stato di natura incontaminata (*naturalness*) e analogamente non è utile ai fini della ricerca la valutazione dell'apertura del campo visivo (*visual scale*).

Oltre alla valutazione dei caratteri strutturanti il paesaggio, seguendo le indicazioni che promuovono l'adozione di approcci integrati, è stata invece inclusa la valutazione sulla qualità attribuita da parte dell'osservatore della scena percepita (Sevenant & Antrop, 2009), (Sevenant & Antrop, 2010).

In Tabella II. 2 si riportano quindi gli otto criteri di valutazione assunti per la percezione notturna di un sito, con i relativi riferimenti al quadro teorico di riferimento.

Tabella II. 2 - Criteri definiti per la valutazione dell'immagine notturna e relativi riferimenti da letteratura.

Criterio di riferimento	Esplicitazione del criterio
Ephemera (Tveit et al., 2006)	Si riconosce una corrispondenza tra immagine diurna e notturna
Historicity (Tveit et al., 2006)	Si percepiscono stratificazioni storiche
Complexity (Tveit et al., 2006)	Si riconoscono le parti dell'insediamento e gli elementi emergenti (ad esempio edifici storici)
Coherence (Tveit et al., 2006)	La scena è percepita come unitaria e coerente
Disturbance (Tveit et al., 2006)	Sono identificabili elementi/interventi che alterano la percezione unitaria della scena
Imageability (Tveit et al., 2006)	L'immagine ha un forte impatto visivo ed è memorabile
Stewardship (Tveit et al., 2006)	Nella scena si riconosce un generale senso di ordine e cura
Qualità percepita (Kaplan&Kaplan, 1989)	La scena percepita è piacevole

In sintesi, i criteri di valutazione individuati fanno riferimento al quadro teorico sviluppato da Tveit et al. (2006), esplicitando i *key concepts* descrittivi della struttura visiva del paesaggio in quesiti adatti alla valutazione dell'immagine notturna percepita, e all'attribuzione di un giudizio di qualità in relazione all'immagine notturna osservata.

II.3.3 Definizione del questionario di valutazione soggettiva

I criteri individuati per la valutazione della qualità della percezione notturna del paesaggio culturale sono stati utilizzati per definire un questionario di valutazione. La somministrazione del questionario è finalizzata alla raccolta di dati sulla percezione soggettiva dell'immagine notturna di insediamenti di un campione di partecipanti. I risultati della fase di analisi soggettiva sono successivamente messi in relazione ai dati dell'analisi oggettiva, ai fini di individuare indicatori espressivi delle proprietà visuali del paesaggio culturale e applicabili in fase progettuale.

Il questionario definito si struttura in tre parti: *scheda introduttiva, informazioni personali e valutazione di immagini*.

1. Scheda introduttiva (sezione 1)

Finalizzata a introdurre il tema e fornire ai partecipanti le informazioni necessarie alla compilazione.

2. Informazioni personali (sezione 2)

È dimostrato che il profilo sociodemografico dell'osservatore influisce sulla sua percezione del paesaggio (Pouta, et al., 2014). In particolare, fattori di influenza sono il genere, l'età, il livello di educazione, il profilo professionale (Coeterier, 1996), (Howley, 2011), (Ode & Tveit, 2013). Sulla base di queste osservazioni, nel questionario elaborato è stato richiesto di rispondere a domande inerenti: genere, livello di educazione, età, problemi alla vista, luogo di residenza.

Inoltre, dato che l'obiettivo della ricerca è quello di valutazione l'immagine notturna del paesaggio culturale, si è ritenuto opportuno indagare le eventuali competenze dei partecipanti in ambito architettonico/storico/paesaggistico e/o in ambito illuminotecnico.

3. Valutazione di immagini (sezione 3)

La sezione più sostanziale del questionario consiste nella sottomissione ai partecipanti di una serie di fotografie e nella richiesta di rispondere a una serie di quesiti, corrispondenti ai criteri di valutazione individuati per la valutazione dell'immagine notturna (Tabella II. 2).

La maggior parte degli studi inerenti valutazioni paesaggistiche si fonda sull'utilizzo di fotografie o immagine aeree (Sottini, et al., 2018). Nello studio condotto da Ode et al. (2008) la proposta di indicatori è declinata a seconda della tipologia di supporto utilizzata: fotografie, dati di copertura del suolo, ortofoto o osservazioni in situ.

Nella presente ricerca l'obiettivo primario è indagare la percezione del sito da punti di osservazione reali e accessibili agli utenti. Pertanto, le fonti utilizzate devono essere rappresentative della percezione reale del paesaggio da parte dell'uomo. La valutazione da svolgere *in situ* è stata esclusa in quanto molto dispendiosa e meno efficace nell'ottica di voler valutare molteplici siti. Inoltre, sarebbe risultato impossibile garantire la ripetibilità delle condizioni ambientali per le valutazioni di diversi siti. Le fotografie si sono invece rivelate una rappresentazione valida ed efficace dei paesaggi reali (Daniel & Meitner, 2001), (Palmer & Hoffman, 2001) e alcune ricerche hanno dimostrato l'alto livello di correlazione che intercorre tra valutazioni basate su osservazioni dirette in campo e visualizzazione di fotografie (Wherrett, 2000). L'utilizzo di fotografie e la loro conseguente valutazione risulta inoltre di più semplice applicazione nella sottomissione di questionari di valutazione distribuibili tramite piattaforme in Internet (Roth, 2006).

Nel questionario di valutazione predisposto il paesaggio culturale in esame è pertanto illustrato attraverso fotografie (diurne e notturne in modo da consentire laddove necessario anche il confronto tra condizione di illuminazione naturale e artificiale) di

CAPITOLO II

ciascun sito sottoposto a valutazione, acquisite dai punti di osservazione identificati a seguito della fase di analisi territoriale multidisciplinare (Fase 1). In accordo con quanto previsto dalla letteratura (Nassauer, 1983), (Daniel, 2001) le fotografie devono essere rappresentative della reale immagine percepita. Pertanto, devono essere acquisite da un'altezza di circa "livello occhi" (in modo da essere rappresentative della reale percezione dell'utente), utilizzando un treppiede e devono essere a colori. Per quanto riguarda le fotografie scattate in condizione notturna è necessario prestare particolare attenzione affinché i settaggi dello strumento fotografico siano tali da restituire un'immagine quanto più analoga ai livelli di illuminazione così come percepiti dall'osservatore.

Le fotografie diurne e notturne acquisite secondo le suddette modalità sono inserite nel questionario per indagare la valutazione soggettiva dell'immagine percepita di contesti paesaggistici costituiti da piccoli insediamenti e patrimonio diffuso.

Ai partecipanti è richiesto di visualizzare un'immagine per volta e valutare, indicando il grado di accordo o disaccordo con quanto affermato, la percezione notturna attraverso i criteri definiti: (D1) *si riconosce una corrispondenza tra immagine diurna e notturna;* (D2) *si percepiscono stratificazioni storiche;* (D3) *si riconoscono le parti dell'insediamento e gli elementi emergenti (ad esempio edifici storici);* (D4) *la scena è percepita come unitaria e coerente;* (D5) *sono identificabili elementi/interventi che alterano la percezione unitaria della scena;* (D6) *l'immagine ha un forte impatto visivo ed è memorabile;* (D7) *nella scena si riconosce un generale senso di ordine e cura;* (D8) *la scena percepita è piacevole.*

L'inserimento dell'immagine diurna risulta fondamentale in particolare in risposta alla prima affermazione, in cui si fa riferimento al confronto tra percezione diurna e notturna. Per le restanti domande è sufficiente la visualizzazione dell'immagine notturna.

Ai partecipanti è richiesto di rispondere a ciascuna affermazione indicando il proprio grado di accordo o disaccordo, utilizzando una scala costituita da 5 possibili risposte: *del tutto d'accordo - abbastanza d'accordo - solo in parte d'accordo - poco d'accordo - per niente d'accordo* (Ortalda, 1998), (Trochim & Donnelly, 2006).

Le schede seguenti (Figura II.4, Figura II. 5, Figura II.6, Figura II.7) sono rappresentative dell'impostazione generale del questionario.

Valutazione dell'immagine notturna del paesaggio culturale

Gentile Partecipante,
è invitato a prendere parte a un'indagine relativa alla valutazione dell'immagine notturna del paesaggio culturale, inteso come insieme di insediamenti con spiccati caratteri storici inseriti nel loro contesto territoriale più ampio.

Nelle schede che seguiranno le sarà chiesto di osservare delle immagini diurne e notturne relative ad alcuni siti e di rispondere a delle domande. Nell'osservazione delle immagini le chiediamo di tenere in considerazione che l'oggetto primario dell'analisi è l'immagine notturna dell'insediamento urbano, nel suo contesto territoriale. Le chiediamo di osservare con attenzione le immagini e di indicare quanto è in disaccordo o in accordo con le affermazioni riportate.
 La compilazione del questionario richiede circa 15 minuti.

Figura II.4 - Sezione 1. Scheda introduttiva contenente le informazioni generali fornite ai partecipanti.

	Domande	Opzioni di risposta
11	Genere	Maschio Femmina
12	Livello di educazione	Media inferiore scuola superiore laurea triennale laurea magistrale PhD
13	Età	<18 19-30 31-40 41-50 51-60 >60
14	Problemi alla vista	SI NO
15	Se si è risposto sì alla precedente domanda, indicare quali	[testo libero]
16	Luogo di residenza	Piemonte Italia Europa Extra Europa
17	Competenze generali in ambito architettonico/storico/paesaggistico	SI NO
18	Competenze generali in ambito illuminotecnico	SI NO

Figura II. 5 - Sezione 2. Informazioni personali, format domande sottoposte ai partecipanti.

Immagine diurna

Immagine notturna

		Per niente d'accordo	Poco d'accordo	Solo in parte d'accordo	Abbastanza d'accordo	Del tutto d'accordo
D1	Si riconosce una corrispondenza tra immagine diurna e notturna	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Figura II.6 – Sezione 3. Valutazione immagini, format domanda confronto immagine diurna e notturna.

Immagine notturna						
						
		Del tutto d'accordo	Abbastanza d'accordo	Solo in parte d'accordo	Poco d'accordo	Per niente d'accordo
D2	Si percepiscono stratificazioni storiche	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
D3	Si riconoscono le parti dell'insediamento e gli elementi emergenti (ad es. edifici storici)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
D4	La scena è percepita come unitaria e coerente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
D5	Sono identificabili elementi/interventi che alterano la percezione unitaria della scena	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
D6	L'immagine ha un forte impatto visivo ed è memorabile	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
D7	Nella scena si riconosce un generale senso di ordine e cura	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
D8	La scena percepita è piacevole	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Figura II.7 - Sezione 3. Valutazione immagini, format domande relative alla valutazione della sola immagine notturna.

Il questionario elaborato prevede la visualizzazione di una serie di fotografie rappresentative di diversi punti di vista individuati all'interno dell'ambito di un caso studio, consentendo di raccogliere dati e valutare la percezione soggettiva dell'immagine diurna e notturna in relazione a siti e condizioni di illuminazione differenti.

II.3.4 Analisi statistica delle risposte

Le risposte ottenute dalla sottomissione dei questionari a un campione di rispondenti sono valutate attraverso l'applicazione di analisi statistiche. La valutazione statistica delle risposte è finalizzata a mappare e confrontare i giudizi relativi alla percezione soggettiva dei paesaggi oggetto di indagine e, attraverso la valutazione delle correlazioni che intercorrono tra le variabili indagate (D1-D8), individuare indicatori (fattori latenti) rappresentativi della percezione soggettiva, da mettere in relazione con i parametri oggettivi misurati (Fase 3).

In particolare, le analisi statistiche prese in considerazione nel presente contesto di ricerca ai fini dell'elaborazione dei dati soggettivi sono le seguenti:

Individuazione degli outliers (pulizia del campione)

Applicazione di analisi di regressione lineare e calcolo della distanza di Cook per ciascuna risposta fornita da ciascun individuo, al fine di individuare ed eliminare dal campione originale eventuali outliers.

La distanza di Cook è indice dell'incoerenza tra la variabile dipendente e quelle indipendenti e, definito un valore soglia, permette di individuare all'interno del campione i dati di cui è opportuno verificare la validità e che potrebbero risultare outliers (Pellerey, 2007), (Pellerey, et al., 2017).

Analisi di correlazione

Le analisi di correlazione bivariata (Pellerey, 2007), (Pellerey, et al., 2017) permettono di evidenziare se intercorrono eventuali relazioni tra due o più variabili casuali distinte. L'analisi è applicata al fine di valutare l'intensità e il segno del legame lineare tra due variabili, laddove per variabili si intendono gli otto criteri di valutazione delle immagini utilizzati nel questionario.

Modelli misti lineari (Linear Mixed Effects Model)

Il questionario proposto prevede la sottomissione di otto quesiti, di cui i primi sette si riferiscono alla struttura visiva del paesaggio, mentre l'ultima affermazione è relativa all'attribuzione di un giudizio di piacevolezza rispetto alla scena percepita. Il set di domande è ripetuto uguale per una serie di immagini fotografiche. Ne risulta quindi un set di misure multiple ripetute.

Applicando un particolare tipo di analisi di regressione multipla, denominato *linear mixed model* (LME) (Seltman, 2018), è possibile approfondire la relazione che intercorre tra i sette criteri relativi alla struttura visiva del paesaggio (D1-D7) e il giudizio inerente la piacevolezza percepita (D8). L'analisi fornisce infatti un approccio generale e flessibile che può essere utilizzato per modellare i dati correlati ottenuti da misurazioni ripetute (in questo caso risposte ripetute per ciascuna fotografia). Il modello risultante illustra, sulla base dei dati raccolti, come il giudizio sulla piacevolezza sia spiegato dai sette criteri relativi alla struttura del paesaggio.

Analisi fattoriale

L'analisi fattoriale consiste in un insieme di tecniche statistiche che permettono di individuare, sulla base di un determinato numero di variabili osservate, variabili *latenti* (o *non-osservabili*), riassumendo in tal modo i dati in modelli sintetizzati e semplificati, senza determinare una perdita a livello di informazioni iniziali (Pellerey, 2007), (Pellerey, et al., 2017).

Nell'analisi dei dati provenienti dalla sottomissione del questionario di valutazione a un campione di rispondenti l'applicazione di un'analisi fattoriale consente di semplificare il set di dati, verificando la possibilità di sintetizzare i criteri di valutazione delle fotografie (domande 1-8) in fattori latenti, senza perdere le informazioni iniziali.

I fattori estratti possono essere utilizzati anche ai fini della valutazione congiunta dei dati provenienti dall'analisi soggettiva e dall'analisi oggettiva.

II.4 Fase 3. Valutazione oggettiva

La successiva fase di analisi prevede una campagna di misurazione da svolgere *in situ*, finalizzata all'acquisizione di misure fotometriche, dai medesimi punti di osservazione già individuati (Fase 1) e da cui sono state scattate le immagini fotografiche utilizzate per la valutazione soggettiva (Fase 2). Lo scopo principale di questa fase è valutare la condizione di illuminazione notturna del sito, già sottoposta a valutazione soggettiva, in termini quantitativi. Considerando che l'obiettivo è la valutazione della percezione visiva dell'immagine notturna percepita del paesaggio culturale da punti di vista esterni agli insediamenti urbani, l'analisi oggettiva è stata condotta mediante misurazioni di luminanza. La luminanza, definita come il rapporto tra l'intensità luminosa emessa da una superficie in una determinata direzione e la proiezione della superficie stessa sul piano perpendicolare alla direzione di osservazione [cd/m^2], è infatti la grandezza fotometrica più rappresentativa della luminosità percepita quando si osserva un oggetto o un insieme di oggetti illuminati (Kruisselbrink, et al., 2018).

II.4.1 Acquisizione ed elaborazione di misure fotometriche

Ai fini dell'acquisizione di misure di luminanza relative alla scena inquadrata dai punti di osservazione selezionati viene utilizzato un videofotometro, che consente di convertire le immagini acquisite in valori di luminanza e di valutarne la distribuzione all'interno dell'area considerata. L'impiego di obiettivi differenti, con lunghezze focali variabili, associati al videofotometro può essere utile ai fini di acquisire sia immagini corrispondenti alla scena così come percepita dai soggetti fruitori, sia immagini di dettaglio utili alle successive elaborazioni dei dati oggettivi.

I risultati della campagna di misura sono espressi come immagini in falsi colori. I dati acquisiti dal videofotometro sono successivamente ulteriormente elaborati al fine di estrarre valori di luminanza significativi (luminanza massima, minima e media), definire gerarchie di luminanza, valutare la distribuzione dei valori di luminanza e calcolare contrasti di luminanza all'interno della scena (Figura II. 8). I parametri oggettivi estratti sono relativi sia alla scena complessiva inquadrata, sia a singole porzioni individuate e corrispondenti ad aree specifiche della scena, come l'insediamento urbano, la porzione di insediamento riconoscibile in regime notturno, le aree corrispondenti alle fasi di ampliamento urbano o gli edifici di particolare rilevanza.



Figura II. 8 - Metodo di acquisizione del dato oggettivo.

II.5 Valutazione congiunta dei dati soggettivi e oggettivi

I dati ricavati dall'analisi soggettiva (questionario) e dall'analisi oggettiva (dati fotometrici) vengono elaborati e quindi messi in relazione per identificare l'eventuale presenza di correlazioni significative tra giudizi soggettivi e specifiche condizioni di luminanza.

Le valutazioni statistiche permettono in particolare di valutare le relazioni tra i fattori latenti estratti dall'analisi soggettiva e i parametri oggettivi definiti dall'elaborazione delle misure fotometriche (valori assoluti di luminanza minima/media/massima, contrasti di luminanza, uniformità, estensioni percentuali di aree, ecc. relativi sia alla scena complessiva che alle porzioni individuate e corrispondenti ad aree specifiche della scena). I risultati derivati dalle analisi di correlazione permettono di indentificare eventuali legami lineari che intercorrono tra fattori soggettivi e parametri oggettivi e di analizzare l'intensità e il segno di tali associazioni.

L'applicazione su larga scala della metodologia, a casi studio con caratteri variabili, permette di pervenire alla definizione di indicatori espressivi dei valori visuali del paesaggio notturno e pertanto applicabili come criteri di progetto.

II.6. Conclusioni

La metodologia proposta è stata elaborata ai fini di proporre uno strumento di analisi e valutazione della percezione notturna di siti con spiccate connotazioni paesaggistiche e caratterizzati da piccoli insediamenti e patrimonio diffuso. L'obiettivo della presente ricerca infatti risiede nel sottolineare l'importanza di introdurre la valutazione dei valori visuali come criterio di progetto, nell'ambito di un approccio olistico al tema dell'illuminazione pubblica e della definizione dell'immagine notturna dei siti, considerando anche da punti di vista esterni agli insediamenti.

È stato appurato che ad oggi non sono presenti in letteratura approcci metodologici e indicatori atti a valutare e introdurre l'aspetto della valorizzazione dei valori visuali del paesaggio culturale nel progetto dell'illuminazione pubblica. È stata pertanto definita una metodologia per valutare i valori visuali, che si basa su dati inerenti alla percezione visiva soggettiva e dati fotometrici acquisiti nell'ambito di una campagna di misura. Dalla lettera congiunta dei dati soggettivi e oggettivi è possibile pervenire alla definizione di indicatori finalizzati ad introdurre l'attenzione ai valori visuali nell'ambito progettuale.

Nell'ambito della presente ricerca l'approccio metodologico è stato applicato a un caso studio, al fine di testarne l'applicabilità e dai risultati definire prime indicazioni per la progettazione. Nei successivi capitoli sono riportate l'applicazione della metodologia al caso studio e i risultati ottenuti.

Si ritiene che dall'applicazione della metodologia a un insieme ampio casi rappresentativi, con caratteristiche morfologiche variabili, possano derivare indicatori e criteri generali per gestire i valori visuali nell'ambito di un progetto di illuminazione pubblica, che andranno integrati con gli altri aspetti coinvolti nel processo progettuale nella definizione di linee guida per la progettazione dell'immagine notturna del paesaggio culturale, in un'ottica di sostenibilità energetico-economica e culturale degli interventi.

CAPITOLO II

La metodologia proposta potrebbe inoltre configurarsi come strumento di confronto con gli Enti preposti alla tutela, alla valorizzazione e alla pianificazione del territorio, al fine di instaurare con essi un dialogo finalizzato alla redazione di linee guida nazionali multidisciplinari.

CAPITOLO III

Caso studio

III.1 Introduzione

L'approccio metodologico proposto per la valutazione dell'immagine notturna del paesaggio culturale, presentato nel precedente capitolo, è stato applicato a un caso studio al fine di validarne l'applicabilità e acquisire primi risultati.

I dati raccolti ed elaborati sono stati utilizzati per definire considerazioni critiche sull'attuale condizione di illuminazione del caso studio e per individuare indicatori, circoscritti ad una prima applicazione della metodologia proposta, che costituiscono un passo verso la definizione di indicatori per un approccio alla progettazione dei valori visuali del paesaggio culturale.

L'area individuata come caso studio è stata il sito UNESCO "Paesaggi vitivinicoli del Piemonte: Langhe-Roero e Monferrato" (*Vineyard Landscape of Piedmont: Langhe-Roero e Monferrato*), ubicato nella Regione Piemonte, Nord Italia. Si tratta di un sito seriale, iscritto alla Lista del Patrimonio Mondiale UNESCO nella categoria *paesaggi culturali*, le cui caratteristiche morfologiche lo rendono particolarmente idoneo ad uno studio a scala extra-comunale attento alla valorizzazione di punti di visibilità privilegiata, rapporti di intervisibilità e relazioni visive tra le parti del sistema.

Nel seguente capitolo verranno illustrati i caratteri principali del sito e in particolare dell'area circoscritta individuata come caso studio e in cui è stata applicata la metodologia di valutazione proposta (**paragrafo 2**). L'approccio metodologico per la valutazione dell'immagine notturna del paesaggio culturale è stato applicato ad una serie di punti di vista relativi al caso studio in oggetto (**paragrafi 3, 4, 5**).

III.2 Individuazione del caso studio

III.2.1 Criteri per l'individuazione del caso studio

Secondo quanto illustrato in precedenza (cfr. I.3.3. Contesti paesaggistici particolarmente idonei alla valorizzazione dell'immagine notturna) il ripensamento dell'illuminazione pubblica degli insediamenti urbani con valore del patrimonio culturale, in un'ottica di promozione sia di politiche di risparmio energetico sia di adozione dell'immagine notturna quale criterio per progettare l'illuminazione del paesaggio culturale, potrebbe essere particolarmente indicata in siti che presentano determinati caratteri:

- Relazioni tra insediamenti urbani, patrimonio culturale diffuso e contesto circostante (sistema paesaggistico), traducibili in ragionamenti a scala extra-comunale;
- Spiccate connotazioni di paesaggio culturale, inteso come il risultato dell'opera congiunta di uomo e natura (valori storici, culturali, ambientali, ecc.);
- Presenza di rapporti di intervisibilità e relazioni visuali tra le parti, che richiedono una valutazione anche da punti di vista esterni ai singoli insediamenti.

Secondo tali premesse, è stata individuata come area di interesse in cui applicare il metodo proposto il sito UNESCO "Paesaggi vitivinicoli del Piemonte: Langhe-Roero e

Monferrato” (*Vineyard Landscape of Piedmont: Langhe-Roero e Monferrato*) (Figura III.1), ubicato nella Regione Piemonte, Italia.

L’area è stata selezionata in quanto presenta caratteri particolarmente interessanti sia dal punto di vista della ricorrente morfologia degli insediamenti, prevalentemente caratterizzati da un abitato circoscritto e in posizione prominente, sia per il valore del contesto paesaggistico circostante, in cui si identificano numerosi percorsi panoramici, punti di visibilità privilegiata e rapporti di intervisibilità. Il sito inoltre presenta importanti caratteri peculiari dal punto di vista storico-architettonico, legati sia alle testimonianze monumentali e alle tradizioni costruttive, sia alle tecniche di viticoltura e gestione del territorio. Questi caratteri rendono il sito idoneo a un ragionamento critico volto alla valutazione e alla valorizzazione dell’immagine notturna.



Figura III.1 - Paesaggio vitivinicolo di Langhe, Roero e Monferrato (La Morra, CN).
(Fonte: <http://www.regione.piemonte.it>).

III.2.2 Il sito UNESCO “Paesaggi vitivinicoli del Piemonte: Langhe-Roero e Monferrato”

Il sito “Paesaggi vitivinicoli del Piemonte: Langhe-Roero e Monferrato” è ubicato nella porzione meridionale della Regione Piemonte, delimitato dal fiume Po a Nord e dagli Appennini Liguri a Sud (Figura III.2), in un vasto territorio collinare, incorniciato da valli poco profonde. Presenta un indiscusso valore ambientale e culturale a livello internazionale, rimarcato dal riconoscimento come sito patrimonio mondiale UNESCO del 2014, attribuito in occasione del 38° World Heritage Committee a Doha in Qatar (UNESCO World Heritage Centre, 2014a). Nella giustificazione attribuita per *l’Eccellente Valore Universale* (UNESCO World Heritage Centre, 2014b) si riconosce come il sito costituisca un eccezionale ed emblematico paesaggio culturale di vigneti

collinari particolarmente armoniosi e testimoni un rapporto profondo stabilito tra l'uomo e il suo ambiente naturale:

“I paesaggi culturali vitivinicoli del Piemonte di Langhe-Roero e Monferrato sono una eccezionale testimonianza vivente della tradizione storica della coltivazione della vite, dei processi di vinificazione, di un contesto sociale, rurale e di un tessuto economico basati sulla cultura del vino. La loro storia è testimoniata dalla presenza di una grande varietà di manufatti e architetture legate alla coltivazione della vite e alla commercializzazione del vino. I vigneti di Langhe-Roero e Monferrato costituiscono inoltre un esempio eccezionale di interazione dell'uomo con il suo ambiente naturale: grazie ad una lunga e costante evoluzione delle tecniche e della conoscenza sulla viticoltura si è realizzato il miglior adattamento possibile dei vitigni alle caratteristiche del suolo e del clima, tanto da diventare un punto di riferimento internazionale. I paesaggi vitivinicoli di Langhe-Roero e Monferrato incarnano l'archetipo di paesaggio vitivinicolo europeo per la loro grande qualità estetica”⁵⁴.

In termini di categorie di beni culturali (articolo 1 della Convenzione del Patrimonio Mondiale del 1972 (UNESCO World Heritage Centre, 1972)) si tratta di una nomina in serie di 5 siti (corrispondenti a cinque aree vitivinicole del Piemonte) e un monumento (il Castello di Grinzane Cavour). Secondo quanto previsto dalle Linee Guida Operative per l'attuazione della Convenzione del Patrimonio Mondiale⁵⁵ (UNESCO World Heritage Centre, 2019) si tratta anche di un *paesaggio culturale*, risultato dell'azione combinato di uomo e natura.

Il sito è composto da 6 componenti, che costituiscono le aree di eccellenza, che coinvolgono 29 Comuni; i 6 nuclei centrali sono permeati e protetti da una vasta *buffer zone*, o area tampone, composta da 72 comuni (UNESCO World Heritage Centre, 2014c). Così come le componenti, anche le aree in *buffer zone* sono sottoposte a tutela⁵⁶ e sono considerate fondamentali per il progetto complessivo di valorizzazione del territorio. L'estensione complessiva del sito è di 10.789 ettari, mentre la *buffer zone* si sviluppa per una superficie complessiva di oltre 76.000 ettari.

⁵⁴ (UNESCO World Heritage Centre, 2014b)

⁵⁵ In particolare, si rimanda al Punto 47.

⁵⁶ (Regione Piemonte, 2013)

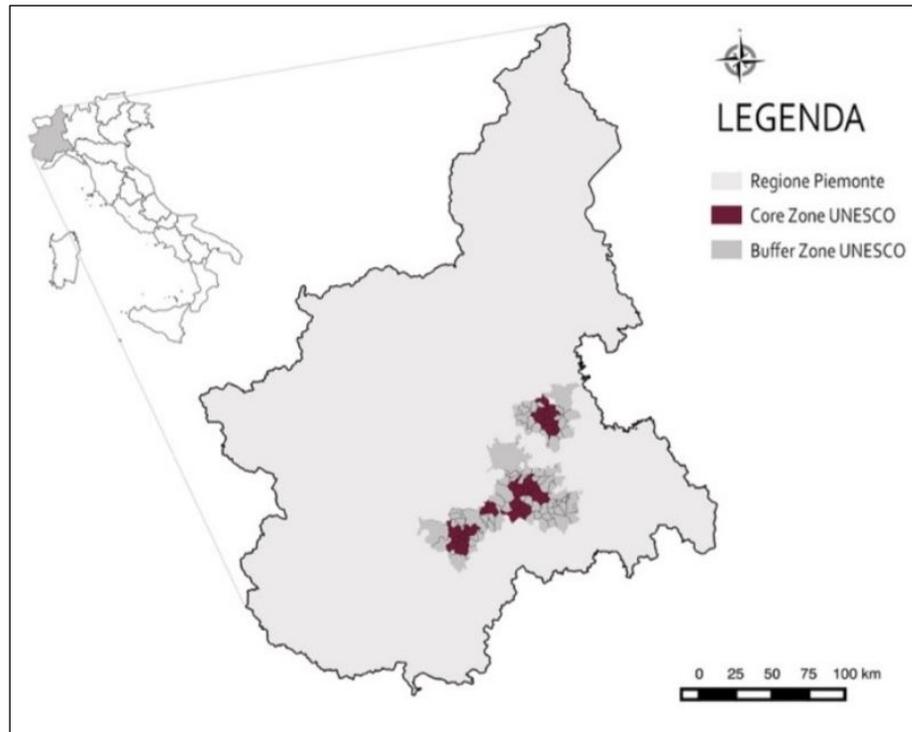


Figura III.2 - Localizzazione geografica del sito UNESCO. Fonte: (Ferretti & Gandino, 2017)

Le 6 componenti ubicate in Core Zone sono denominate (Figura III.3, Figura III.4):

- Langa del Barolo
- Castello di Grinzane Cavour
- Colline del Barbaresco
- Nizza Monferrato e il Barbera
- Canelli e l'Asti Spumante
- Monferrato degli *Infernot*

Di queste, 4 identificano un particolare legame tra il territorio e le tecniche di vinificazione (la Langa del Barolo; le colline del Barbaresco; Nizza Monferrato e il Barbera; Canelli e l'Asti Spumante), mentre le altre 2 (il Monferrato degli *Infernot* e il Castello di Grinzane Cavour) si ricollegano, in prospettiva storica, all'architettura del vino.

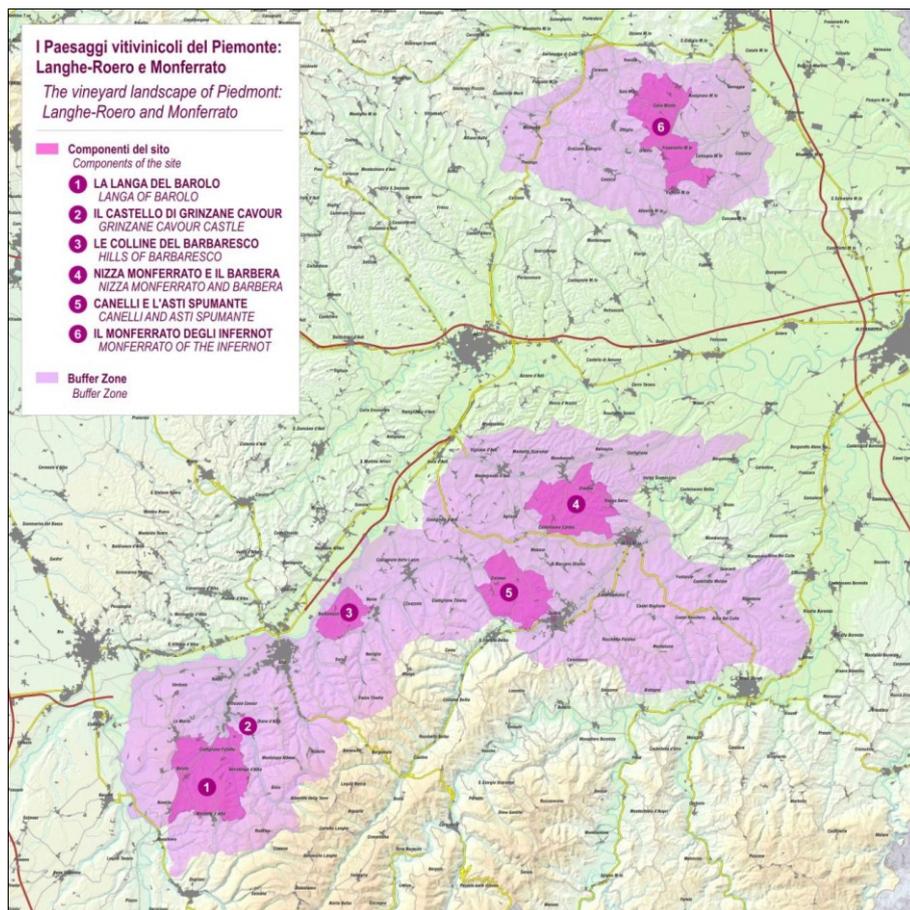


Figura III.3 - Inquadramento territoriale dei Paesaggi Vitivinicoli di Langhe-Roero e Monferrato con delimitazione della Core Zone e della Buffer Zone. (Fonte UNESCO).

Come è rintracciabile nella descrizione della candidatura (UNESCO World Heritage Centre, 2014b) il sito, con sfumature relativamente omogenee del paesaggio, presenta una grande diversità nella sua composizione e nelle sue particolarità relative a viticoltura e vinificazione. Il paesaggio è costellato di cascine, rifugi per i viticoltori (*ciabot*), isolate cascine vinicole, borghi spesso arroccati su alture, città più grandi al limitare dei vigneti, castelli, chiese romaniche e antichi edifici monastici. Il sito è caratterizzato anche da strutture specifiche costituite da cantine di vinificazione e cantine per la conservazione pronte per la vendita (*Infernot*). Contiene quindi elementi costruiti molto differenziati, che forniscono un gran numero di *landmarks* importanti nel panorama dei vigneti e degli insediamenti urbani e rurali. I vigneti sono coltivati sulle colline con pendenze moderate o lievi, caratterizzate dall'assenza di muri e terrazzamenti, dando luogo alla disposizione sistematica dei filari lungo linee di contorno successive.



Figura III.4 - rappresentazioni fotografiche rappresentative dei caratteri delle sei componenti in Core Zone. (Fonte: UENSCO).

Il sito nel complesso costituisce testimonianza di una tradizione culturale ancora viva e rappresenta un esempio di paesaggio culturale risultante dall'interazione tra l'uomo e la natura. La complessità del paesaggio, plasmata nel corso del tempo dal lavoro dell'uomo che ha imparato a coniugare le caratteristiche morfologiche del sito e le naturali attitudini di vitigni storicamente attestati sui territori, definisce un paesaggio *vivo* e in continua trasformazione

III.2.3 Selezione dell'area specifica adottata come caso studio

Al fine di applicare l'approccio metodologico proposto è stata identificata un'area circoscritta all'interno del sito UNESCO. In particolare, sono stati selezionati 6 Comuni, ubicati ai margini della Buffer Zone UNESCO e dislocati lungo la cosiddetta valle del Tanaro (Figura III.5, Figura III.6):

- Comune di Govone (CN)
- Comune di Guarene (CN)
- Comune di Neive (CN)
- Comune di Roddi (CN)
- Comune di La Morra (CN)
- Comune di Castiglione Falletto (CN)

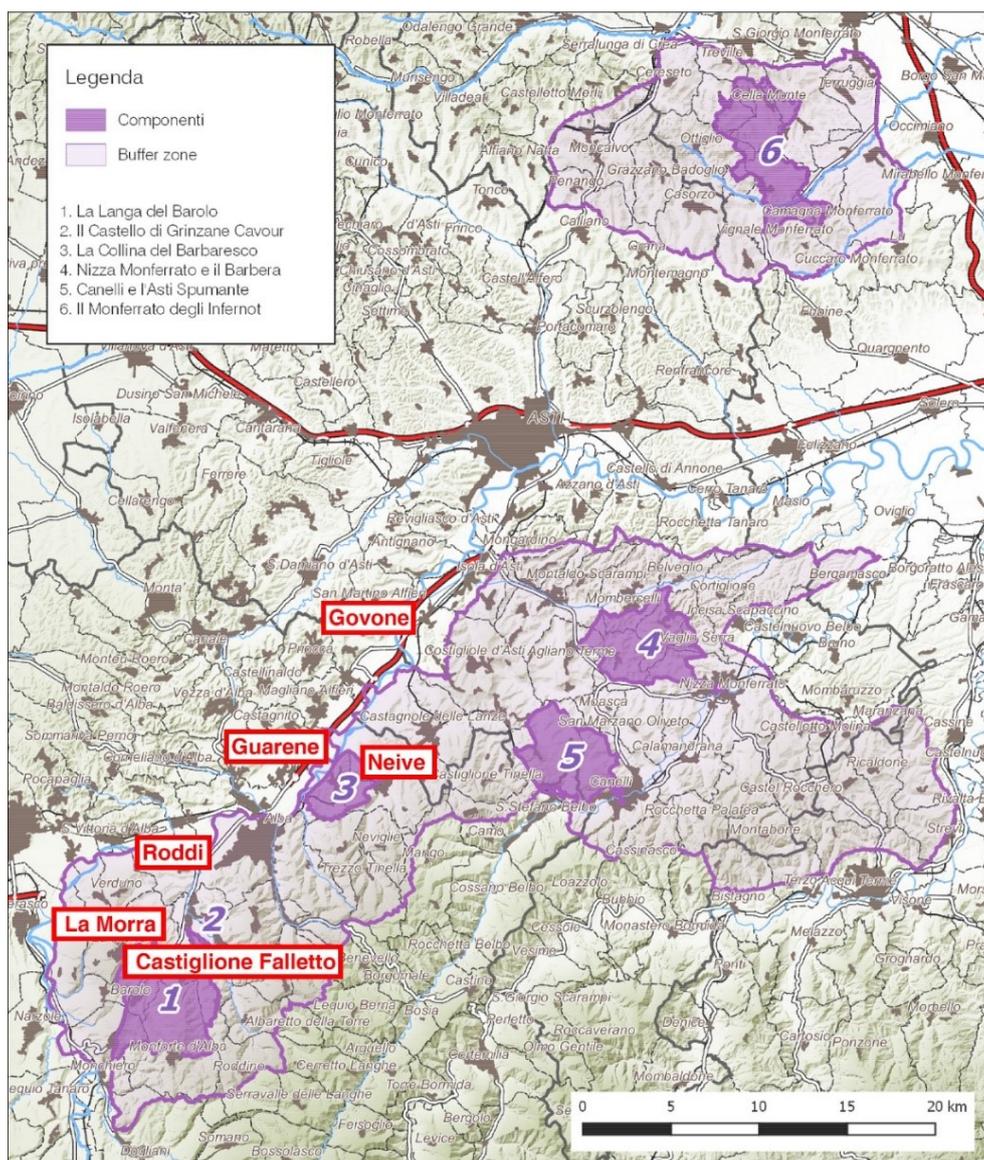


Figura III.5 - Identificazione dei comuni adottati come caso studio. (Fonte cartografia: UNESCO. Elaborazione dell'autore).



Figura III.6 - Comuni selezionati come caso studio. 1.Govone 2.Guarene 3.Neive 4.Roddi 5.La Morra 6.Castiglione Falletto. (Fonte: web).

III.3 Applicazione della metodologia al caso studio

Nell'applicazione dell'approccio metodologico al caso studio sono state seguite le indicazioni illustrate nel precedente capitolo: (fase 1) analisi territoriale multidisciplinare; (fase 2) analisi soggettiva; (fase 3) analisi oggettiva.

A valle della prima fase di analisi territoriale multidisciplinare sono stati individuati per ciascun Comune componente il caso studio una serie di punti di osservazione, esterni ai singoli insediamenti e significativi ai fini della valutazione dell'immagine notturna del sito. Per ciascun punto di osservazione sono state acquisite fotografie diurne e notturne, così come misure fotometriche rappresentative della distribuzione della luminanza.

Ai fini della valutazione soggettiva e oggettiva della scena è stata successivamente operata, per ragioni pratiche, una selezione tra i punti di osservazione individuati: 9 di essi sono stati inseriti nel questionario di valutazione distribuito. Le successive elaborazioni dei dati fanno pertanto riferimento ai 9 punti di vista selezionati.

III.3.1 Fase 1. Analisi territoriale multidisciplinare

Individuazione degli strumenti utili per l'analisi

Ai fini di sviluppare un'analisi multidisciplinare dell'ambito territoriale assunto come caso studio, sono stati presi in esame i principali strumenti propri della pianificazione territoriale e le fonti storiche utili ai fini di un inquadramento quanto più possibile esaustivo. Le fonti sono state analizzate sia ai fini di un'analisi generale a livello territoriale, sia nel dettaglio delle singole aree municipali.

L'incipit preliminare alla fase di conoscenza del caso studio è stato attribuito all'osservazione diretta del sito, ai fini di comprendere le relazioni che intercorrono tra le architetture e tra gli insediamenti e il complesso paesaggistico circostante, sia da punti di vista interni che esterni. Laddove possibile il sopralluogo in campo ha inoltre previsto momenti di incontro con le Amministrazioni locali, ai fini di indagare gli usi sociali degli spazi urbani e le modalità di accesso e fruizione del territorio.

L'analisi conoscitiva ha previsto inoltre lo studio di una serie di fonti, di tipo storico e legate alla pianificazione locale, ai fini di un'analisi multidisciplinare.

Si riportano di seguito gli strumenti principali che sono stati presi in esame:

- **Documenti e report relativi alla candidatura e al riconoscimento UNESCO**

Trattandosi di un sito inserito nella Lista del Patrimonio Mondiale, i già citati documenti relativi alla candidatura e al riconoscimento dell'eccezionale valore universale sono stati esaminati ai fini di approfondire la descrizione del sito e dei suoi caratteri peculiari nel suo complesso e acquisire informazioni circa indicazioni e linee guida per gli interventi, nell'ottica di preservare e valorizzare il sito.

▪ **Piano Paesaggistico Regionale (PPR)**

Il Piano paesaggistico della Regione Piemonte⁵⁷ (Regione Piemonte, 2017), entrato in vigore nel 2017, è strumento di tutela e promozione del paesaggio piemontese, rivolto a regolarne le trasformazioni e a sostenerne il ruolo strategico per lo sviluppo sostenibile del territorio. Il PPR è stato adottato a quasi vent'anni dalla Convenzione Europea del Paesaggio e a più di dieci anni dall'emanazione del Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio, dei quali sposa l'approccio e segue le indicazioni (Cassatella & Paludi, 2018). Considerato un modello a livello di approccio metodologico ha fornito, per la prima volta, una lettura strutturale delle caratteristiche paesaggistiche del territorio piemontese, definendo le politiche per la tutela e la valorizzazione del paesaggio.

La struttura del Piano è caratterizzata dall'articolazione del territorio regionale in singole parti (76 ambiti di paesaggio) riconosciute individuando i caratteri strutturanti, qualificanti e caratterizzanti i differenti paesaggi del Piemonte secondo le peculiarità naturali, storiche, morfologiche e insediative. Per ciascun ambito sono definiti specifici obiettivi di qualità paesaggistica da raggiungere, le strategie e gli obiettivi da perseguire. In coerenza con la concezione integrata e multidimensionale sancita dalla Convenzione europea del paesaggio, la filosofia del PPR interpreta il paesaggio come sintesi di:

- Natura e ambiente (componente naturalistico - ambientale)
- Storia e cultura (componente storico - culturale)
- Percezione visiva (componente percettivo - identitaria)
- Configurazione antropica del territorio (componente morfologico - insediativa).

Per ciascuna componente le norme di attuazione del Piano prevedono la definizione, i riscontri sulle tavole di Piano, gli obiettivi di tutela e valorizzazione e una serie di indirizzi, direttive e prescrizioni.

Ai fini della ricerca è stata di particolare interesse la lettura multi-scala offerta del PPR piemontese, suddivisa nell'analisi delle diverse componenti paesaggistiche che caratterizzano specificatamente gli ambiti in esame, fino all'individuazione nel dettaglio dei valori distintivi dei singoli beni paesaggistici. Il PPR affianca inoltre a tale lettura l'approfondimento della rete di connessione paesaggistica, che individua le relazioni tra gli elementi delle reti ecologica, storico-culturale e fruitiva.

▪ **Linee guida per l'analisi, la tutela e la valorizzazione degli aspetti scenico percettivi del paesaggio (parte integrante del PPR)**

La Regione Piemonte negli ultimi anni ha dimostrato particolare attenzione alla promozione di pratiche di valorizzazione degli aspetti scenico-percettivi del paesaggio, a dimostrazione del crescente interesse relativo tematica. Sono stati promossi strumenti di valutazione degli impatti scenici a livello di pianificazione regionale e sono state promosse iniziative finalizzate alla realizzazione di reti di connessione paesaggistica e

⁵⁷ Gli elaborati del PPR approvato sono liberamente accessibili, la relativa cartografia è consultabile attraverso un servizio di visualizzazione WebGis e i dati delle Tavole sono inoltre scaricabili in formato shapefile dal Geoportale Piemonte (http://webgis.arpa.piemonte.it/ppr_storymap_webapp/).

valorizzazione di sistemi territoriali anche da punti di vista esterni. Tali obiettivi sono esplicitamente richiamati nelle già citate Linee guida per l'analisi, la tutela e la valorizzazione degli aspetti scenico percettivi del paesaggio (Cassatella, 2014) (cfr. I.1.4. Strumenti per la tutela dei valori visuali del paesaggio), incentrate sul fornire strumenti di valutazione dell'impatto visivo degli interventi, considerando punti di vista sia interni che esterni.

- **Linee guida per l'adeguamento dei piani regolatori e dei regolamenti edilizi alle indicazioni di tutela del sito UNESCO**

Il riconoscimento da parte dell'UNESCO ha rappresentato per il sito in esame un traguardo importante, oltre che essere strumento per garantire politiche di promozione e valorizzazione. Riconoscendo l'importanza di mantenere e conservare quei valori che hanno decretato la singolarità del sito, la Regione Piemonte ha redatto nel 2015 le "Linee guida per l'adeguamento dei piani regolatori e dei regolamenti edilizi alle indicazioni di tutela del sito UNESCO"⁵⁸ (Regione Piemonte, 2015), quale strumento rivolto agli enti preposti alla tutela del sito, finalizzato ad armonizzare gli obiettivi di salvaguardia che derivano dal riconoscimento UNESCO con gli obiettivi del PPR, temperando le esigenze di conservazione con quelle di sviluppo sostenibile e promozione del territorio del sito e della sua area di protezione. Nello specifico, le Linee guida sono finalizzate a supportare le amministrazioni comunali nella revisione dei piani regolatori e dei regolamenti edilizi sulla base di una approfondita analisi paesaggistica che tenga conto degli aspetti percettivi del paesaggio e metta in evidenza i punti critici da risolvere all'interno degli strumenti della pianificazione urbanistica locale.

- **Carta della sensibilità visiva e punti belvedere**

Per favorire gli obiettivi legati alla qualità estetica e agli aspetti percettivi del paesaggio la Regione ha predisposto la redazione della Carta della sensibilità visiva. Tale elaborato è stato realizzato a partire dall'individuazione da parte dei Comuni dei migliori belvedere e percorsi panoramici del proprio territorio, anche avvalendosi delle indicazioni già presenti nel Piano Paesaggistico regionale, nei piani provinciali, negli studi comunali, e da una attenta analisi sul campo. I belvedere determinano ognuno un bacino visivo che unito agli altri nell'elaborazione informatizzata determina le aree maggiormente visibili del territorio. La carta della sensibilità visiva si configura quindi quale carta tematica e strumento in grado di fornire una base maggiormente oggettiva di rilevamento degli aspetti percettivi.

- **Piani Regolatori Generali (PRG) dei singoli Comuni**

I Piani Regolatori dei singoli Comuni assunti come oggetto di studio sono stati presi in esame ai fini di indagare gli usi prevalenti del suolo, le indicazioni sulle edificazioni, le

⁵⁸ Le Linee Guida nascono in attuazione dell'articolo 33, comma 6, del Piano paesaggistico regionale, adottato con D.G.R. n. 20-1442 del 18 maggio 2015.

principali caratteristiche del territorio comunale e individuare i principali beni di particolare rilevanza storico, artistica e/o architettonica.

- **Documentazione storica e fonti bibliografiche**

L'esame della documentazione storica e delle fonti bibliografiche è stato utile elemento per lo studio e il riconoscimento delle fasi che hanno condotto all'attuale assetto territoriale, nonché per l'individuazione dell'accessibilità e delle vie di comunicazione di tipo storico e l'approfondimento sui beni di carattere storico architettonico più rilevanti e caratterizzanti il sito.

Allo studio delle tipologie di fonti sopra elencate, considerato che l'obiettivo dello studio è la valutazione critica dell'attuale condizione d'illuminazione e in particolare dell'immagine notturna del caso studio, sono stati presi in esame gli strumenti e i documenti di indirizzo locale dedicati al tema dell'illuminazione. Pertanto, oltre ai già citati vincoli normativi e legislativi vigenti a livello nazionale (cfr. I.2.3. Vincoli normativi e legislativi), è stata presa in esame la Legge Regionale per il contenimento dell'inquinamento luminoso (Regione Piemonte, 2018), ai fini di individuare la zona in cui si colloca il caso studio, sulla base della suddivisione del territorio regionale in tre zone a diversa sensibilità e con diverse fasce di rispetto, in base alla vicinanza ai siti di osservazione astronomica e alla presenza di aree naturali protette. Inoltre, laddove è stato possibile avere accesso alla documentazione, sono stati analizzati i censimenti degli impianti di illuminazione pubblica dei Comuni facenti parte del caso studio.

Analisi generale complessiva dell'area oggetto di studio

In termini generali il PPR riconosce l'area dei paesaggi vitivinicoli di Langhe-Roero e Monferrato quale luogo identitario del Piemonte, meritevole di essere salvaguardato nei suoi molteplici aspetti, e prestando particolare attenzione anche alla tutela degli aspetti scenico percettivi del paesaggio:

“Mantenendo l'uso agrario delle terre, valorizzando il patrimonio storico, rurale e urbano e le trame insediative, conservando il valore scenico ed estetico del paesaggio e i rapporti visivi tra buffer e core zone, riqualificando le aree compromesse, garantendo un alto livello qualitativo degli interventi edilizi, tutelando i luoghi legati alla cultura del vino, quale insieme di spazi aperti e di costruzioni che storicamente e nella memoria collettiva hanno acquisito importanza e significato”⁵⁹.

Per un inquadramento a livello territoriale, rispetto alla classificazione proposta dal PPR che suddivide il territorio regionale in ambiti di paesaggio, i Comuni individuati come caso studio si collocano all'interno dell'Ambito 64 “Basse Langhe” (Comuni di Castiglione Falletto, La Morra, Neive, Roddi e Guarene) e nell'Ambito 65 “Roero” (Comuni di Govone e Guarene) (Figura III.7). Per ciascun ambito il PPR fornisce una

⁵⁹ Linee Guida siti UNESCO, Pag. 2

scheda di sintesi contenente una descrizione generale e approfondimenti inerenti le caratteristiche naturali, le emergenze fisico naturalistico, le caratteristiche storico culturali, le dinamiche in atto, gli strumenti di salvaguardia e gli indirizzi e gli orientamenti strategici.

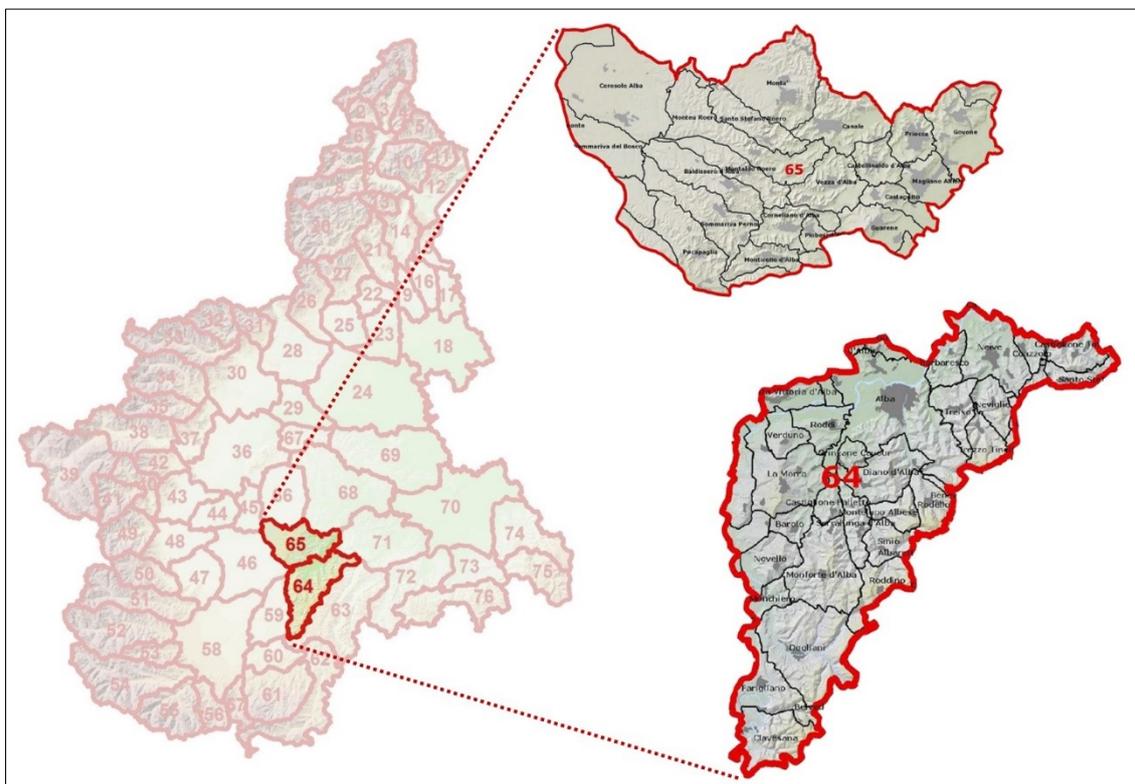


Figura III.7 - Identificazione degli ambiti 64 (Basse Langhe) e 65 (Roero) secondo la classificazione proposta dal Piano Paesaggistico Regionale della Regione Piemonte. (Fonte: (Regione Piemonte, 2017), elaborazione dell'autore).

L'Ambito 64 viene descritto nel PPR come:

“Morfologicamente è caratterizzato dalla successione di versanti collinari che si dipanano dai crinali, a orientamento principale sud-nord, e appaiono profondamente incisi dai corsi d'acqua che costituiscono il fitto reticolo drenante secondario che alimenta il Tanaro. [...]

Il sistema insediativo è organizzato in borghi compatti d'altura, privi però di un'infrastruttura viaria riconoscibile”.

Tra i fattori caratterizzanti vengono riportati:

- “- **Sistema dei castelli e dei borghi** accentrati dell'area del Barolo (bacino del torrente Talloria: Barolo, Castiglione Falletto, Serralunga d'Alba, Novello), in relazione alle caratteristiche orografiche e alle specificità colturali;*
- Sistema di **emergenze fortificate** a nord-est di Alba (Neive, Barbaresco), che segnava la linea di confine tra il distretto comunale albese e quello astigiano;*

- Sistema delle **grandi chiese parrocchiali** riplasmate o costruite in età barocca, edifici che si sono sostituiti ai castelli come **poli visivi territoriali** e fulcri dell'insediamento;
- Sistema insediativo diffuso, per borghi di dimensioni medio-piccole, innervato da una fitta maglia stradale di rilevanza locale [...].

Dalla descrizione d'Ambito 65 si evince invece come i Comuni considerati siano parte della macroarea degradante verso la valle del Tanaro, che costituisce un sistema autonomo, ricco di micro-paesaggi di vallette e di crinali, simile per caratteri morfologici e insediativi alle antistanti Langhe. Di particolare rilevanza anche in questo caso il fenomeno dell'incastellamento, che assume una rilevanza determinante per orientare gli esiti terminali dei processi insediativi, e la presenza di residenze nobiliari di antico regime e collegabili all'espansione del demanio sabaudo

“Se la tendenza alla trasformazione, nel corso dell'età moderna, di antiche strutture militari in complessi residenziali per il loisir delle classi nobiliari appare un tratto comune all'intero territorio subalpino, la grande concentrazione di strutture e la varietà di forme da loro assunte nel corso dei secoli XVII-XIX fa del Roero uno degli osservatori privilegiati per analizzare i progressivi cambiamenti di gusto e lo sviluppo di più articolate esigenze di comfort nelle residenze extraurbane.

Gli elementi afferenti a tale sistema sono:

- **sistema dei castelli** trasformati nel corso del XVII-XVIII secolo in dimore nobiliari, con esiti più o meno monumentali (Castellinaldo d'Alba, Magliano Alfieri, **Guarene**, Pocapaglia, Montà, Ceresole, San Martino Alfieri);
- **sistema delle residenze extraurbane** entrate a far parte del demanio sabaudo (**Govone**, Sommariva Perno); [...].

Ancora in termini generale, in relazione alla zonizzazione prevista della Legge Regionale per il contenimento dell'inquinamento luminoso (Regione Piemonte, 2018), l'intera area del caso studio rientra nella zona 3: “Zona intorno ad osservatori a carattere privato. Territorio non classificato in Zona 1 e 2”, ovvero il livello a sensibilità più bassa all'inquinamento luminoso⁶⁰.

⁶⁰ La classificazione proposta prevede la suddivisione del territorio regionale in tre zone a sensibilità all'inquinamento luminoso decrescente in base alle caratteristiche e alla rilevanza nazionale e internazionale del sito (Regione Piemonte, 2003).

Analisi delle singole aree municipali

Ai fini di completare l'analisi territoriale multidisciplinare del caso studio, dopo aver indagato i caratteri generali del sito, sono stati analizzati singolarmente i Comuni e il contesto circostante. L'analisi è stata condotta attraverso lo studio dei principali strumenti citati ed è necessaria ai fini di approfondire i caratteri principali del caso studio. L'analisi è necessaria ai fini di interpretare in un'ottica multidisciplinare l'immagine diurna dei luoghi e di conseguenza per definirne l'immagine notturna.

Lo studio approfondito del caso studio ha consentito inoltre di individuare punti di osservazione significativi da cui analizzare l'immagine percepita del patrimonio diffuso. Come sottolineato nella presente ricerca priorità è stata attribuita allo studio di punti di osservazione esterni ai singoli insediamenti urbani, localizzati lungo i principali tracciati viari o itinerari turistici e da cui risultano particolarmente significative le relazioni visuali e i rapporti di inter-visibilità tra insediamenti diffusi, patrimonio culturale e contesto paesaggistico. Dai punti di osservazione definiti sono state acquisite fotografie, sia diurne che notturne, utili per acquisire dati relativi all'immagine percepita sia in termini soggettivi che oggettivi.

Le immagini fotografiche diurne e notturne sono state acquisite utilizzando diverse tipologie di fotocamere digitali e obiettivi fotografici:

- Immagini notturne: fotocamera reflex digitale a obiettivo singolo Canon EOS 650D; lunghezze focali obiettivi 17-50 mm e 70-200 mm;
- Immagini notturne: fotocamera reflex digitale a obiettivo singolo Canon EOS 80D; lunghezza focale obiettivo 17-50 mm;
- Immagini diurne: fotocamera reflex digitale a obiettivo singolo Nikon D5600; lunghezza focale obiettivo 18-55 mm.

Tutte le fotografie sono state acquisite a colori, utilizzando un treppiede e posizionando la fotocamera a circa 1,60 m da terra, in modo da rispecchiare la percezione di un reale osservatore di altezza media. Le immagini sono state acquisite in un periodo compreso tra marzo 2018 e luglio 2019 e in condizioni atmosferiche di cielo sereno.

Le informazioni relative all'analisi territoriale suddivise per Comuni e la selezione di punti di osservazione significativi con relative immagini fotografiche diurne e notturne sono riportate nelle schede che seguono, che offrono una panoramica dei caratteri del caso studio.

Le informazioni emerse relative a ciascun Comune sono state sintetizzate e rappresentate in schede tematiche, relative a:

- Informazioni di base sul Comune in oggetto;
- Rappresentazione delle componenti morfologico insediative e delle componenti naturalistico ambientali, come indicato dal Piano Paesaggistico Regionale;
- Rappresentazione delle componenti percettivo identitarie e delle componenti storico culturali, come indicato dal Piano Paesaggistico Regionale;
- Rappresentazione delle principali destinazioni d'uso, come indicato dai Piani Regolatori Comunali;

- Identificazione dei punti di osservazione da cui acquisire le fotografie diurne e notturne;
- Fotografie diurne e notturne;
- Analisi dettagliata relativa alla porzione dell'insediamento urbano oggetto di indagine, corrispondente al centro storico e alle adiacenti espansioni territoriali. Riconoscimento, grazie allo studio delle fonti storiche e bibliografiche, delle stratificazioni territoriali che hanno condotto all'assetto urbano attuale e degli edifici di particolare rilevanza dal punto di vista storico, architettonico, culturale e sociale.

L'analisi territoriale proposta dall'approccio metodologico prevede anche l'acquisizione dei dati relativi alle caratteristiche degli impianti di illuminazione pubblica. Nella presente ricerca tali dati sono stati acquisiti per alcuni dei Comuni in esame, nei casi in cui l'Amministrazione Comunale si è mostrata disponibile a condividere la documentazione. Tuttavia, per esigenze di riservatezza, tali informazioni non sono state riportate nelle schede che seguono.

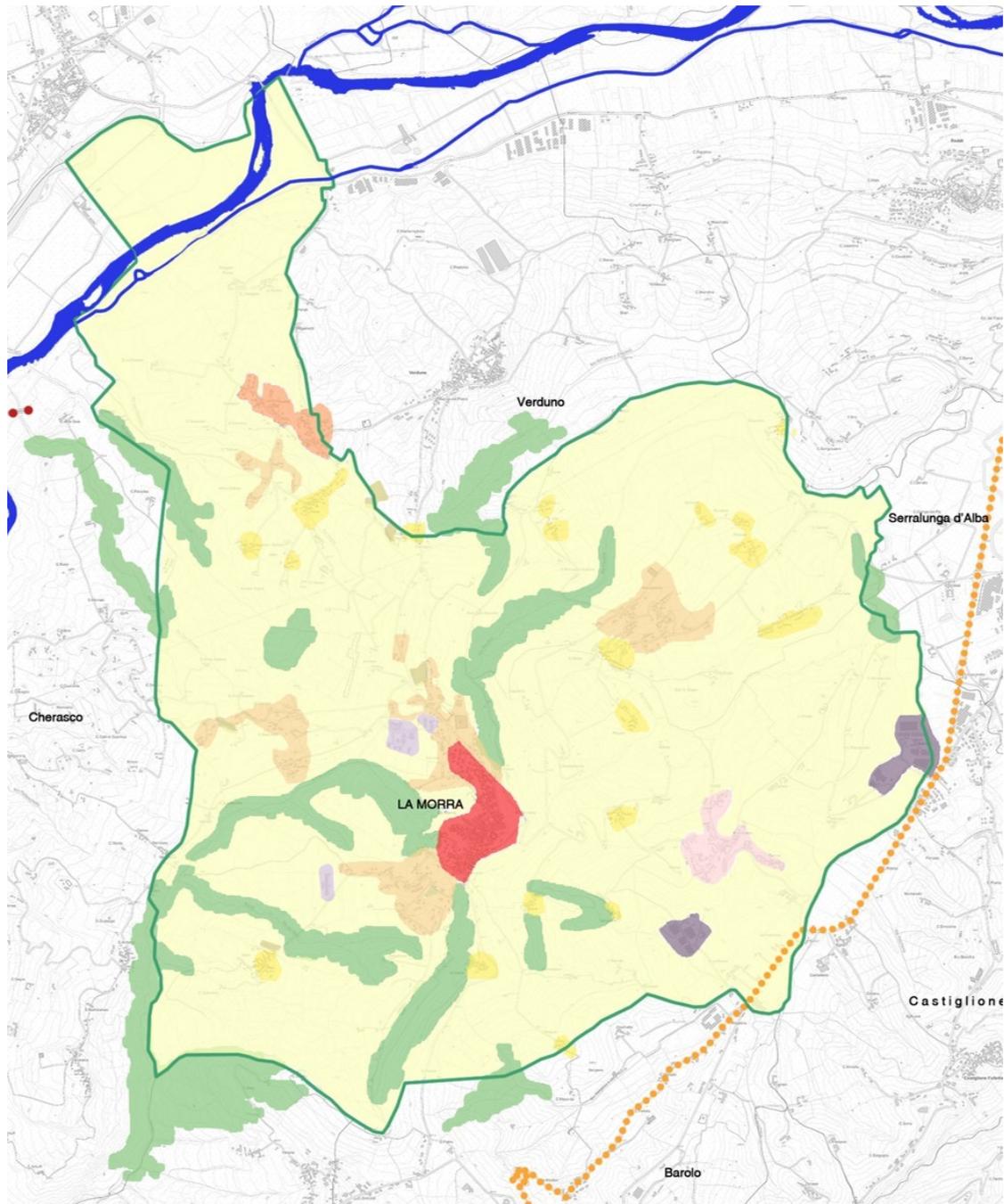
ANALISI TERRITORIALE MULTIDISCIPLINARE

Comune di La Morra



Numero abitanti	2.769 (al 01/01/2019 - Istat)
Superficie [km ²]	25
Altitudine [m s.l.m.]	513
Altitudine minima [m s.l.m.]	186
Altitudine massima [m s.l.m.]	556
Latitudine	44° 38' 21,84" N
Longitudine	7° 56' 0,96" E
Confini comunali	Alba, Barolo, Bra, Castiglione Falletto, Cherasco, Monforte d'Alba, Roddi, Verduno
Frazioni	Annunziata, Berri, Rivalta, Santa Maria
Corsi d'acqua	Fiume Tanaro

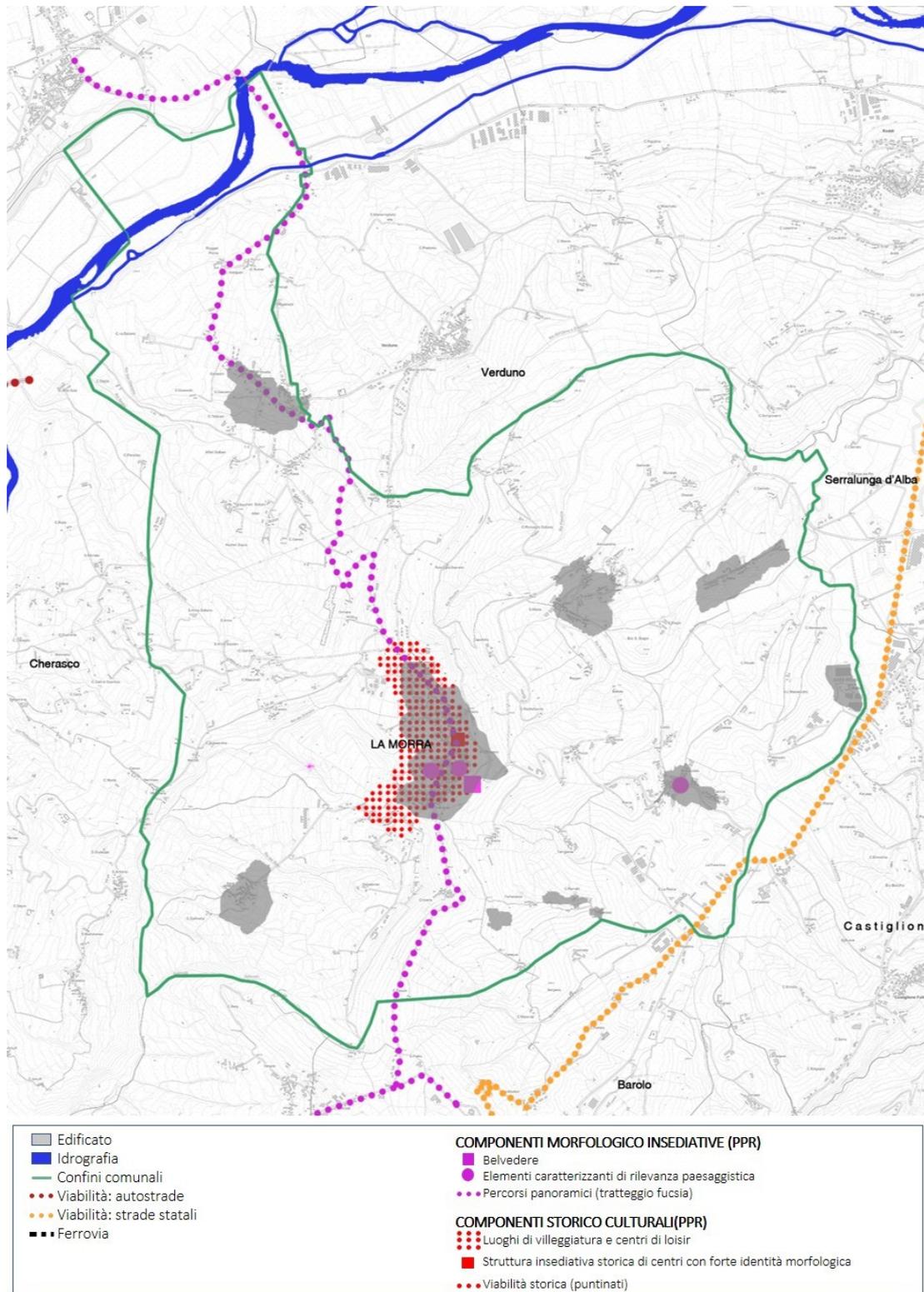
Comune di La Morra

Componenti morfologico insediative
Componenti naturalistico ambientali

■ Idrografia	COMPONENTI MORFOLOGICO INSEDIATIVE (PPR)
— Confini comunali	■ m.i.2 – urbane consolidate dei centri minori
●●● Viabilità: autostrade	■ m.i.3 – tessuti urbani esterni ai centri
●●● Viabilità: strade statali	■ m.i.4 – tessuti discontinui suburbani
■ ■ ■ Ferrovia	■ m.i.5 – insediamenti specialistici specializzati
COMPONENTI NATURALISTICO AMBIENTALI (PPR)	■ m.i.6 – aree a dispersione insediativa prevalentemente residenziale
■ Territori a prevalente copertura boscata	■ m.i.7 – aree a dispersione insediativa prevalentemente specialistica
■ Praterie, prati-pascoli, cespuglieti	■ m.i.10 – aree rurali di pianura o collina
	■ m.i.11 – sistemi di nuclei rurali di pianura, collina e bassa montagna

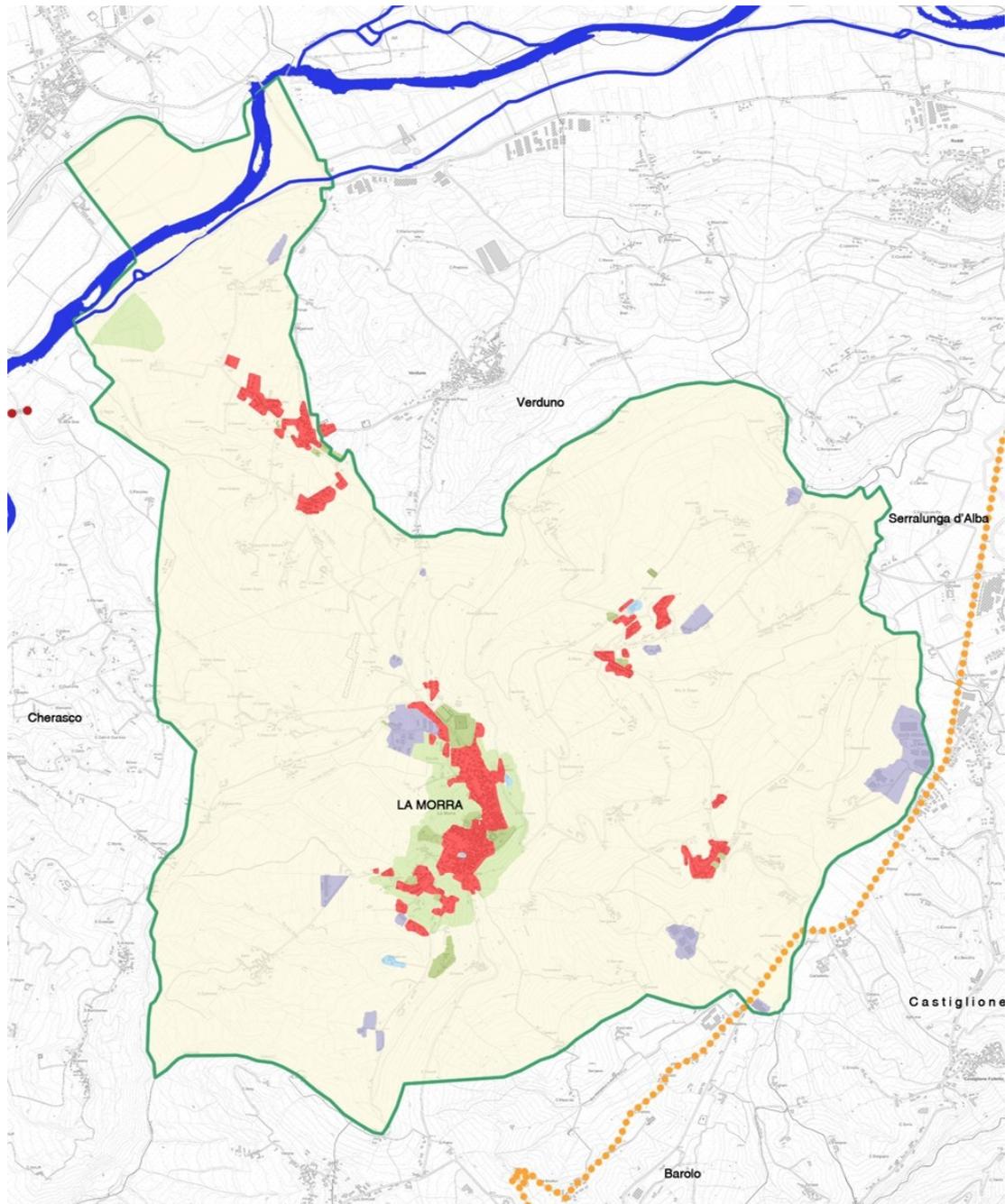
Comune di La Morra

Componenti percettivo identitarie
Componenti storico culturali

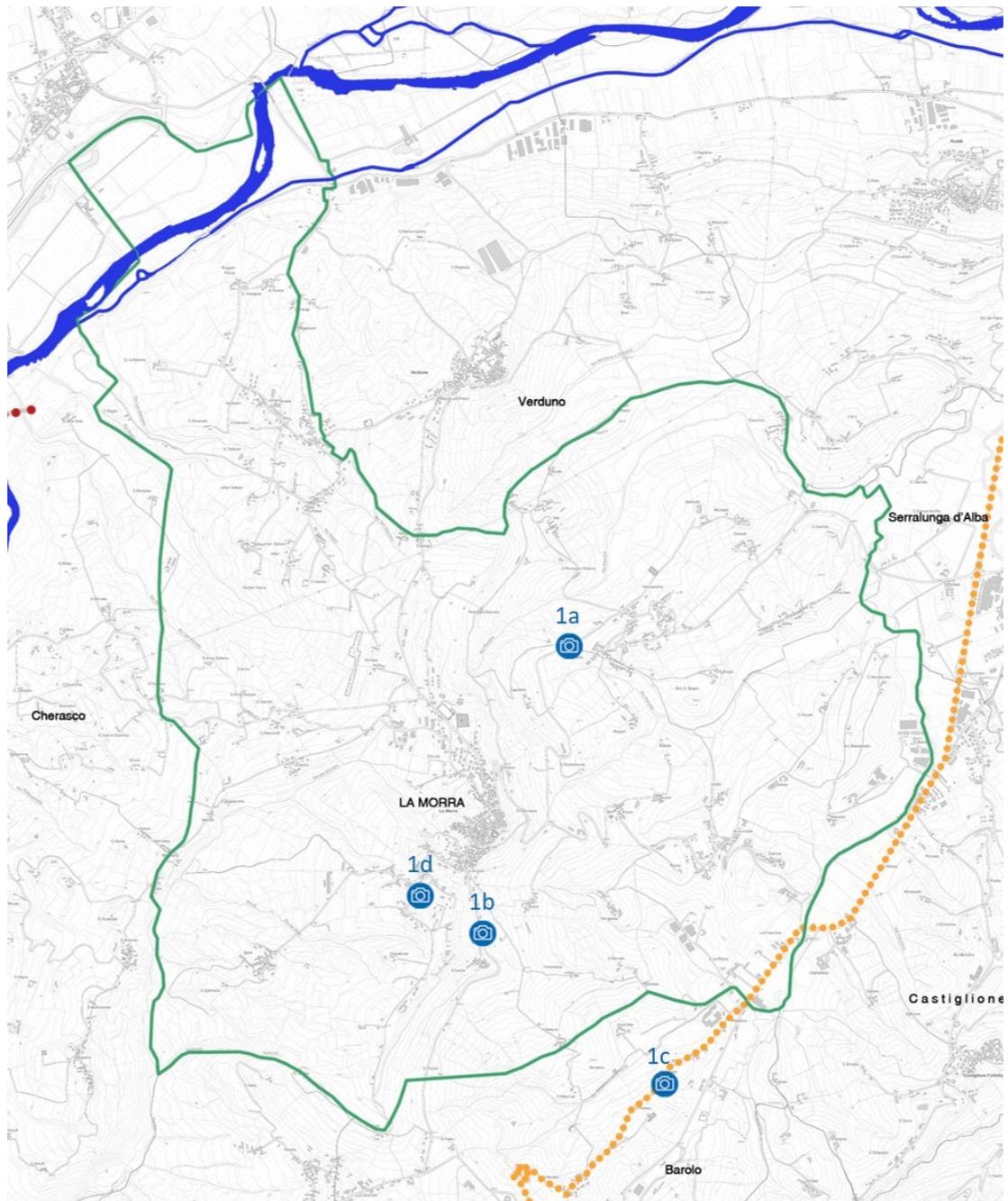


Comune di La Morra

Destinazioni d'uso



<ul style="list-style-type: none"> ■ Idrografia — Confini comunali ● Viabilità: autostrade ● Viabilità: strade statali ■ Ferrovia 	<p>DESTINAZIONI D'USO (PRG)</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Aree residenziali ■ Aree produttive ■ Aree terziarie ■ Aree polifunzionali ■ Aree ricettivo turistiche ■ Aree per servizi ■ Aree agricole ■ Aree di pregio naturale
---	--



Comune di La Morra

Acquisizione di fotografie diurne e notturne

Punto di vista 1a



Punto di vista 1b

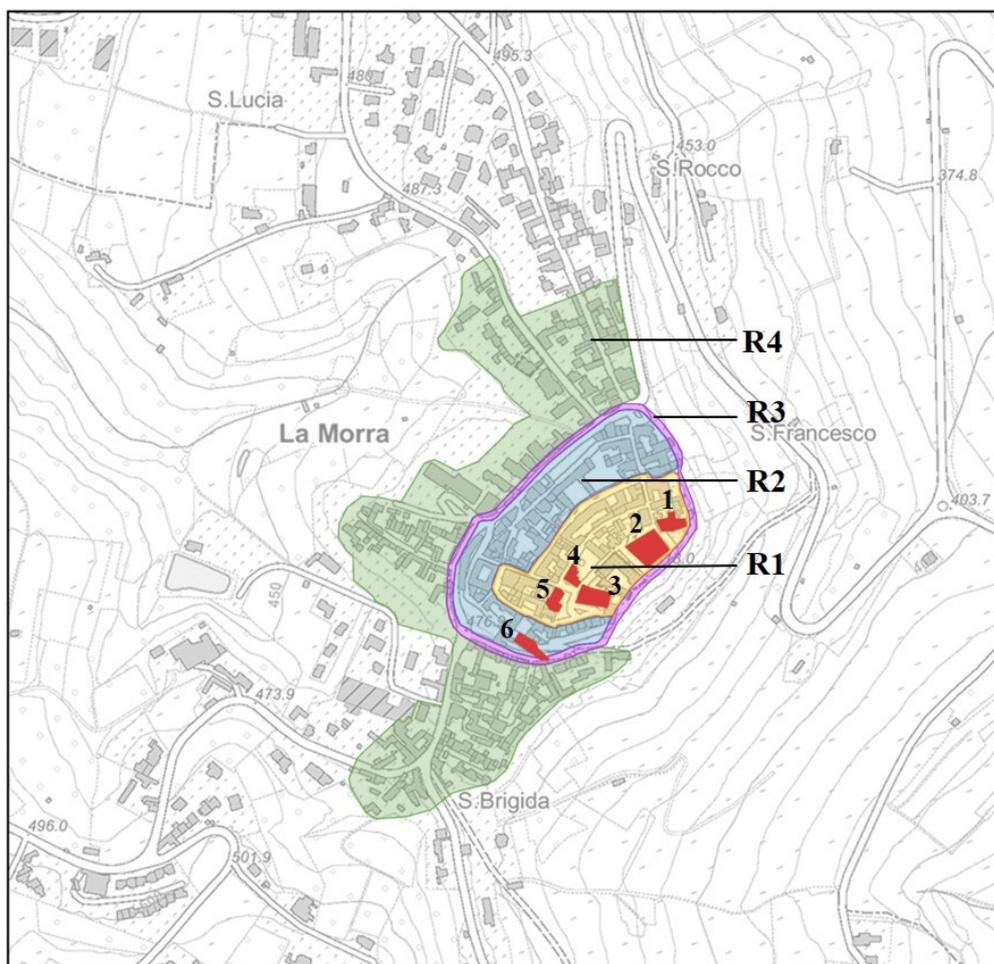


Punto di vista 1c



Punto di vista 1d



**STRATIFICAZIONI STORICHE**

- R1 – Nucleo più antico, castello
- R2 – Centro storico, residenziale
- R3 – Bastioni
- R4 – Espansione, residenziale

EDIFICI DI PARTICOLARE RILEVANZA

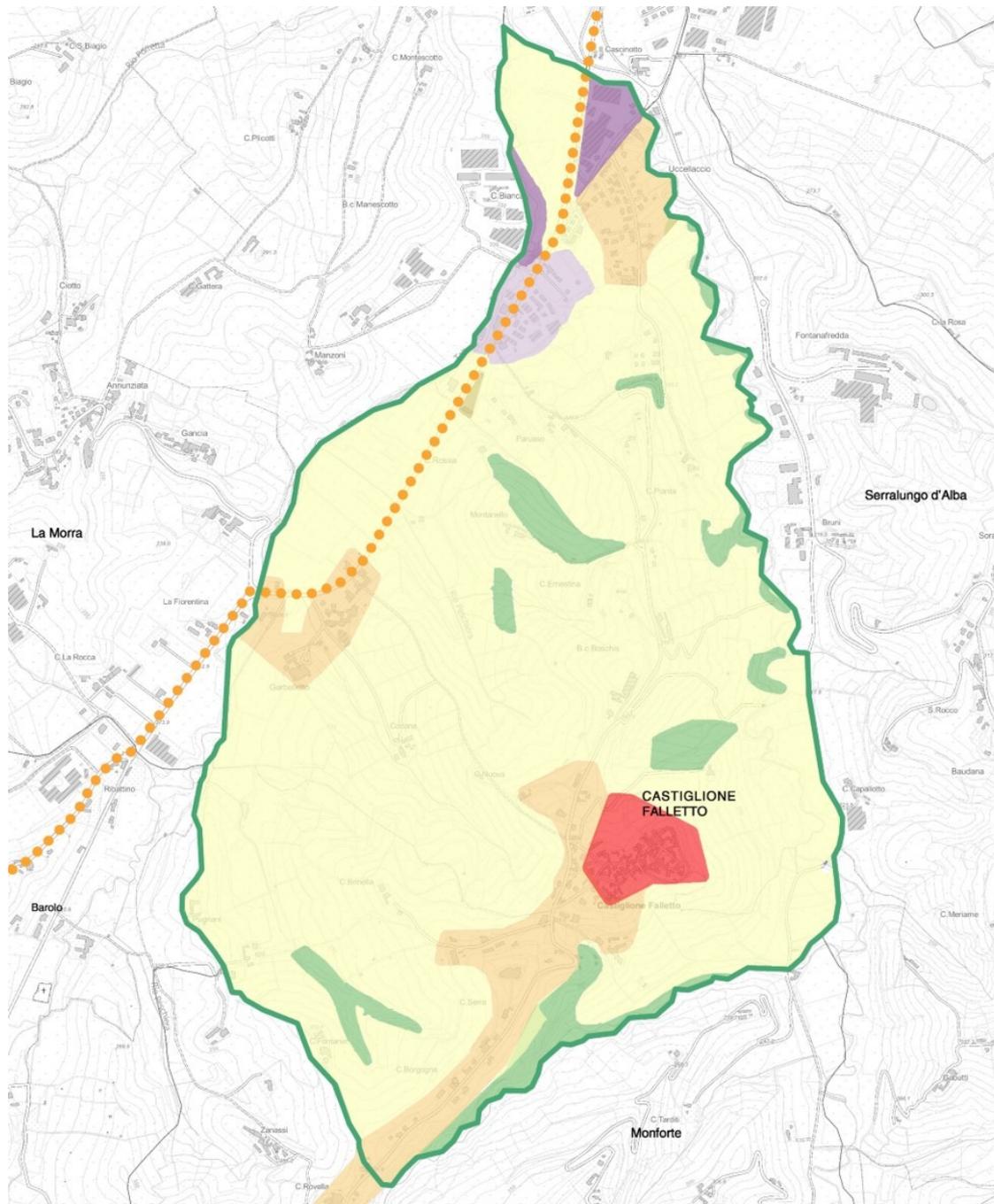
- 1 – Torre campanaria
- 2 – Belvedere, p.zza Castello
- 3 – Chiesa San Martino
- 4 – Palazzo comunale
- 5 – Chiesa San Rocco
- 6 – Bastioni, punto panoramico

ANALISI TERRITORIALE MULTIDISCIPLINARE

Comune di Castiglione Falletto



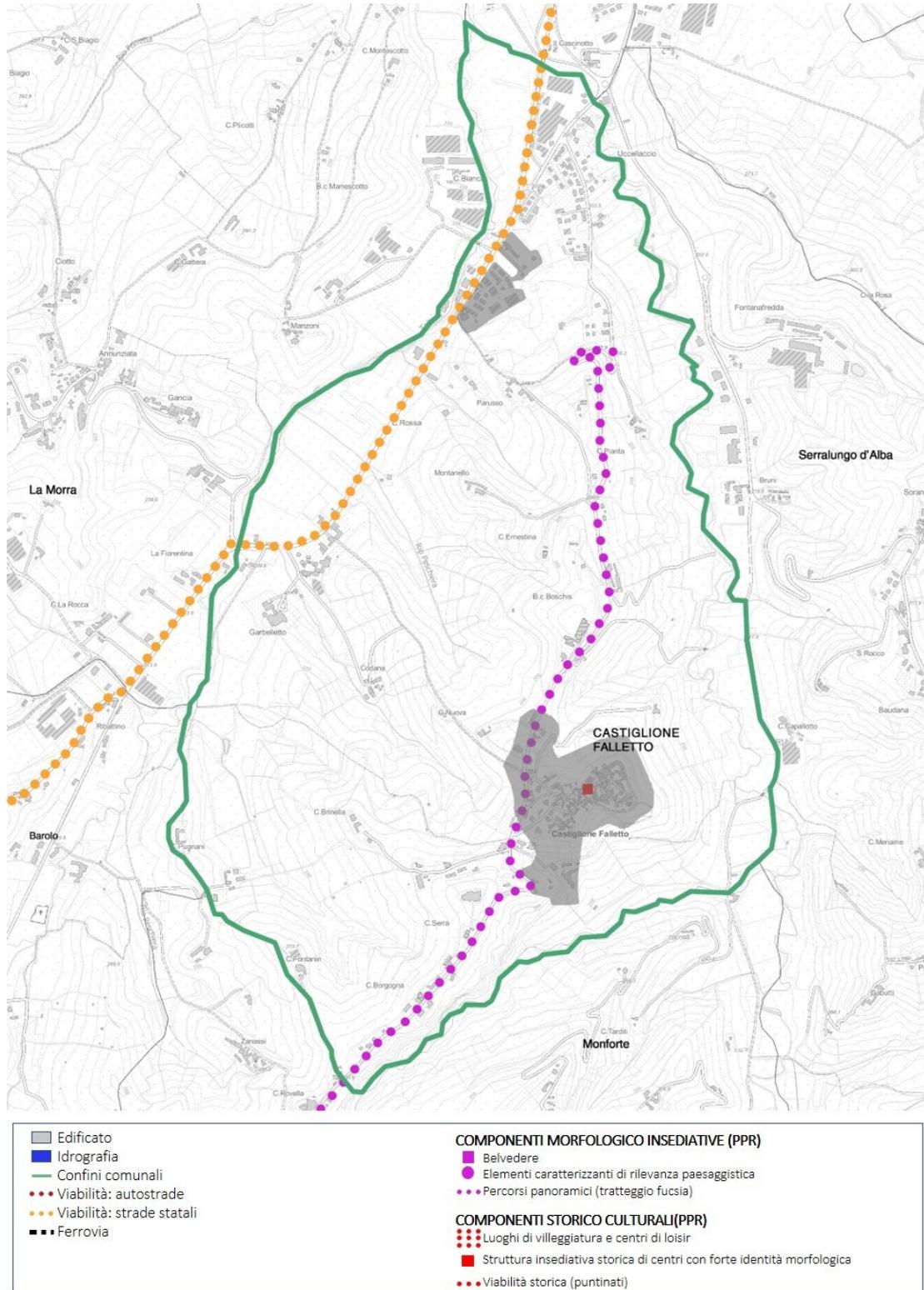
Numero abitanti	699 (al 01/01/2019 - Istat)
Superficie [km ²]	4,72
Altitudine [m s.l.m.]	350
Altitudine minima [m s.l.m.]	197
Altitudine massima [m s.l.m.]	370
Latitudine	44° 37' 24,60" N
Longitudine	7° 58' 35,04" E
Confini comunali	Alba, Barolo, La Morra, Monforte d'Alba, Serralunga d'Alba
Frazioni	Uccellaccio
Corsi d'acqua	-

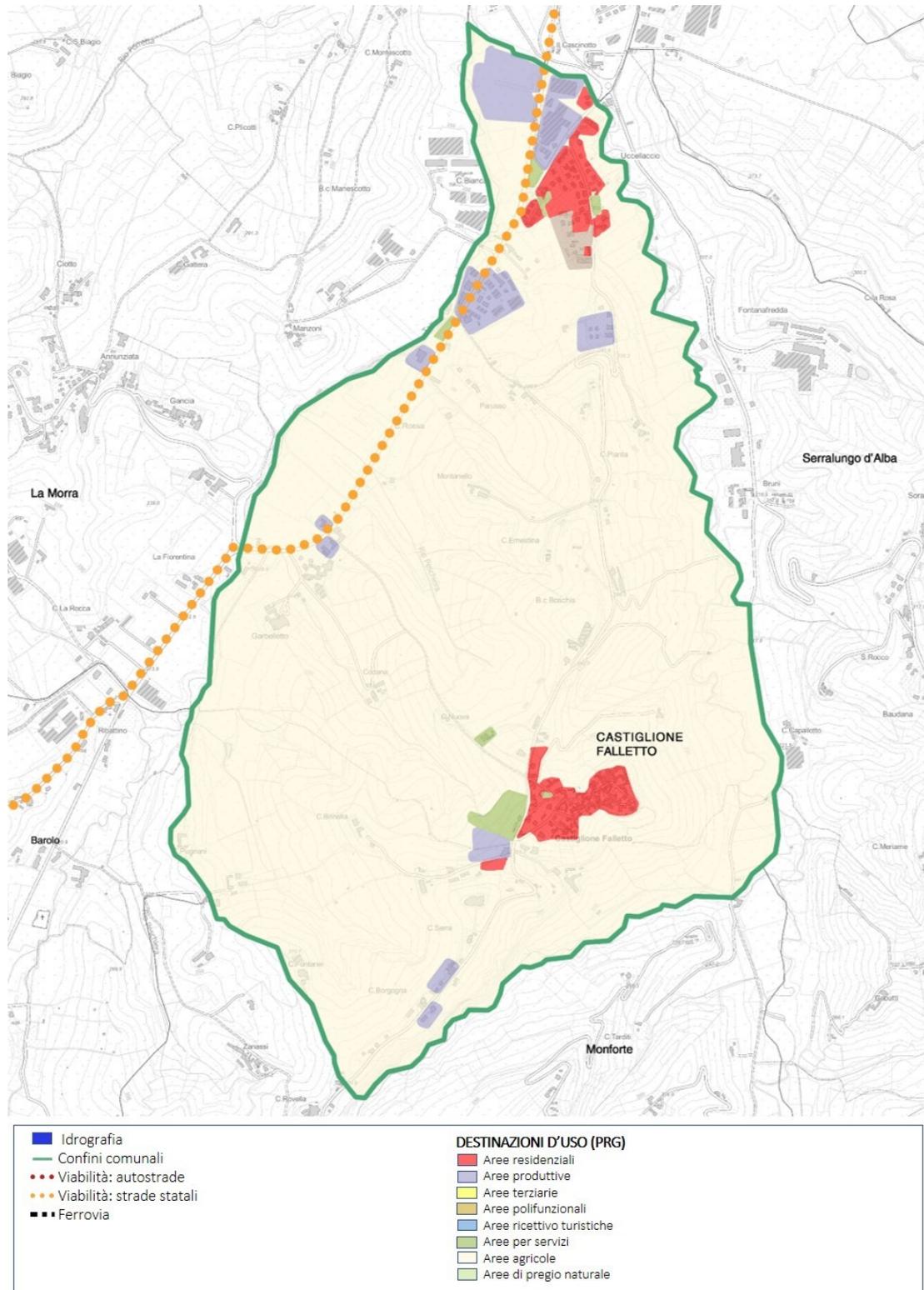


■ Idrografia	COMPONENTI MORFOLOGICO INSEDIATIVE (PPR)
— Confini comunali	■ m.i.2 – urbane consolidate dei centri minori
- - - Viabilità: autostrade	■ m.i.5 – insediamenti specialistici specializzati
- - - Viabilità: strade statali	■ m.i.6 – aree a dispersione insediativa prevalentemente residenziale
- - - Ferrovia	■ m.i.7 – aree a dispersione insediativa prevalentemente specialistica
COMPONENTI NATURALISTICO AMBIENTALI (PPR)	■ m.i.10 – aree rurali di pianura o collina
■ Territori a prevalente copertura boscata	
■ Praterie, prati-pascoli, cespuglieti	

Comune di Castiglione Falletto

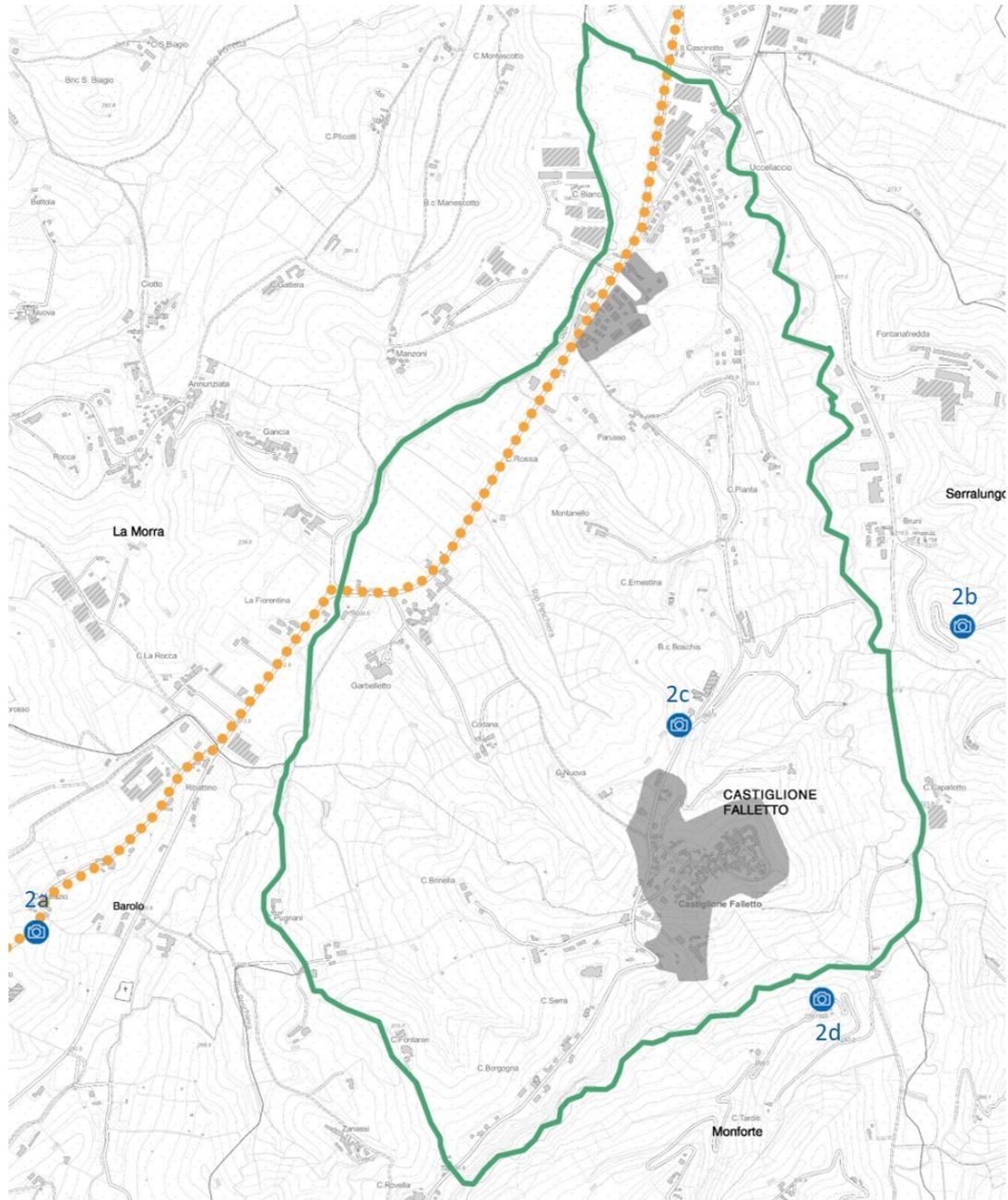
Componenti percettivo identitarie
Componenti storico culturali





Comune di Castiglione Falletto

Definizione punti di vista



Comune di Castiglione Falletto

Acquisizione di fotografie diurne e notturne

Punto di vista 2a



Punto di vista 2b

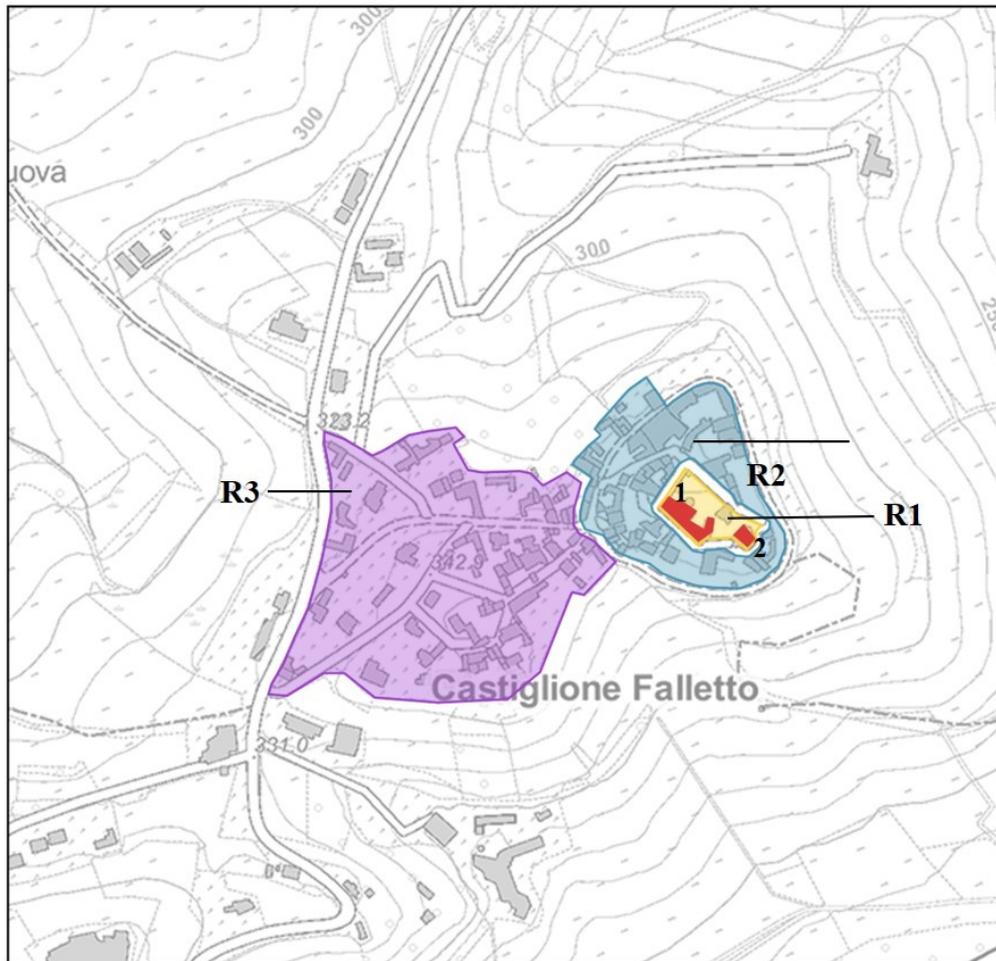


Punto di vista 2c



Punto di vista 2d



Comune di Castiglione FallettoStratificazioni storiche
Edifici di particolare rilevanza**STRATIFICAZIONI STORICHE**

R1 – Castello

R2 – Centro storico

R3 – Espansione residenziale

EDIFICI DI PARTICOLARE RILEVANZA

1 – Castello

2 – Chiesa San Lorenzo

ANALISI TERRITORIALE MULTIDISCIPLINARE

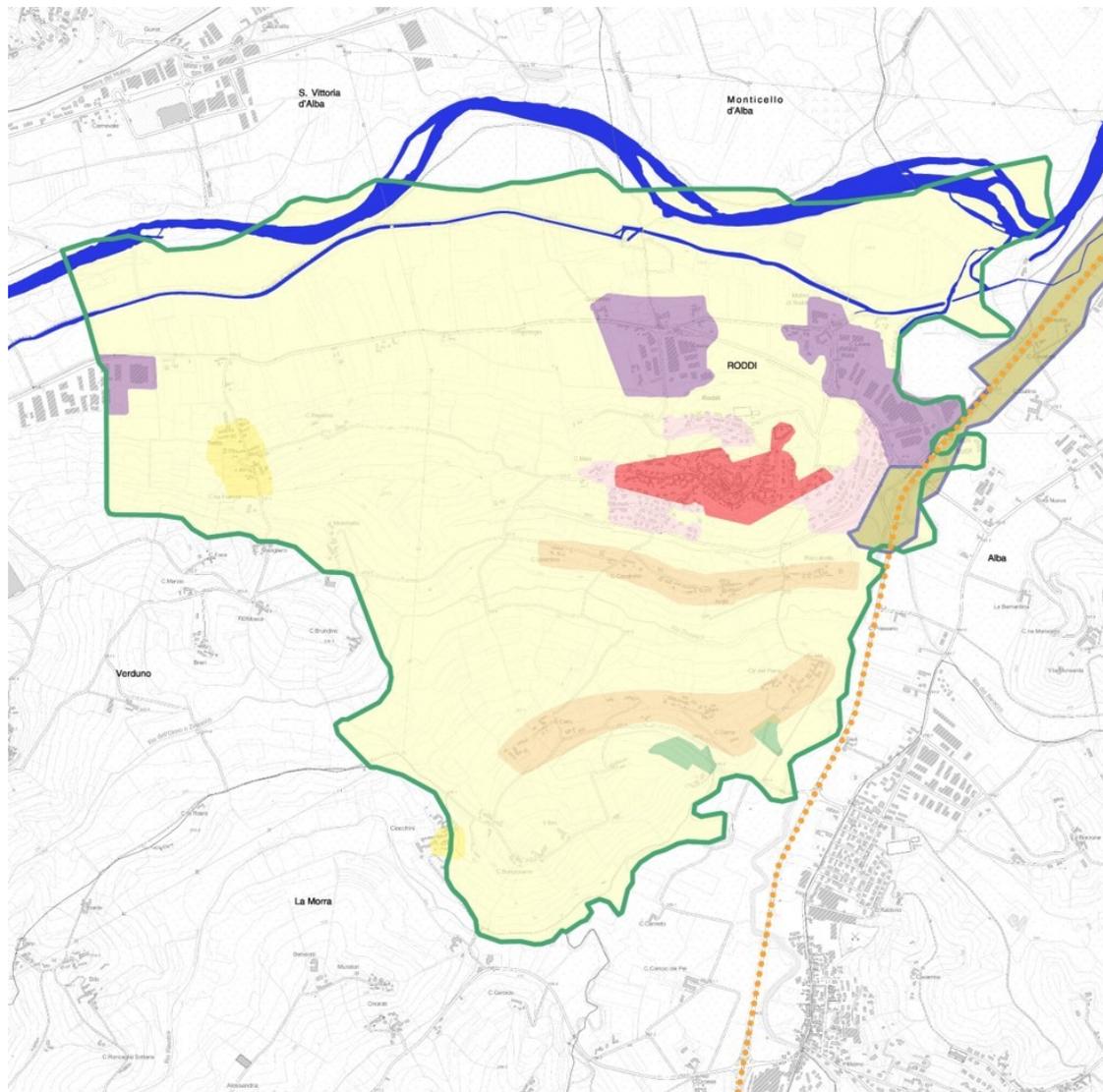
Comune di Roddi



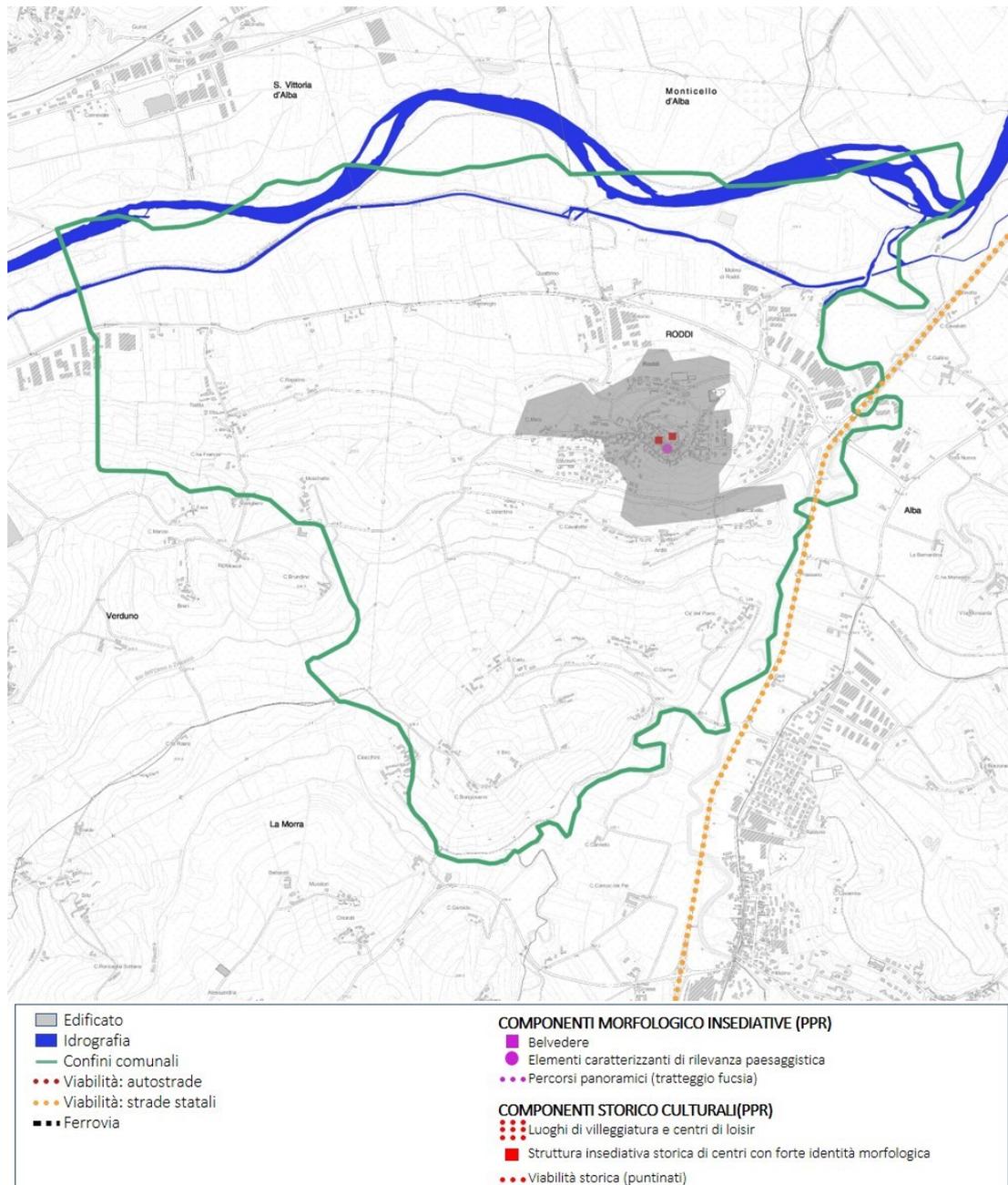
Numero abitanti	1.630 (al 01/01/2019 - Istat)
Superficie [km ²]	9,35
Altitudine [m s.l.m.]	284
Altitudine minima [m s.l.m.]	165
Altitudine massima [m s.l.m.]	284
Latitudine	44° 40' 50,16" N
Longitudine	7° 58' 35,40" E
Confini comunali	Alba, La Morra, Monticello d'Alba, Santa Vittoria d'Alba, Verduno
Frazioni	Ravinali, Roccabella
Corsi d'acqua	Fiume Tanaro

Comune di Roddi

Componenti morfologico insediative
Componenti naturalistico ambientali

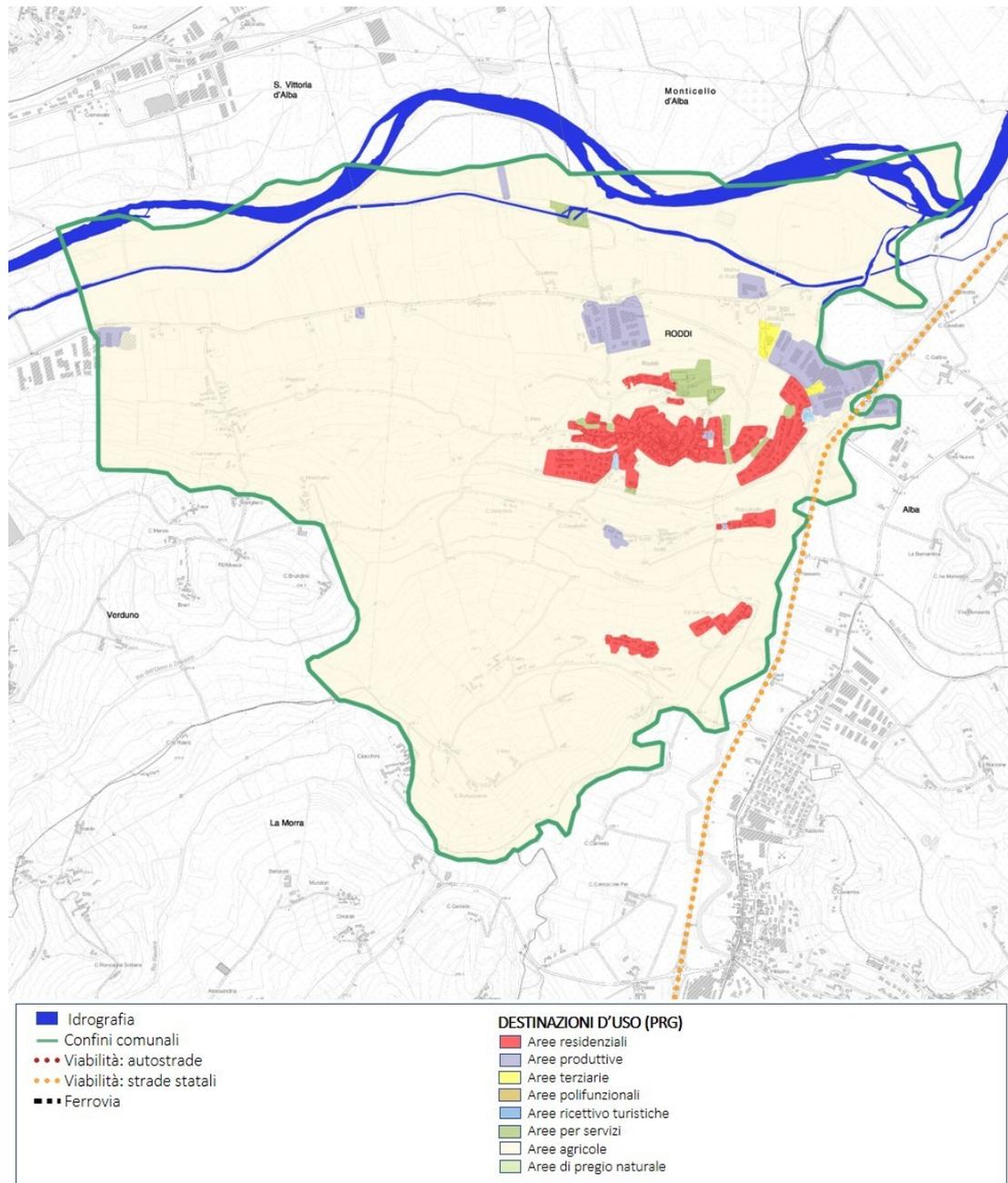


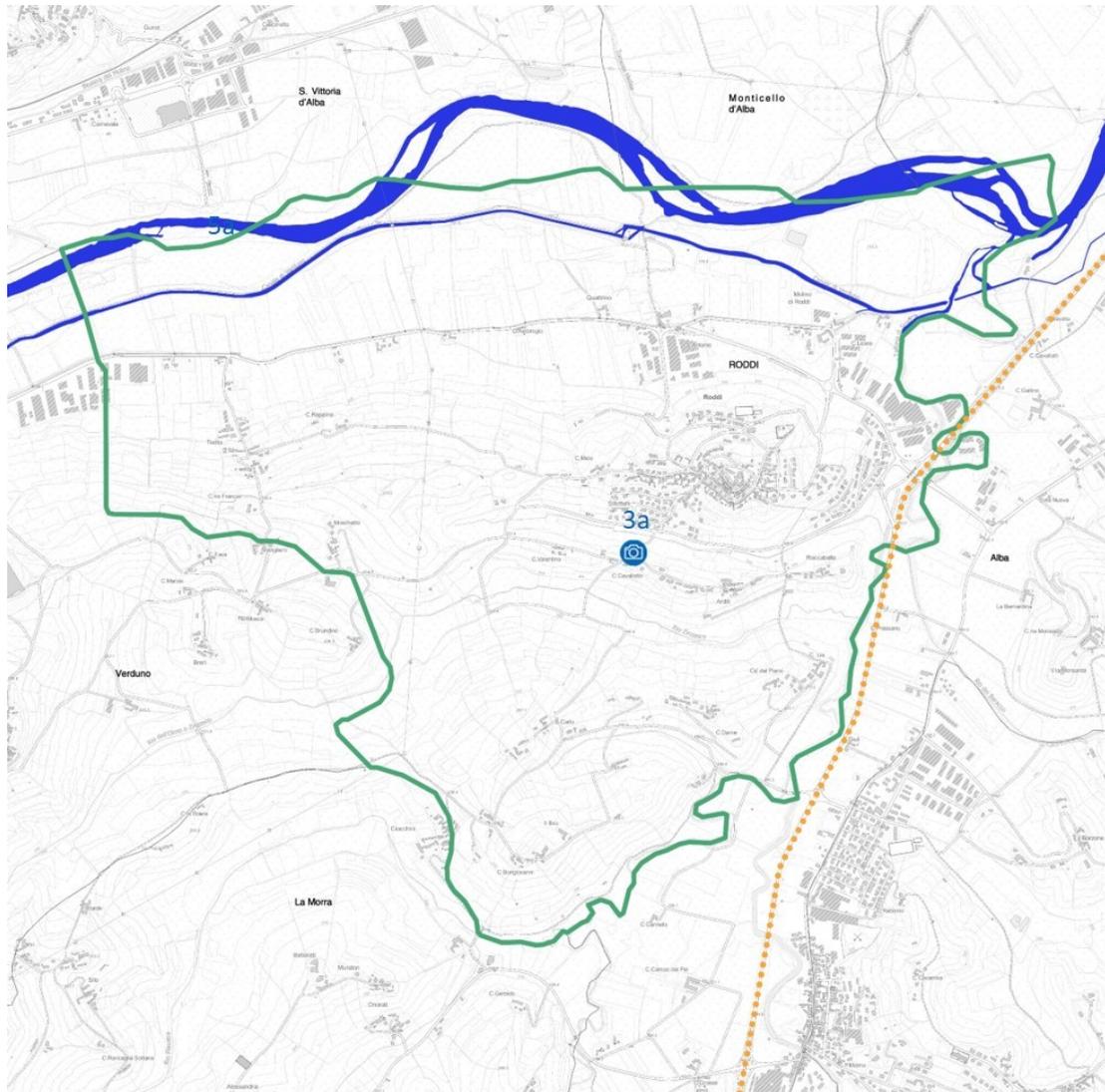
■ Idrografia	COMPONENTI MORFOLOGICO INSEDIATIVE (PPR)
— Confini comunali	■ m.i.2 – urbane consolidate dei centri minori
●●● Viabilità: autostrade	■ m.i.4 – tessuti discontinui suburbani
●●● Viabilità: strade statali	■ m.i.5 – insediamenti specialistici specializzati
■ ■ ■ Ferrovia	■ m.i.6 – aree a dispersione insediativa prevalentemente residenziale
COMPONENTI NATURALISTICO AMBIENTALI (PPR)	■ m.i.9 – aree a dispersione insediativa prevalentemente specialistica
■ Territori a prevalente copertura boscata	■ m.i.10 – aree rurali di pianura o collina
■ Praterie, prati-pascoli, cespuglieti	■ m.i.11 – sistemi di nuclei rurali di pianura, collina e bassa montagna



Comune di Roddi

Destinazioni d'uso



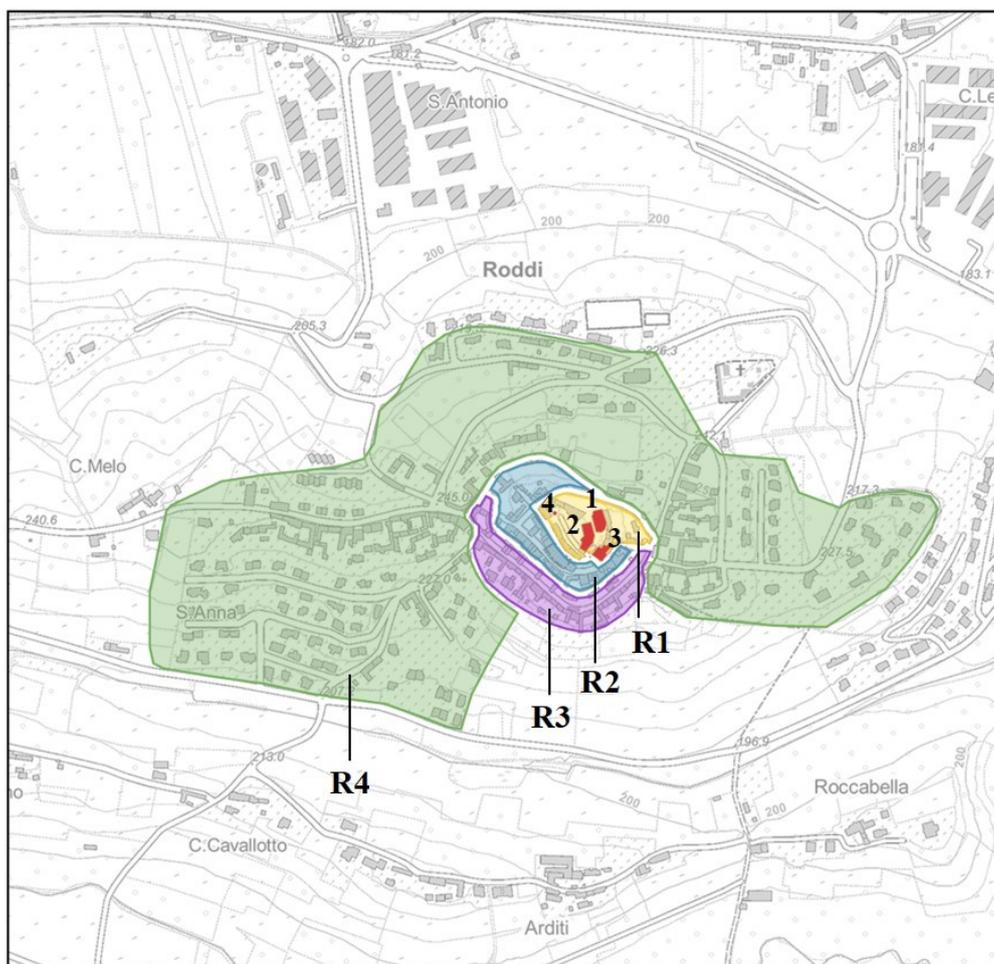


Comune di Roddi

Acquisizione di fotografie diurne e notturne

Punto di vista 3a



**STRATIFICAZIONI STORICHE**

- R1 – nucleo più antico, castello
- R2 – Centro storico residenziale
- R3 – Centro storico residenziale
- R4 – Espansione, residenziale

EDIFICI DI PARTICOLARE RILEVANZA

- 1 – Chiesa Maria Vergine Assunta
- 2 – Castello
- 3 – Palazzo comunale
- 4 – Torre dell'orologio

ANALISI TERRITORIALE MULTIDISCIPLINARE

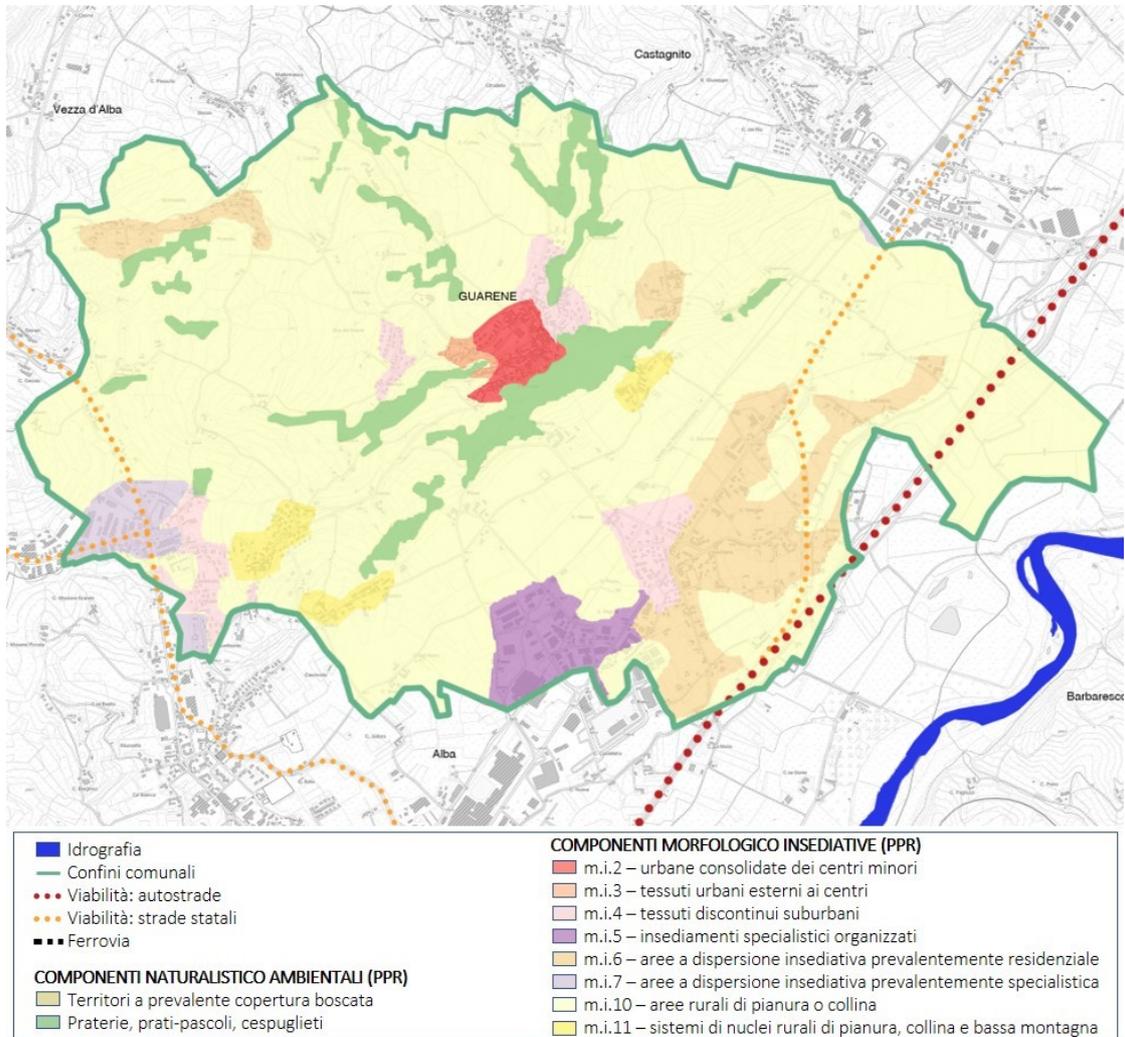
Comune di Guarene



Numero abitanti	3.592 (01/01/2019 - Istat)
Superficie [km ²]	13,45
Altitudine [m s.l.m.]	360
Altitudine minima [m s.l.m.]	141
Altitudine massima [m s.l.m.]	402
Latitudine	44°44' N
Longitudine	8°02' E
Confini comunali	Alba, Barbaresco, Castagnito, Corneliano d'Alba, Piobesi d'Alba, Vezza d'Alba
Frazioni e località	Bassi, Bianco, Castelrotto, Curato, Montebello, Montebello Pometto, Osteria, Piove, Pometto, Sotteri, Vaccheria
Corsi d'acqua	-

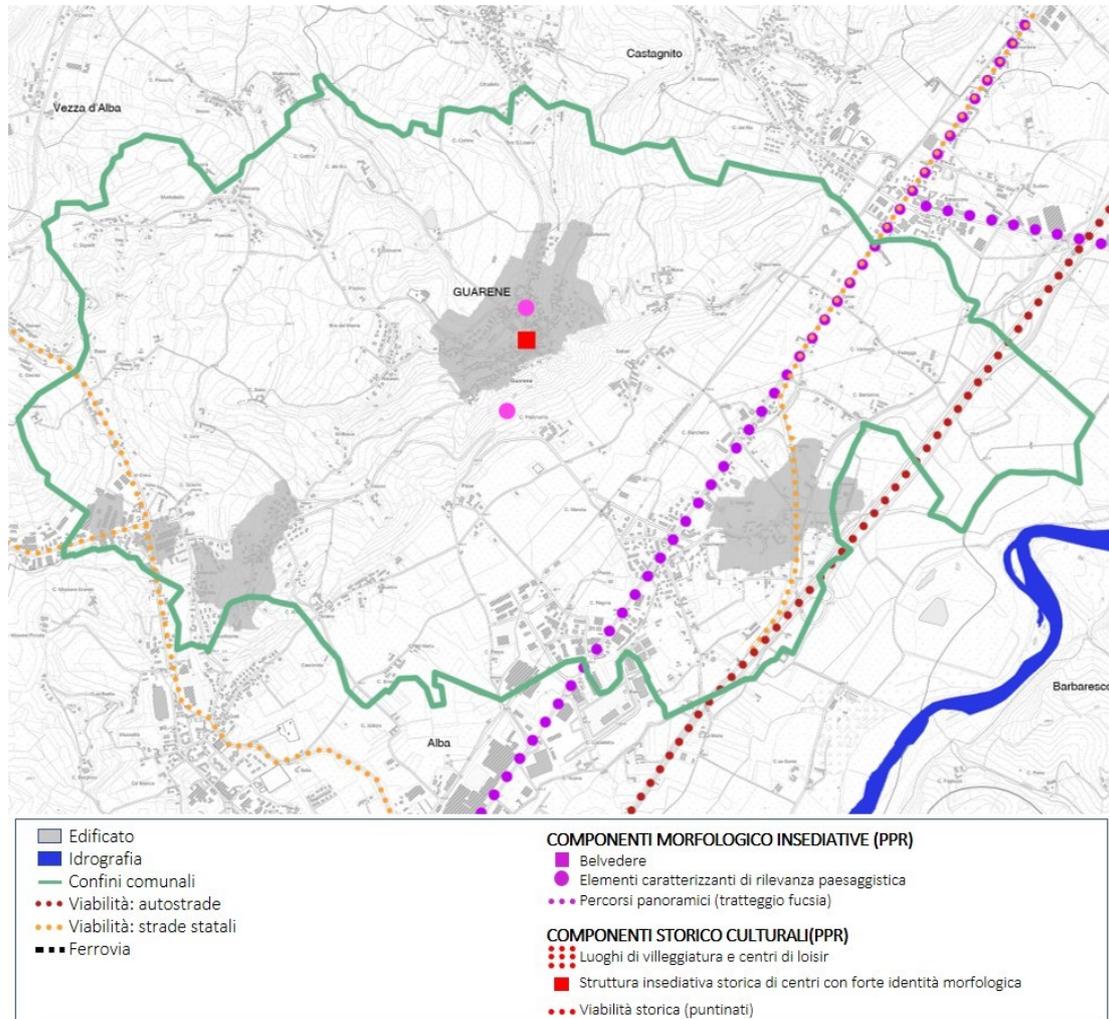
Comune di Guarene

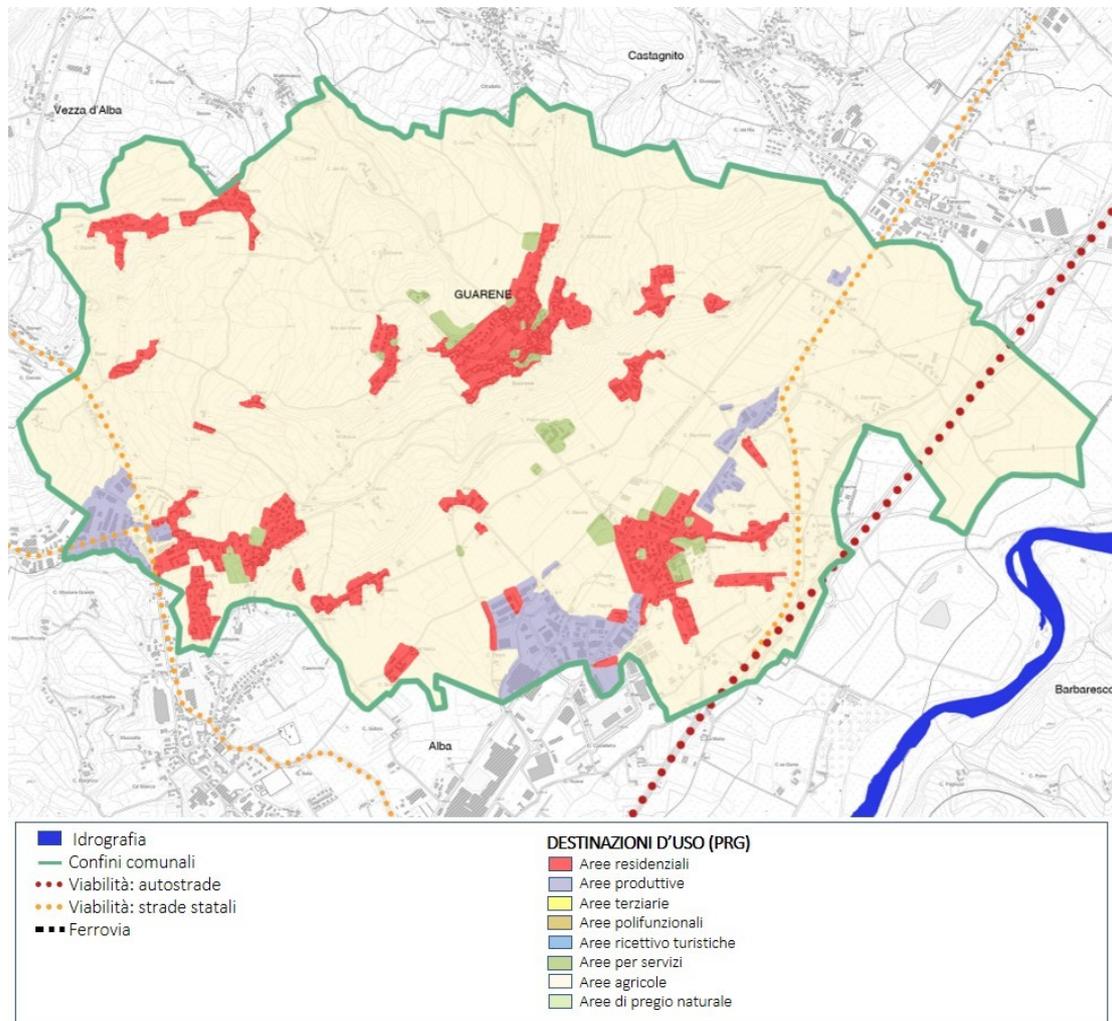
Componenti morfologico insediative
Componenti naturalistico ambientali

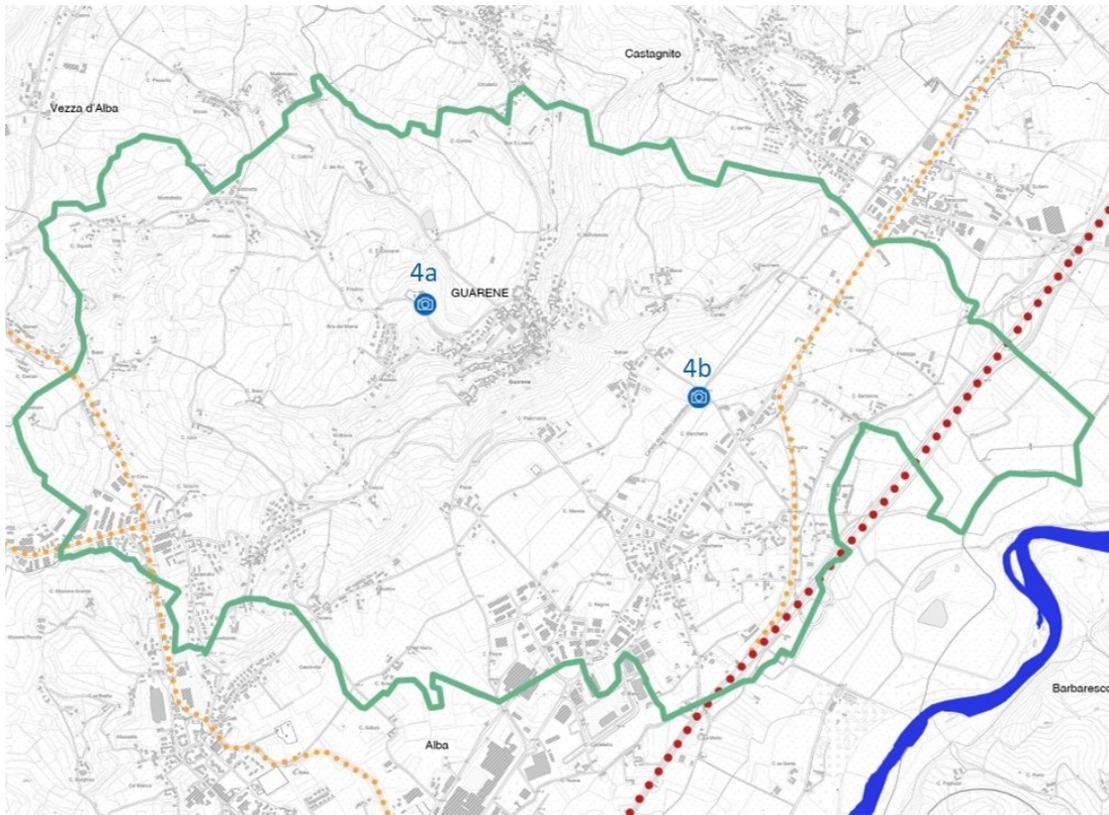


Comune di Guarene

Componenti percettivo identitarie
Componenti storico culturali







Comune di Guarene

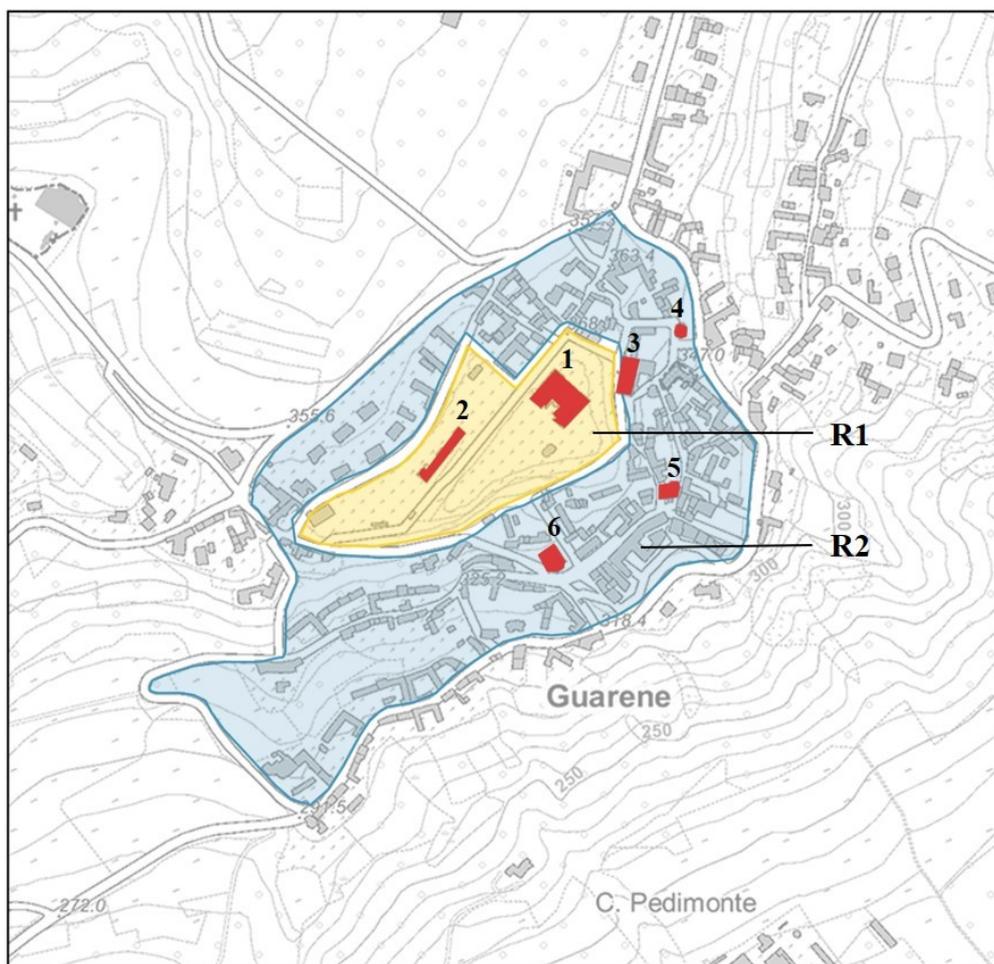
Acquisizione di fotografie diurne e notturne

Punto di vista 4a



Punto di vista 4b



**STRATIFICAZIONI STORICHE**

R1 – Castello e aree di pertinenza

R2 – Espansione residenziale

EDIFICI DI PARTICOLARE RILEVANZA

1 – Castello

2 – Edifici di servizio del castello

3 – Chiesa SS. Pietro e Bartolomeo

4 – Chiesa San Rocco

5 – Chiesa San Michele

6 – Chiesa SS. Annunziata

ANALISI TERRITORIALE MULTIDISCIPLINARE

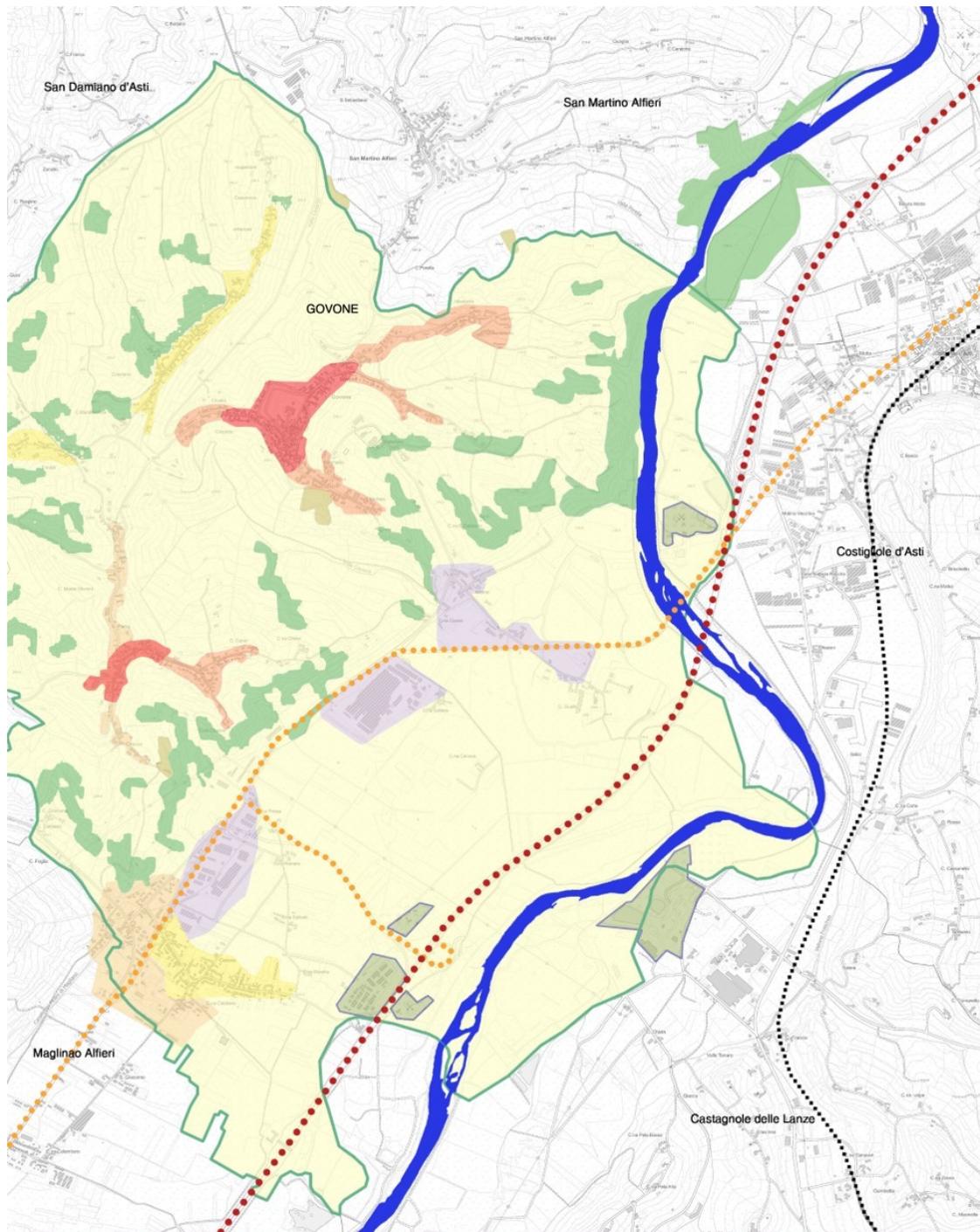
Comune di Govone



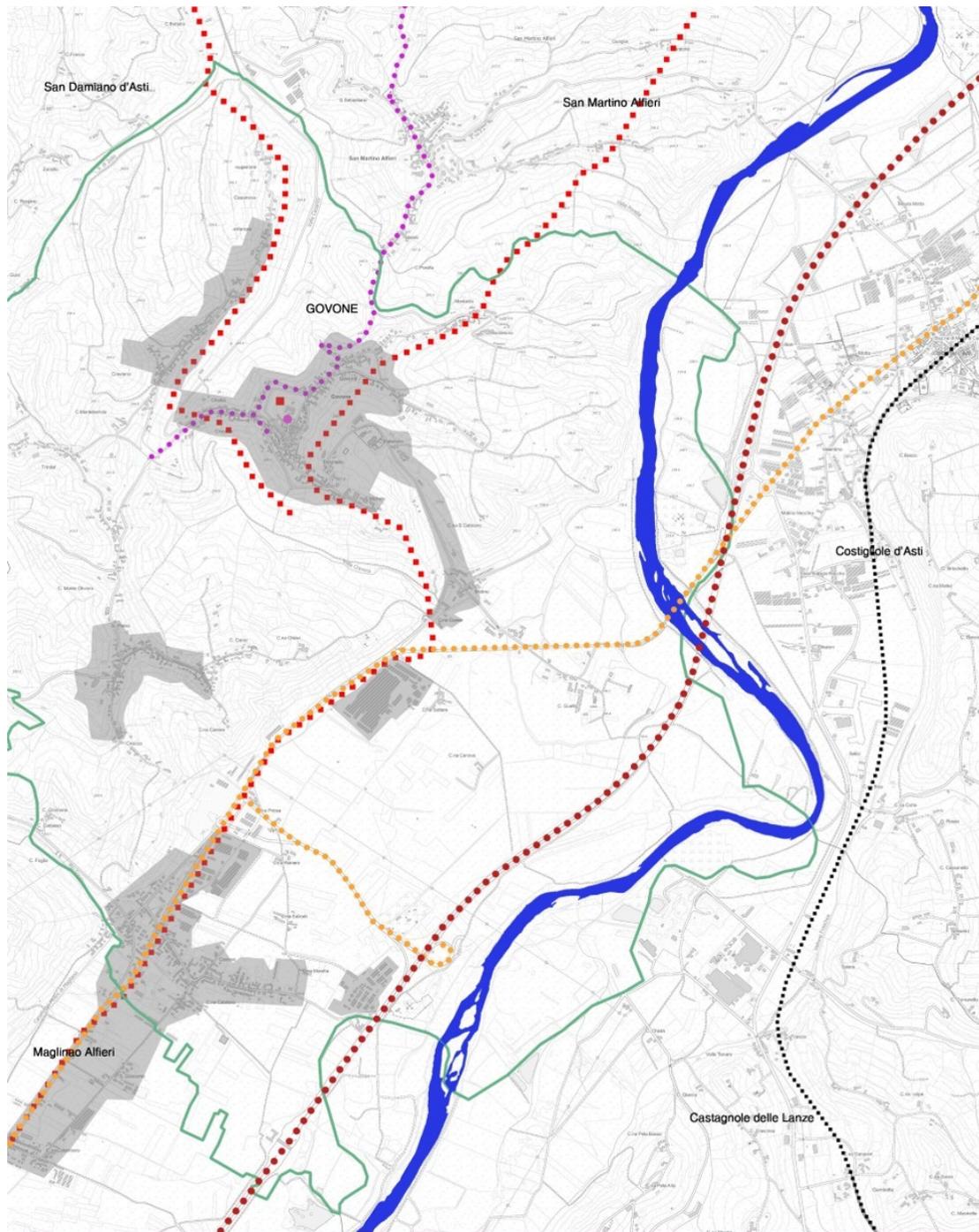
Numero abitanti	2.217 (al 01/01/2019 - Istat)
Superficie [km ²]	18.8
Altitudine [m s.l.m.]	301
Altitudine minima [m s.l.m.]	119
Altitudine massima [m s.l.m.]	302
Zona altimetrica ISTAT	Collina interna
Latitudine	44°48'19"44 N
Longitudine	08°5'42"36 E
Confini comunali	Castagnole delle Lanze (AT), Costigliole d'Asti (AT), Magliano Alfieri, Priocca, San Damiano d'Asti (AT), San Martino Alfieri (AT)
Frazioni	Canove, Craviano, San Pietro
Corsi d'acqua	Fiume Tanaro

Comune di Govone

Componenti morfologico insediative
Componenti naturalistico ambientali



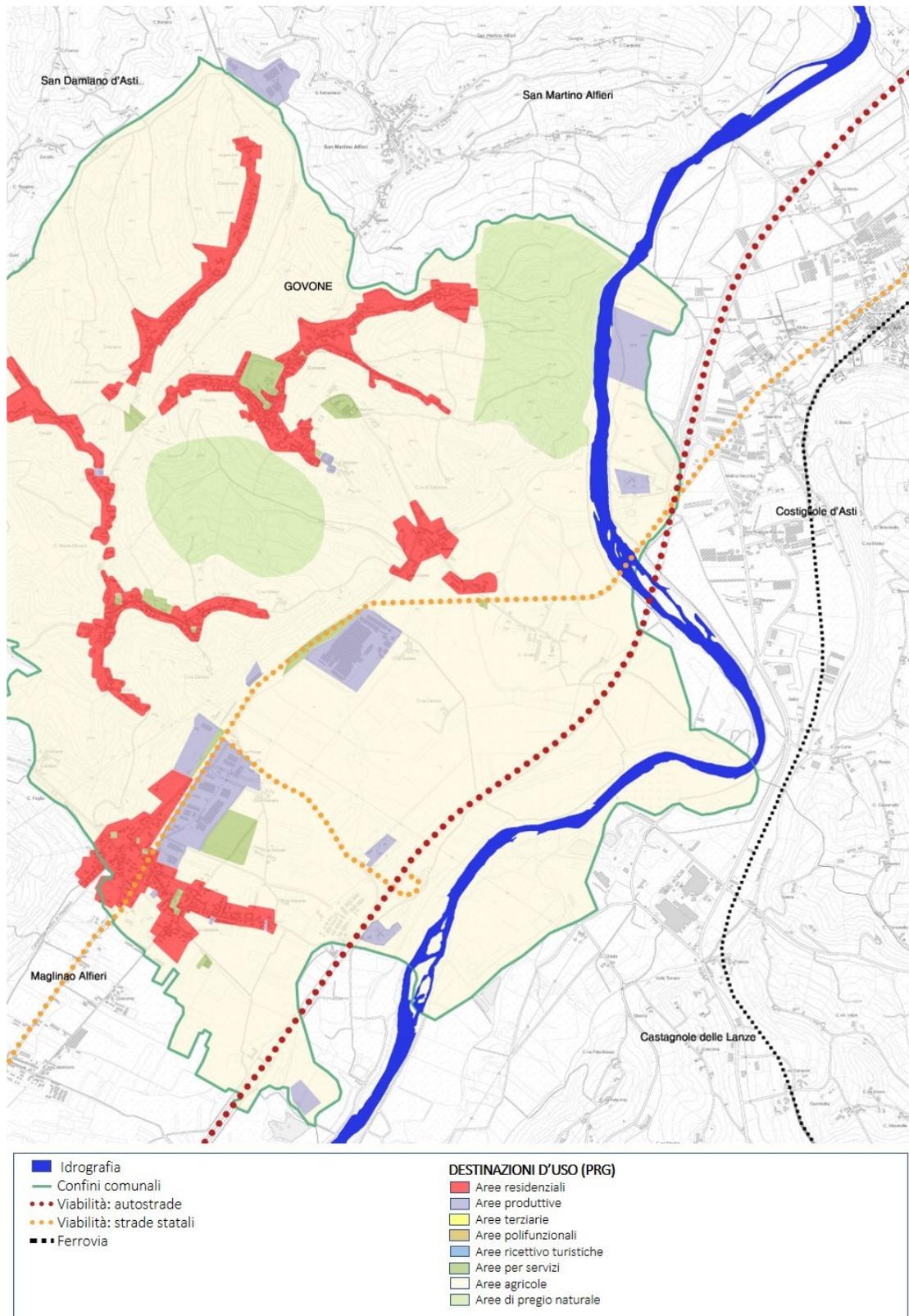
■ Idrografia	COMPONENTI MORFOLOGICO INSEDIATIVE (PPR)
— Confini comunali	■ m.i.2 – urbane consolidate dei centri minori
●●● Viabilità: autostrade	■ m.i.3 – tessuti urbani esterni ai centri
●●● Viabilità: strade statali	■ m.i.6 – aree a dispersione insediativa prevalentemente residenziale
■ ■ ■ Ferrovia	■ m.i.7 – aree a dispersione insediativa prevalentemente specialistica
COMPONENTI NATURALISTICO AMBIENTALI (PPR)	■ m.i.8 – “insule” specializzate
■ Territori a prevalente copertura boscata	■ m.i.10 – aree rurali di pianura o collina
■ Praterie, prati-pascoli, cespuglieti	■ m.i.11 – sistemi di nuclei rurali di pianura, collina e bassa montagna

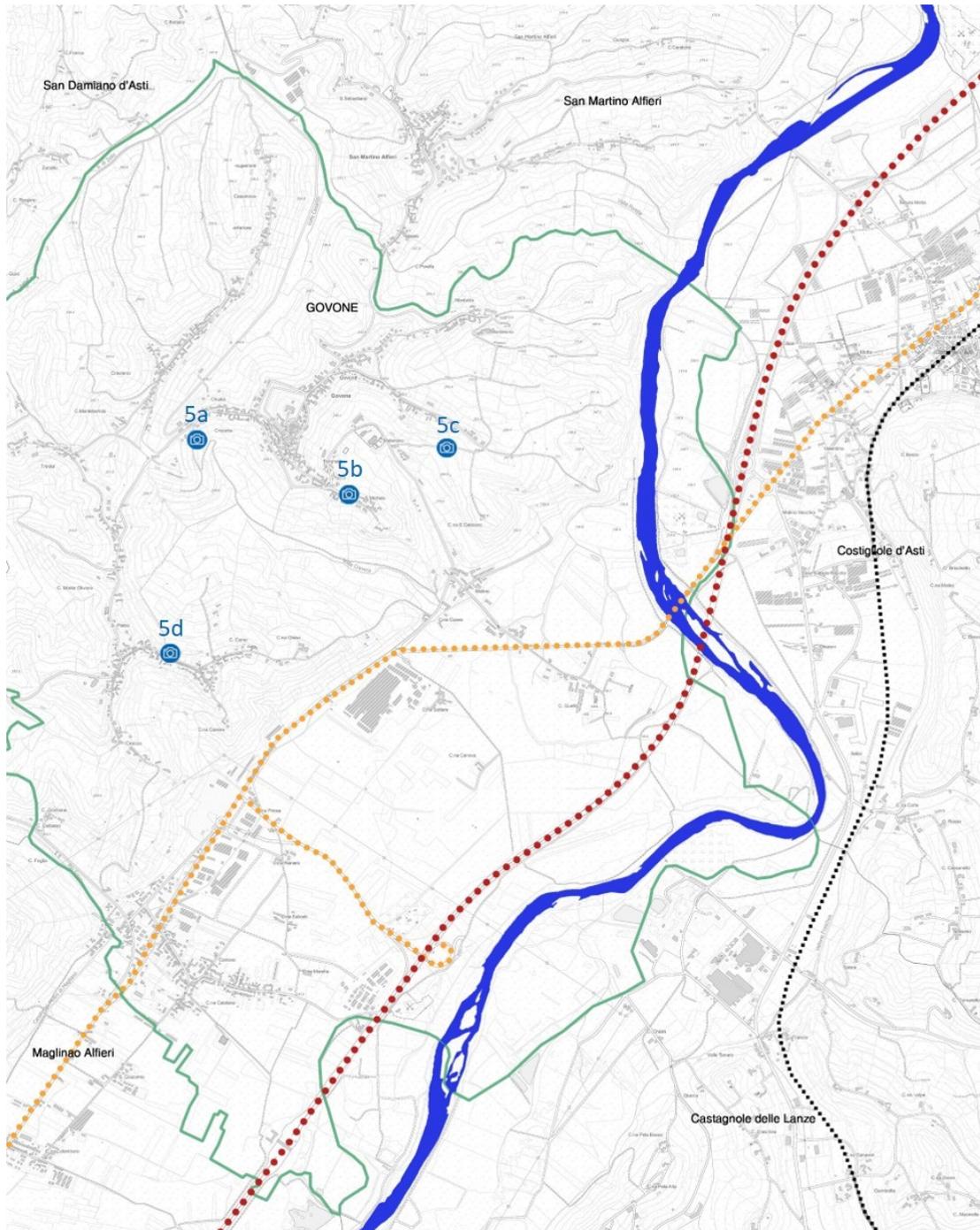


<ul style="list-style-type: none"> ■ Edificato ■ Idrografia — Confini comunali ●●● Viabilità: autostrade ●●● Viabilità: strade statali ■●●● Ferrovie 	<p>COMPONENTI MORFOLOGICO INSEDIATIVE (PPR)</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Belvedere ●●● Elementi caratterizzanti di rilevanza paesaggistica ●●● Percorsi panoramici (tratteggio fucsia) <p>COMPONENTI STORICO CULTURALI(PPR)</p> <ul style="list-style-type: none"> ●●● Luoghi di villeggiatura e centri di loisir ■●●● Struttura insediativa storica di centri con forte identità morfologica ●●● Viabilità storica (puntinati)
--	---

Comune di Govone

Destinazioni d'uso





Comune di Govone

Acquisizione di fotografie diurne e notturne

Punto di vista 5a



Punto di vista 5b

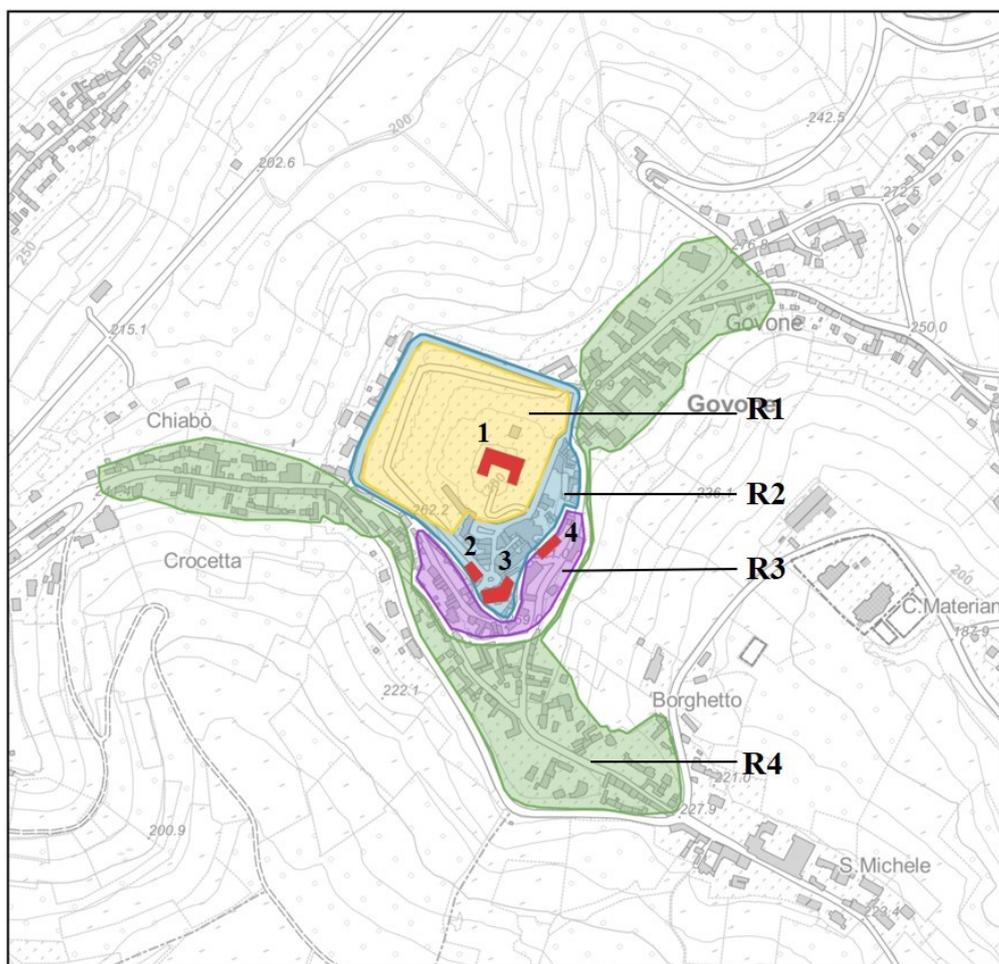


Punto di vista 5c



Punto di vista 5d



**STRATIFICAZIONI STORICHE**

- R1 – nucleo più antico, castello
- R2 – Centro storico, parrocchiale
- R3 – Centro storico, residenziale
- R4 – Espansione, residenziale

EDIFICI DI PARTICOLARE RILEVANZA

- 1 – Castello
- 2 – Chiesa Spirito Santo
- 3 – Chiesa San Secondo
- 4 – Chiesa San Giovanni

ANALISI TERRITORIALE MULTIDISCIPLINARE

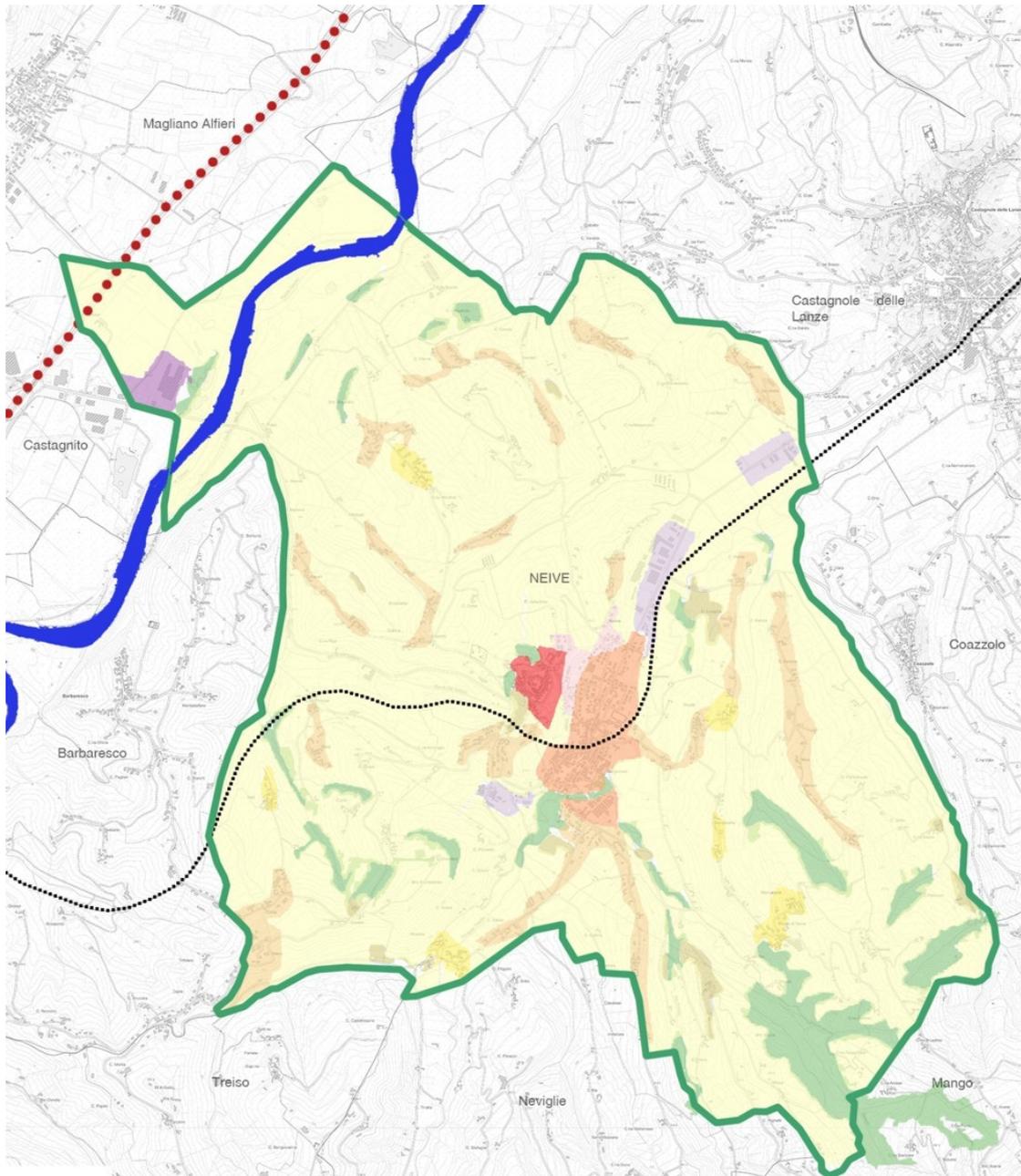
Comune di Neive



Numero abitanti	3459 (al 01/01/2019 – Istat)
Superficie [km ²]	21,3
Altitudine [m s.l.m.]	308
Altitudine minima [m s.l.m.]	140
Altitudine massima [m s.l.m.]	451
Latitudine	44° 43' 41,16" N
Longitudine	8° 6' 49,32" E
Confini comunali	Alba, Barbaresco, Castagnito, Castagnole delle Lanze (AT), Coazzolo (AT), Magliano Alfieri, Mango, Neviglie, Treiso
Frazioni	Albesani, Balluri, Bordini, Bricco di Neive, Casasse, Cottà, Gallina, Moretta, Pallareta, Pastura, Serraboella, Serracapelli, Staderi e Serragrilli
Corsi d'acqua	Fiume Tanaro

Comune di Neive

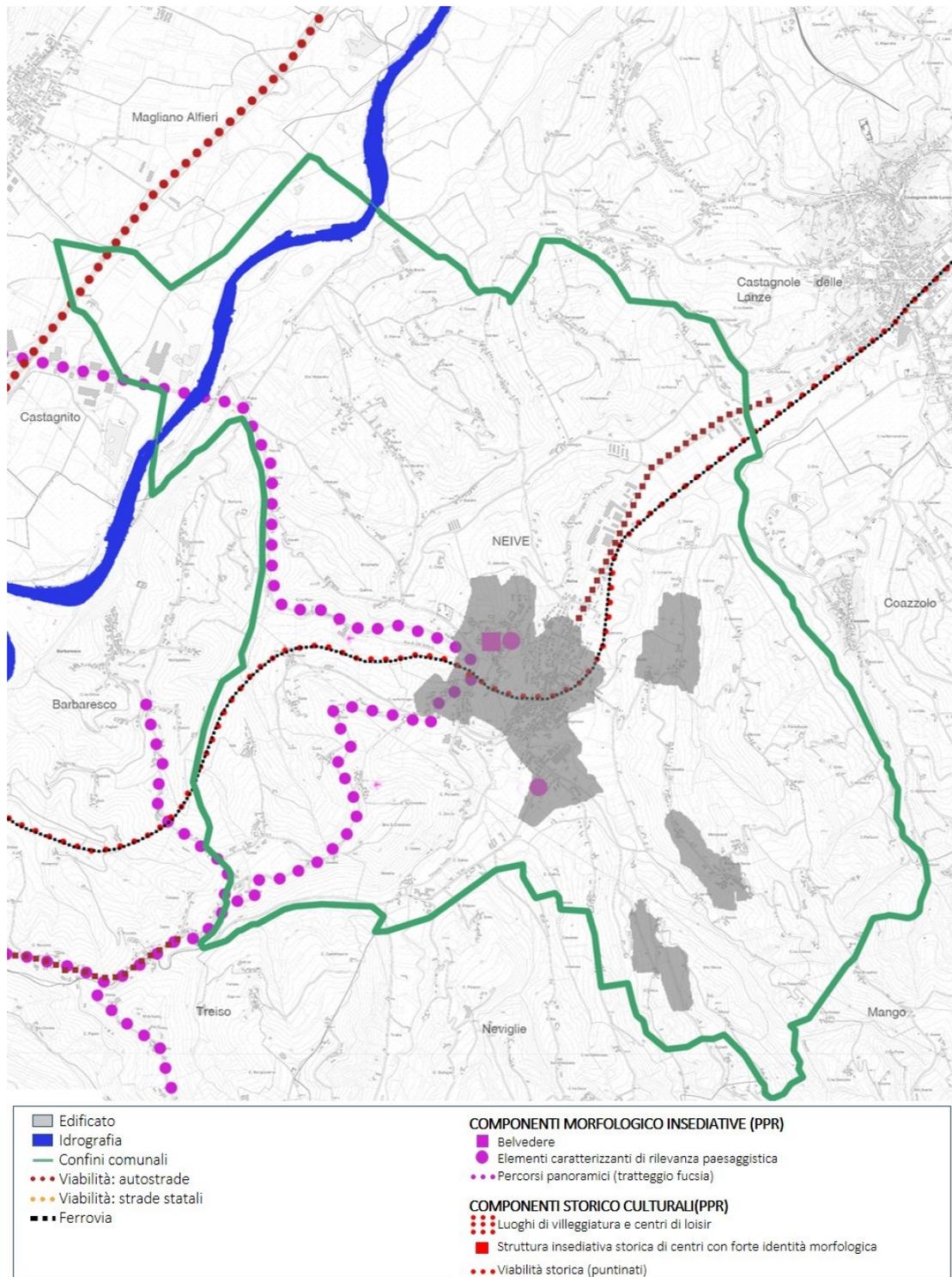
Componenti morfologico insediative
Componenti naturalistico ambientali

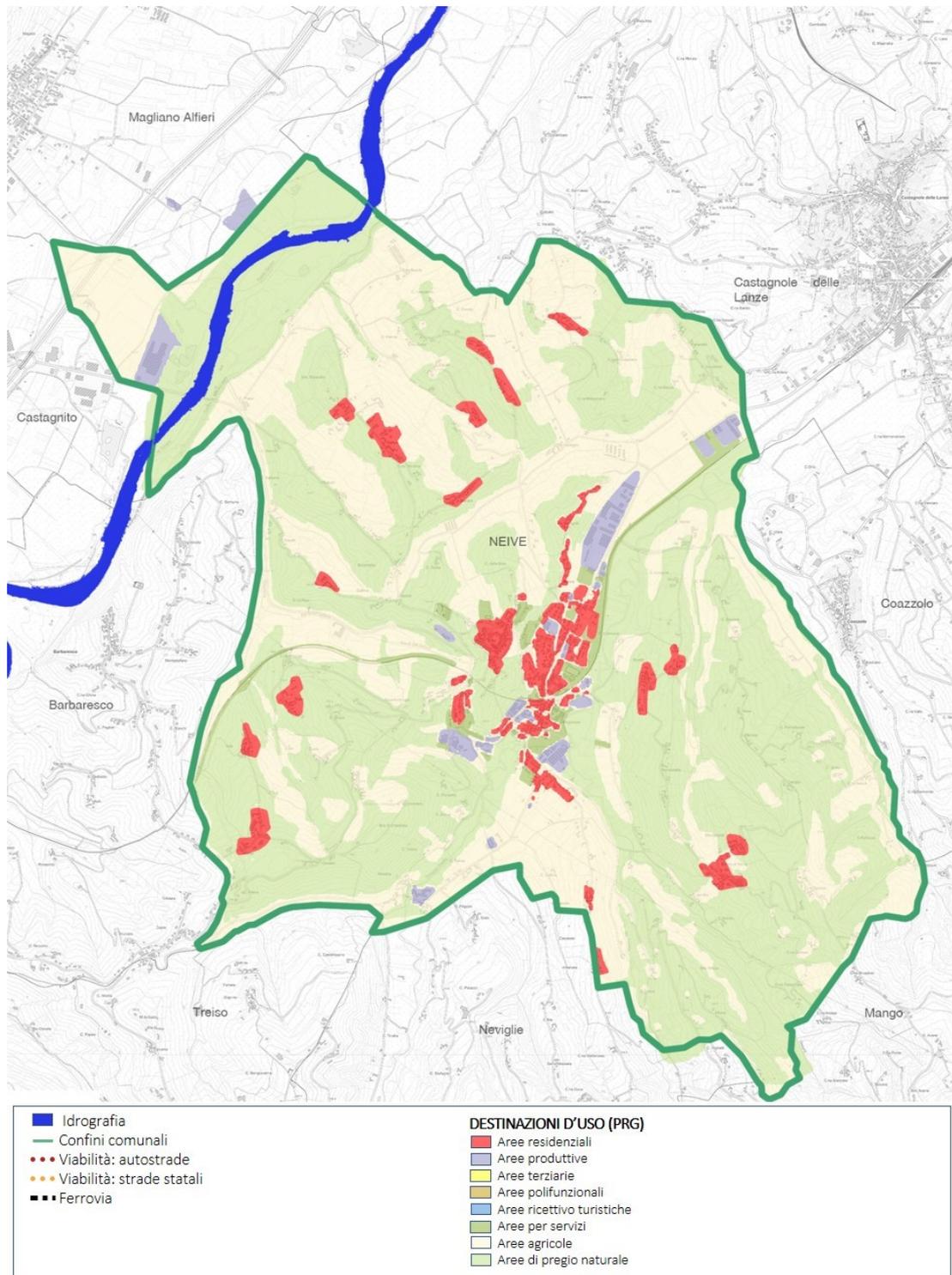


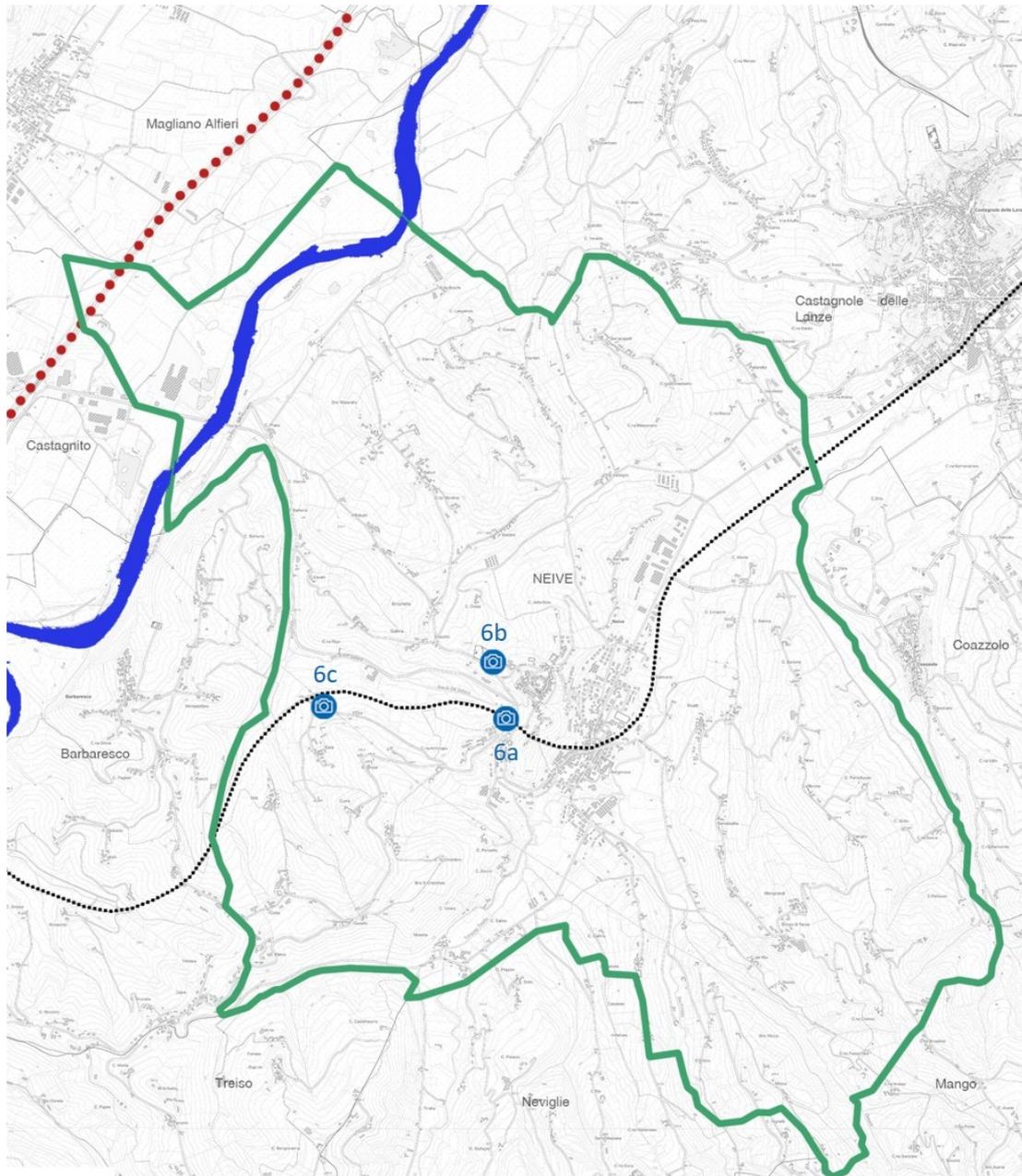
<ul style="list-style-type: none"> ■ Idrografia ■ Confini comunali ● Viabilità: autostrade ● Viabilità: strade statali - - - Ferrovia <p>COMPONENTI NATURALISTICO AMBIENTALI (PPR)</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Territori a prevalente copertura boscata ■ Praterie, prati-pascoli, cespuglieti 	<p>COMPONENTI MORFOLOGICO INSEDIATIVE (PPR)</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ m.i.2 – urbane consolidate dei centri minori ■ m.i.3 – tessuti urbani esterni ai centri ■ m.i.4 – tessuti discontinui suburbani ■ m.i.5 – insediamenti specialistici organizzati ■ m.i.6 – aree a dispersione insediativa prevalentemente residenziale ■ m.i.7 – aree a dispersione insediativa prevalentemente specialistica ■ m.i.10 – aree rurali di pianura o collina ■ m.i.11 – sistemi di nuclei rurali di pianura, collina e bassa montagna
--	--

Comune di Neive

Componenti percettivo identitarie
Componenti storico culturali







Comune di Neive

Acquisizione di fotografie diurne e notturne

Punto di vista 6a

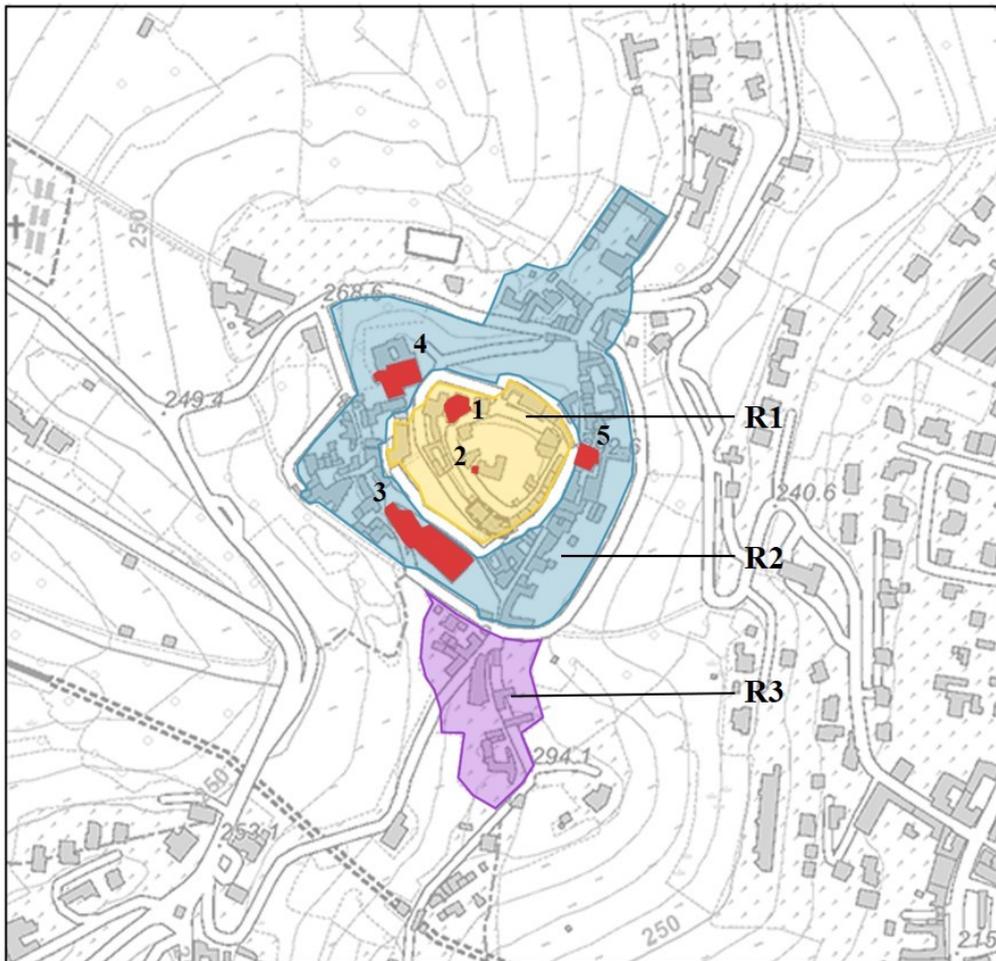


Punto di vista 6b



Punto di vista 6c



**STRATIFICAZIONI STORICHE**

- R1 – Nucleo più antico
- R2 – Centro storico, castello
- R3 – Espansione, residenziale

EDIFICI DI PARTICOLARE RILEVANZA

- 1 – Confraternita S. Michele
- 2 – Torre dell'orologio
- 3 – Castello
- 4 – Chiesa SS. Pietro e Paolo
- 5 – Palazzo comunale

III.3.2 Fase 2. Analisi soggettiva

I dati inerenti la valutazione soggettiva dell'immagine notturna percepita sono stati acquisiti grazie alla sottomissione del questionario di valutazione, strutturato secondo le indicazioni riportate nel capitolo precedente (cfr. II.3.3 Definizione del questionario di valutazione soggettiva).

Per l'impostazione grafica e la distribuzione del questionario è stato utilizzato il software Limesurvey⁶¹, applicativo open source che consente di creare e gestire indagini online.

Per finalità pratiche legate alla distribuzione di un questionario di lunghezza contenuta, tra tutti i punti di osservazione identificati nella fase di analisi territoriale ne sono stati selezionati 9. I punti di osservazioni selezionati sono rappresentativi di tutti i 6 Comuni facenti parte del caso studio; nel caso dei Comuni di La Morra, Castiglione Falletto e Neive sono stati inseriti 2 punti di osservazione per valutare l'eventuale variazione nella percezione di uno stesso sito al variare del punto di osservazione.

Il questionario di valutazione, seguendo le indicazioni previste dall'approccio metodologico, è stato suddiviso in 3 sezioni: (1) scheda informativa, (2) informazioni personali, (3) valutazione di immagini. Il questionario è stato predisposto in lingua italiana e in lingue inglese.

Gli inviti alla partecipazione al questionario sono stati distribuiti via e-mail a un campione diversificato di rispondenti, composto prevalentemente da studenti dei corsi di laurea, personale docente e ricercatore del Politecnico di Torino, nonché professionisti esterni al mondo accademico. Il questionario è rimasto a disposizione per la compilazione durante il mese di ottobre 2019.

Il questionario completo che è stato sottoposto, nella duplice versione in lingua italiana e inglese.

Di seguito sono illustrate sinteticamente le sezioni componenti il questionario e i criteri di valutazione per le immagini e, di seguito, le 9 fotografie (diurne e notturne) relative ai punti di osservazione sottoposti all'indagine.

Le immagini fotografiche diurne e notturne, rappresentative dell'immagine complessiva percepita, sono state acquisite utilizzando di una fotocamera digitale reflex a obiettivo singolo con lunghezza focale 17-50 mm.

⁶¹ <https://www.limesurvey.org/>

(sezione 1) scheda introduttiva

Gentile partecipante,

è invitato a prendere parte a un'indagine relativa alla valutazione dell'immagine notturna del paesaggio culturale, inteso come insieme di insediamenti con spiccati caratteri storici inseriti nel loro contesto territoriale più ampio.

Nelle schede che seguiranno le sarà chiesto di osservare delle immagini diurne e notturne relative ad alcuni siti e di rispondere a delle domande. Nell'osservazione delle immagini le chiediamo di tenere in considerazione che l'oggetto primario dell'analisi è l'immagine notturna dell'insediamento urbano, nel suo contesto territoriale. Le chiediamo di osservare con attenzione le immagini e di indicare quanto è in disaccordo o in accordo con le affermazioni riportate.

La compilazione del questionario richiede circa 15 minuti.

(sezione 2) informazioni personali

ID	Domande	Risposte
I1	Genere	Maschio Femmina
I2	Livello di educazione	Media inferiore scuola superiore laurea triennale laurea magistrale PhD
I3	Età	<18 19-30 31-40 41-50 51-60 >60
I4	Problemi alla vista	SI NO
I5	Se si è risposto sì alla precedente domanda, indicare quali	[testo libero]
I6	Luogo di residenza	Piemonte Italia Europa Extra Europa
I7	Competenze generali in ambito architettonico/storico/paesaggistico	SI NO
I8	Competenze generali in ambito illuminotecnico	SI NO

(sezione 3) valutazione di immagini (ripetute per ciascun punto di vista F1-F9)

ID	Domande	Risposte
D1	Si riconosce una corrispondenza tra immagine diurna e notturna	1-5 (*)
D2	Si percepiscono stratificazioni storiche	1-5 (*)
D3	Si riconoscono le parti dell'insediamento e gli elementi emergenti (ad esempio edifici storici)	1-5 (*)
D4	La scena è percepita come unitaria e coerente	1-5 (*)
D5	Sono identificabili elementi/interventi che alterano la percezione unitaria della scena	1-5 (*)
D6	L'immagine ha un forte impatto visivo ed è memorabile	1-5 (*)
D7	Nella scena si riconosce un generale senso di ordine e cura	1-5 (*)
D8	La scena percepita è piacevole	1-5 (*)

* (1) per niente d'accordo, (2) poco d'accordo, (3) solo in parte d'accordo, (4) abbastanza d'accordo, (5) del tutto d'accordo.

ID: F1

Comune di La Morra (punto di osservazione 1b - analisi territoriale)



(Data di acquisizione: 30/07/2019 – Nikon D5600 - 46mm, ISO200, f/10, 1/400s)



(Data di acquisizione: 06/05/2018 – Canon EOS 650D - 50mm, ISO100, f/4, 20s)

ID: F2

Comune di La Morra (punto di osservazione 1d - analisi territoriale)



(Data di acquisizione: 30/07/2019 – Nikon D5600 - 52mm, ISO200, f/10, 1/400s)



(Data di acquisizione: 05/03/2019 – Canon EOS 80D - 52mm, ISO100, f/4, 13s)

ID: F3

Comune di Castiglione Falletto (punto di osservazione 2b - analisi territoriale)



(Data di acquisizione: 14/10/2018 – Nikon D5600 - 18mm, ISO100, f/13, 1/200s)



(Data di acquisizione: 05/03/2019 – Canon EOS 80D - 21mm, ISO800, f/4, 4s)

ID: F4

Comune di Castiglione Falletto (punto di osservazione 2d - analisi territoriale)



(Data di acquisizione: 30/07/2019 – Nikon D5600 - 55mm, ISO200, f/10, 1/400s)



(Data di acquisizione: 05/03/2019 – Canon EOS 80D - 33mm, ISO400, f/4, 4s)

ID: F5

Comune di Roddi (punto di osservazione 3a - analisi territoriale)



(Data di acquisizione: 14/10/2018 – Nikon D5600 - 30mm, ISO200, f/10, 1/400s)



(Data di acquisizione: 05/03/2019 – Canon EOS 80D - 20mm, ISO400, f/4, 6s)

ID: F6

Comune di Guarene (punto di osservazione 4b - analisi territoriale)



(Data di acquisizione: 30/07/2019 – Nikon D5600 - 46mm, ISO100, f/14, 1/200s)



(Data di acquisizione: 20/03/2019 – Canon EOS 650D - 70mm, ISO100, f/4, 15s)

ID: F7

Comune di Govone (punto di osservazione 5d - analisi territoriale)



(Data di acquisizione: 30/07/2019 – Nikon D5600 - 55mm, ISO200, f/10, 1/400s)



(Data di acquisizione: 13/02/2019 – Canon EOS 80D - 50mm, ISO400, f/4, 5s)

ID: F8

Comune di Neive (punto di osservazione 6b - analisi territoriale)



(Data di acquisizione: 23/03/2018 – Nikon D5600 - 30mm, ISO100, f/11, 1/125s)



(Data di acquisizione: 20/03/2019 – Canon EOS 80D - 33mm, ISO400, f/4, 4s)

ID: F9

Comune di Neive (punto di osservazione 6c - analisi territoriale)



(Data di acquisizione: 30/07/2019 – Nikon D5600 - 52mm, ISO200, f/10, 1/400s)



(Data di acquisizione: 20/03/2019 – Canon EOS 80D - 40mm, ISO400, f/4, 4s)

III.3.3 Fase 3. Analisi oggettiva

La valutazione quantitativa dell'attuale condizione di illuminazione dei siti in esame si è basata sulla raccolta di dati fotometrici.

Due videofotometri TechnoTeam "LMK Mobile" sono stati utilizzati nella campagna di misurazione *in situ* per valutare la distribuzione della luminanza delle aree considerate.

- Videofotometro TechnoTeam "LMK Mobile", basato su fotocamera digitale Canon EOS 650D. Obiettivi lunghezza focale 17-50 mm e 70-200mm. Calibrazione valore ISO 100; apertura diaframma valori compresi tra f4 e f11; tempo di esposizione da 1/250 a 30;
- Videofotometro TechnoTeam "LMK Mobile", basato su fotocamera digitale Canon EOS 80D. Obiettivo lunghezza focale 17-50 mm. Calibrazione valore ISO 100, 200, 400, 800, 1600; apertura diaframma valori compresi tra f4 e f11, tempo di esposizione da 1/250 a 30;

Nella fase di acquisizione sono stati rispettati i range validi di calibrazione dello strumento. Tutte le immagini sono state acquisite in formato RAW.

L'utilizzo di 2 tipologie di obiettivi (lunghezze focali 17-50mm e 70-200mm) ha consentito di acquisire immagini sia dell'intero insediamento, corrispondenti alla reale visione degli utenti, sia dettagli di particolari aree o edifici significativi. Le immagini sono state acquisite dai medesimi punti di osservazione da cui sono state scattate le fotografie diurne e notturne.

Il software "LMK LabSoft" di TechnoTeam è stato utilizzato per acquisire e convertire le immagini, che sono state importate nel software e, attraverso i corrispondenti file di calibrazione, trasformate in rappresentazione della distribuzione di luminanza. I risultati sono espressi come immagini a falsi colori.

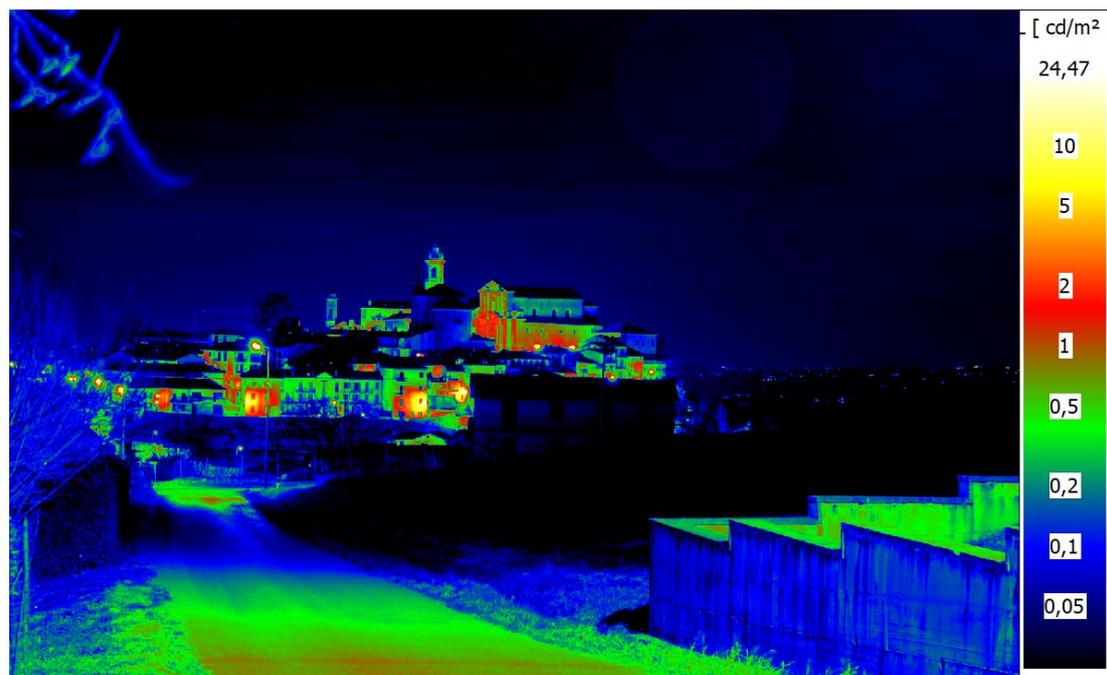
Di seguito si riportano le mappature di luminanza acquisite e relative all'immagine generale dell'insediamento complessivo e del contesto per ciascun punto di osservazione.

ID: F1

Comune di La Morra

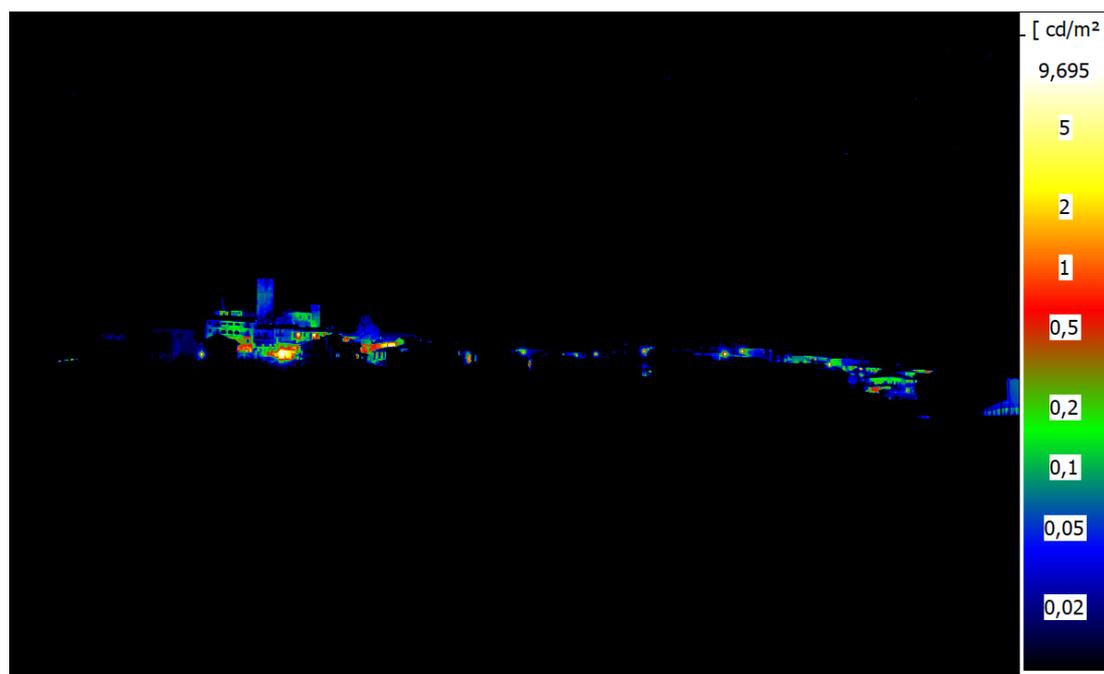


ID: F2
Comune di La Morra



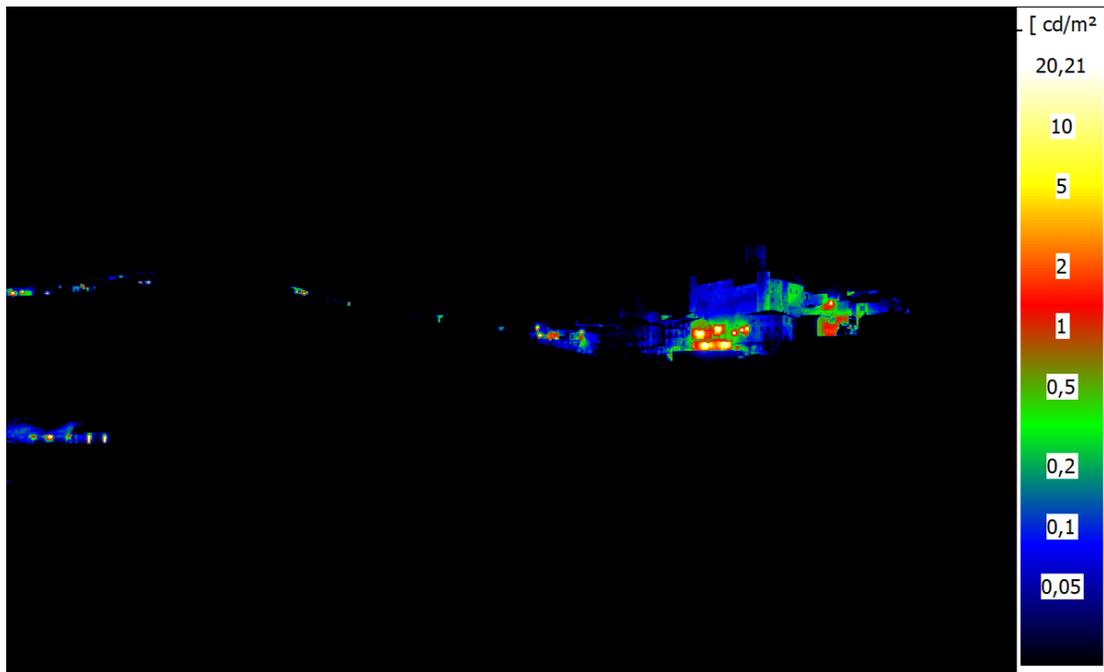
ID: F3

Comune di Castiglione Falletto



ID: F4

Comune di Castiglione Falletto

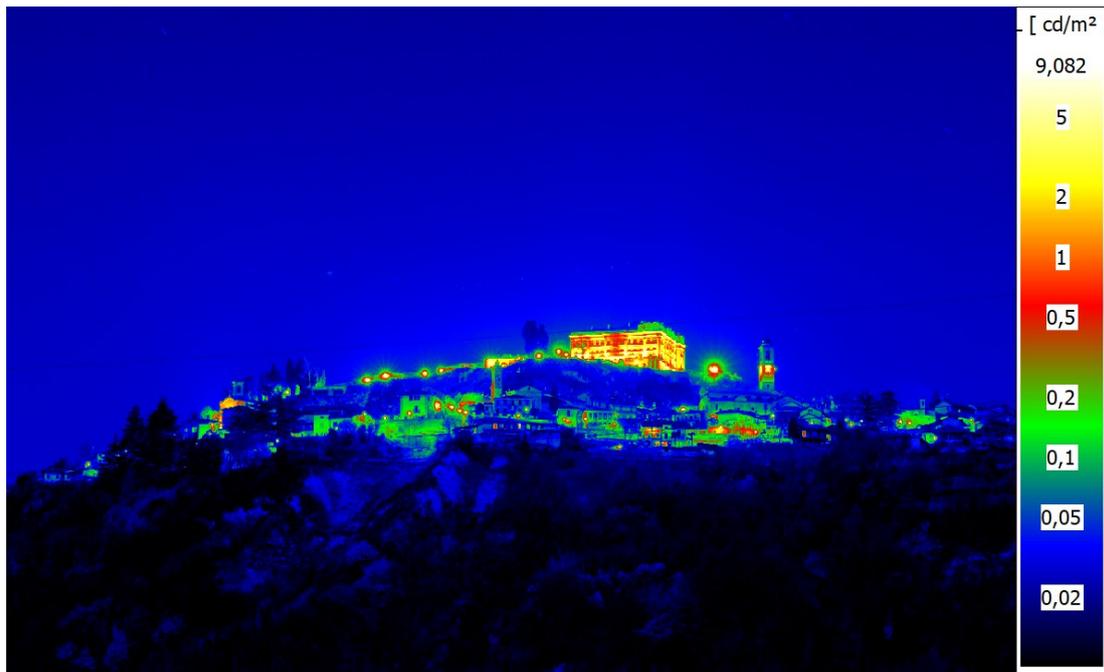


ID: F5

Comune di Roddi



ID: F6
Comune di Guarene

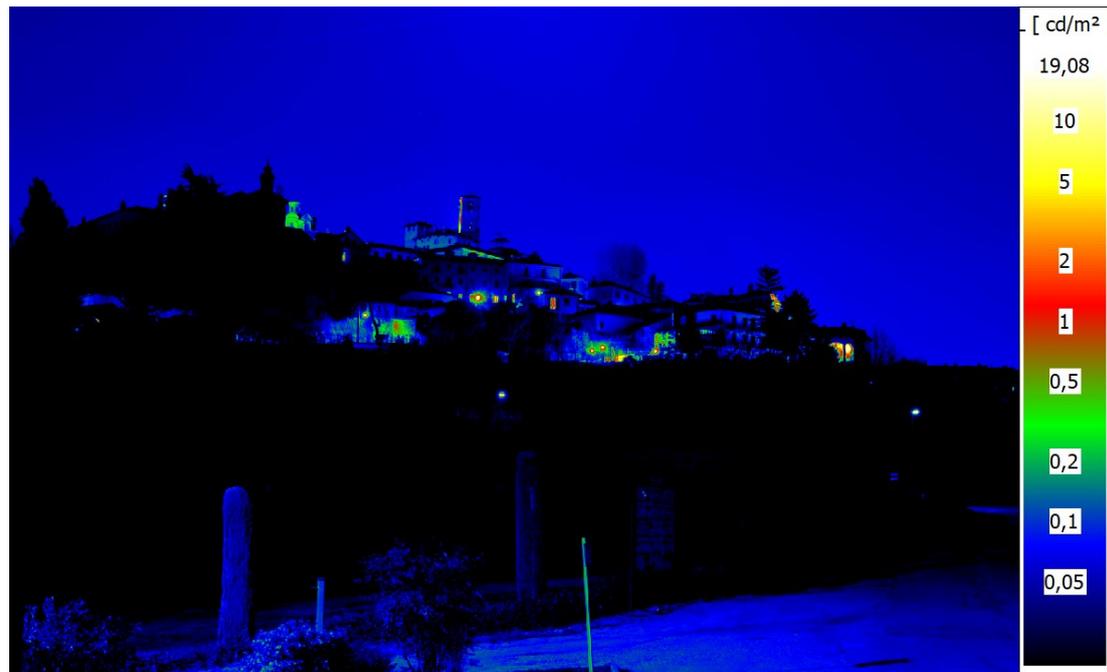


ID: F7

Comune di Govone



ID: F8
Comune di Neive



ID: F9

Comune di Neive



III.4 Conclusioni

La metodologia per la valutazione dell'immagine notturna del paesaggio culturale definita è stata applicata a un caso studio locale.

Dalla fase di analisi territoriale è stato possibile acquisire una conoscenza approfondita del caso studio, grazie allo studio integrato di strumenti propri di discipline diverse: morfologia territoriale, contesto naturalistico-ambientale, principali fasi storiche, presenza di elementi di landmark, usi sociali, modalità di fruizione, informazioni sulle caratteristiche degli impianti di illuminazione, ecc. Inoltre, la conoscenza approfondita del caso studio ha permesso di individuare numerosi punti di osservazione significativi da cui osservare e valutare l'immagine del sito.

Per ragioni pratiche le fasi 2 e 3 relative all'analisi soggettiva e oggettiva sono state concentrate su una selezione di 9 punti di osservazione. Il confronto tra punti di vista differenti relativi al medesimo sito risulta comunque interessante ai fini di valutare eventuali variazioni nella percezione del sito stesso modificando il punto di vista, e potrebbe essere oggetto di studi futuri.

Nella fase di applicazione dell'approccio metodologico al caso studio e acquisizione dei dati sono state messe a punto particolari attenzioni e sono state rilevate alcune difficoltà, che risultano fondamentali nell'ottica di implementare l'approccio metodologico per future applicazioni.

Le immagini diurne e notturne relative ai 9 punti di osservazione selezionati sono state utilizzate per predisporre il questionario di valutazione soggettiva. Rispetto all'acquisizione delle immagini fotografiche si sottolinea l'importanza che queste presentino un'elevata qualità, in modo da porre i partecipanti al questionario di valutazione nelle condizioni migliori per valutare le immagini. A tal fine è inoltre opportuno prestare attenzione ad acquisire le immagini in condizioni ambientali e atmosferiche quanto più possibile assimilabili.

Un ulteriore aspetto di sviluppo riguarda la modalità di somministrazione del questionario di valutazione della percezione soggettiva. Una delle maggiori difficoltà riscontrate nella redazione è stata l'individuazione di uno strumento che permettesse di visualizzare contemporaneamente le immagini oggetto di valutazione e le relative domande. L'implementazione o il ripensamento delle modalità di somministrazione del questionario potrebbe migliorarne l'efficacia. Inoltre, per esigenze pratiche l'invito alla compilazione del questionario è stato diffuso tramite mailing list. La distribuzione con metodi più efficaci e a larga scala consentirebbe di ampliare il bacino di rispondenti e ampliare le analisi statistiche svolte (ad esempio ponendo a confronto e verificando eventuali variazioni nelle risposte fornite da esperti e non esperti).

Infine, la terza fase dell'approccio metodologico ha previsto l'acquisizione di misure fotometriche, attraverso l'utilizzo di idonea strumentazione. In questa fase, analogamente a quanto riportato per l'acquisizione delle immagini fotografiche, è necessario di prestare particolare attenzione ad operare in condizioni ambientali ed atmosferiche assimilabili, riducendo al minimo l'influenza di sorgenti di illuminazione esterne (come ad esempio i fari delle auto).

CAPITOLO III

Nel capitolo seguente verranno illustrati e commentati i risultati di questa prima applicazione, da cui sono emerse prime considerazioni critiche utili allo sviluppo di future indicazioni progettuali.

CAPITOLO IV

Risultati

IV.1 Introduzione

Si riportano nel seguente capitolo i risultati emersi dall'applicazione dell'approccio metodologico ai 9 punti di osservazione selezionati, in relazione all'analisi soggettiva e oggettiva e alle rispettive elaborazioni.

I dati provenienti dall'analisi soggettiva sono stati acquisiti ed elaborati (**paragrafo 2**). Le risposte ottenute nella fase di sottomissione del questionario di valutazione sono state riportate (paragrafo 2.1) e sono state applicate analisi statistiche (paragrafo 2.2) per valutare e confrontare i risultati.

I dati fotometrici acquisiti durante la campagna di misura sono stati sottoposti ad elaborazioni (**paragrafo 3**) finalizzate ad estrapolare valori caratteristici di luminanza, valutarne la distribuzione, definire gerarchie e calcolare contrasti, rispetto alla scena complessiva e a regioni specifiche. Le elaborazioni svolte sulle singole immagini relative ai 9 punti di osservazione sono riportati nel paragrafo 3.2.

Infine, i risultati emersi dall'analisi soggettiva (questionario) e dall'analisi oggettiva (dati fotometrici) sono stati correlati per identificare relazioni tra giudizi soggettivi e specifiche condizioni di luminanza (**paragrafo 4**).

I risultati ottenuti hanno permesso di individuare prime indicazioni per il progetto, limitate alla valutazione di un unico caso studio, nell'ottica di introdurre l'attenzione al carattere visivo nell'approccio al progetto dell'illuminazione urbana e architettonica del paesaggio culturale.

IV.2 Risultati dell'analisi soggettiva

Sono riportati di seguito i risultati ottenuti dalla sottomissione del questionario di valutazione soggettiva a un campione di rispondenti e le elaborazioni statistiche svolte sui dati.

Il questionario è stato creato e distribuito attraverso l'applicativo online Limesurvey, che consente la memorizzazione delle risposte e l'estrazione del database delle stesse.

Le analisi statistiche sono state condotte utilizzando il software SPSS (IBM Statistic 20, IBM, Armonk, NY, United States).

IV.2.1 Analisi delle risposte

Dalla fase di sottomissione del questionario (disponibile alla compilazione online per un periodo complessivo di 4 settimane) è stato acquisito un campione di 81 risposte. Ciascun individuo ha risposto alle domande relative alle informazioni personali (sezione 2) e ha valutato le 9 immagini (F1-F9), sulla base dei criteri proposti (D1-D8) attribuendo a ciascuno un punteggio (scala 1-5) rispetto al grado di accordo o disaccordo con quanto affermato (sezione 3).

Solo le risposte complete in tutte le parti di tutte le sezioni componenti il questionario sono state considerate valide.

Individuazione degli outliers

Al fine di individuare ed eliminare dal campione originale eventuali outliers è stata eseguita una pulizia del campione. È stata condotta un'analisi di regressione lineare considerando le domande relative alla valutazione delle fotografie (D1-D8) (D8 variabile dipendente e D1-D7 variabili indipendenti) e calcolando la distanza di Cook per ciascuna risposta fornita da ciascun individuo (la distanza di Cook è indice dell'inconsistenza delle risposte (cfr II.3.4 Analisi statistica delle risposte)). Le risposte con valori di distanza di Cook superiori a 0,005 (identificato come valore soglia) sono state considerate possibili outliers. Sono pertanto stati esclusi dall'indagine gli individui alle cui risposte corrispondevano 3 o più valori di distanza di Cook oltre il valore soglia.

Sono stati esclusi dall'indagine 3 individui e il campione, al netto degli outliers, è pertanto composto dalle risposte di 78 individui.

Profilo dei rispondenti (sezione 2 - dati personali)

Al questionario hanno risposto 53 femmine (67,9%) e 25 maschi (32,2%); la maggior parte dei rispondenti ha dichiarato età inferiore ai 40 anni (71,8% di età compresa tra i 19 e 30 anni e 15,4% tra 31 e 40 anni). Il 97,4% dei rispondenti è residente in Italia e tra essi il 78,2% nella Regione Piemonte, pertanto è ipotizzabile che un'elevata percentuale degli individui componenti in campione avesse già una conoscenza pregressa del contesto oggetto di studio.

Il 38% dei rispondenti ha dichiarato di avere problemi di vista, tuttavia tale dato non è stato considerato discriminante in quanto è stato richiesto di indossare lenti correttive durante la fase di risposta al questionario e visualizzazione delle immagini.

Del campione totale il 91% dei rispondenti (71 individui) ha dichiarato di possedere competenze in ambito architettonico/storico/paesaggistico e il 92,3% (72 individui) competenze generali in ambito illuminotecnico.

Valutazione delle fotografie (sezione 3)

La sezione 3 del questionario è stata dedicata alla valutazione soggettiva dei 9 paesaggi culturali (cfr. II.3.2 Definizione di criteri per la valutazione dell'immagine notturna), rappresentati attraverso le corrispondenti immagini fotografiche notturne (affiancate all'immagine diurna unicamente nel caso della risposta al criterio D1-*si riconosce una corrispondenza tra immagine diurna e notturna*).

I risultati emersi dalla sottomissione del questionario sono sintetizzati in Tabella IV.1, nella quale sono riportati i valori medi delle risposte relative agli 8 criteri di valutazione (D1-D8), ripetuti per i 9 punti di osservazione (F1-F9), e i rispettivi valori di deviazione standard (SD).

Tabella IV.1 - valori medi delle risposte acquisite nella fase di valutazione soggettiva per ciascuna delle 9 fotografie.

		F1 (N=78)	F2 (N=78)	F3 (N=78)	F4 (N=78)	F5 (N=78)	F6 (N=78)	F7 (N=78)	F8 (N=78)	F9 (N=78)
D1	media *	3,32	4,00	2,22	2,85	3,86	3,80	3,76	3,41	2,99
	SD	0,93	0,87	1,08	1,12	0,91	0,93	1,02	1,15	1,06
D2	media *	3,17	3,39	2,36	2,97	3,77	3,60	3,40	3,01	2,64
	SD	1,16	1,26	1,27	1,14	1,14	0,99	1,05	1,09	1,06
D3	media *	3,33	3,40	2,62	3,19	3,81	3,81	3,63	3,01	2,87
	SD	1,23	1,28	1,23	1,12	1,02	0,94	1,06	1,16	1,14
D4	media *	2,90	3,40	1,99	2,77	3,12	3,13	2,99	3,30	2,41
	SD	1,29	1,00	0,95	1,18	1,07	1,07	1,03	1,03	1,03
D5	media *	3,60	2,90	3,13	3,15	3,22	3,27	3,40	2,63	3,54
	SD	0,96	1,03	1,33	1,12	0,92	1,00	1,07	1,02	1,11
D6	media *	2,58	2,92	1,85	2,71	3,04	3,06	3,22	2,54	2,46
	SD	1,19	1,08	1,06	1,16	1,07	1,10	1,16	1,05	1,02
D7	media *	2,74	3,27	1,96	2,60	3,05	3,06	3,14	3,03	2,51
	SD	1,05	0,96	1,03	1,17	1,17	1,07	1,17	1,01	1,05
D8	media *	2,92	3,49	2,03	2,78	3,28	3,03	3,19	3,12	2,55
	SD	1,00	1,03	0,91	1,19	1,15	1,07	1,14	1,03	0,99

* Scala di valutazione 1-5: (5) Del tutto d'accordo; (4) Abbastanza d'accordo; (3) Solo in parte d'accordo; (2) Poco d'accordo; (1) Per niente d'accordo.

** N (campione): 78 partecipanti.

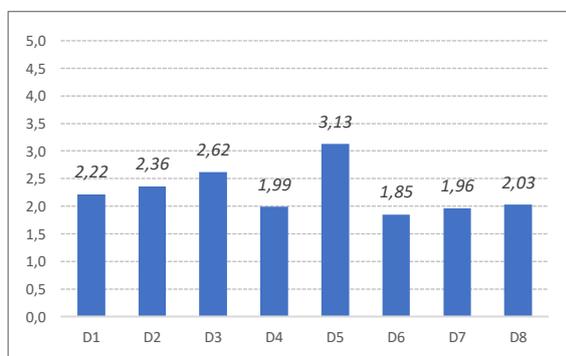
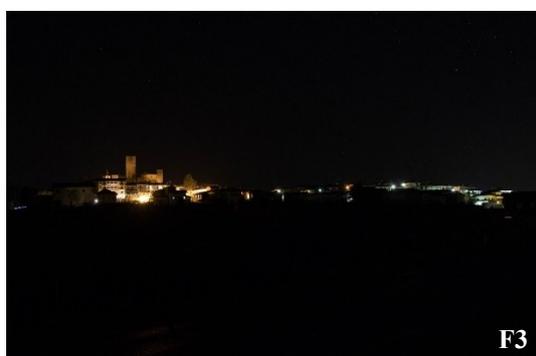
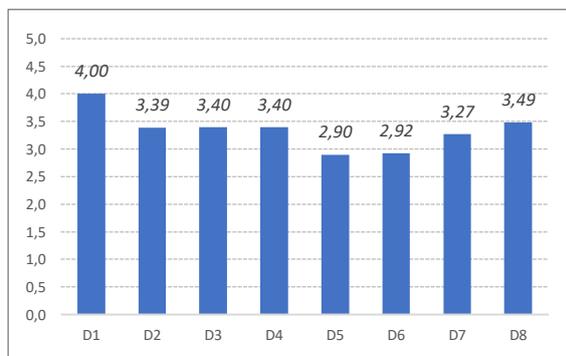
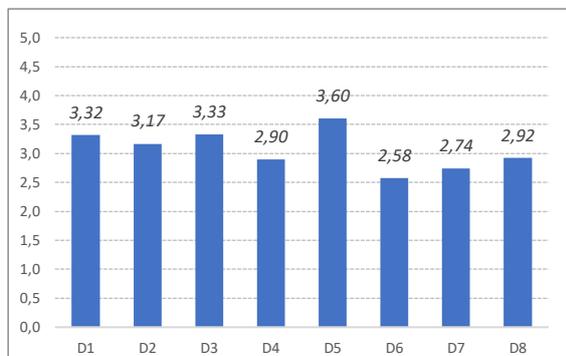
Grassetto: valori più alti; *Corsivo:* valori più bassi, per ciascuna domanda.

In Tabella IV.2 sono riportati i valori medi delle risposte relative agli 8 criteri di valutazione (D1-D8) per i 9 punti di osservazione (F1-F9), a confronto con la corrispettiva immagine notturna oggetto della valutazione.

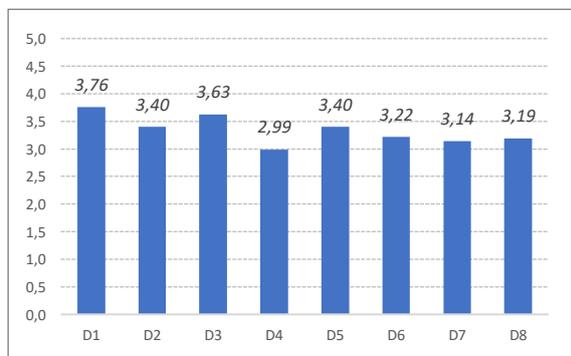
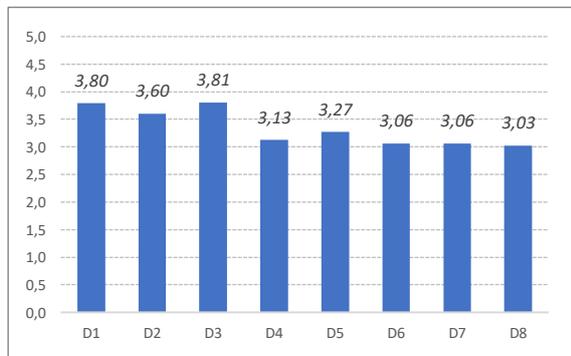
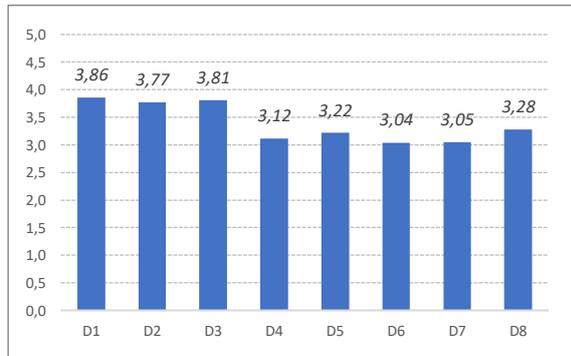
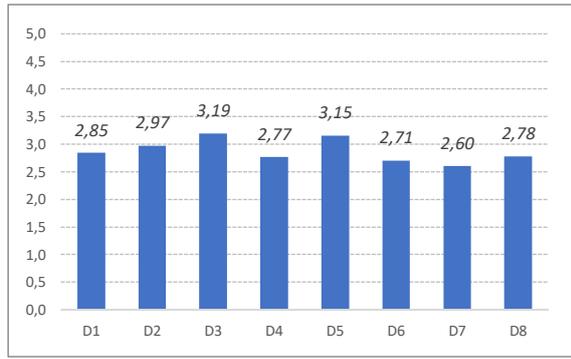
In Tabella IV.3 i medesimi valori medi delle risposte acquisite sono stati messi a confronto rispetto agli 8 criteri di valutazione (D1-D8).

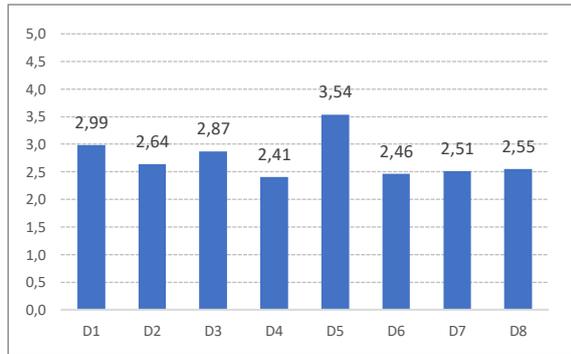
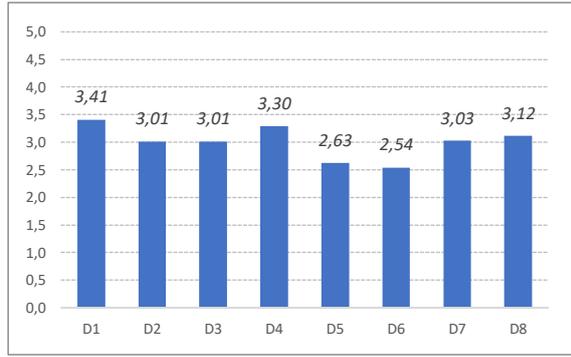
Tabella IV.2 - valori medi delle risposte in relazione ai criteri di valutazione (D1-D8) a confronto con la corrispondente immagine valutata.

VALUTAZIONI MEDIE RELATIVE ALLE 9 FOTOGRAFIE



CAPITOLO IV

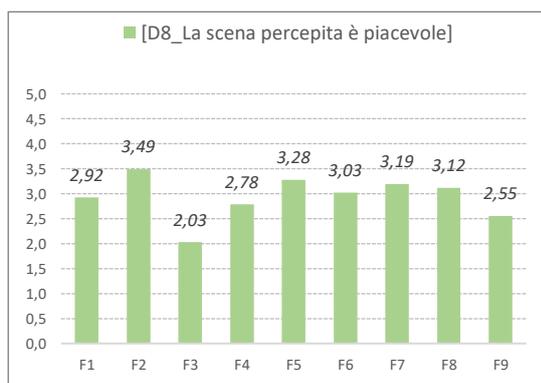
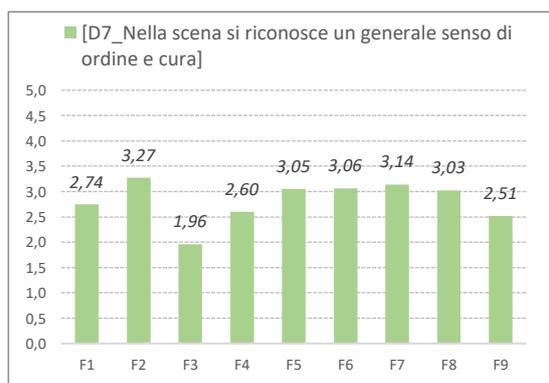
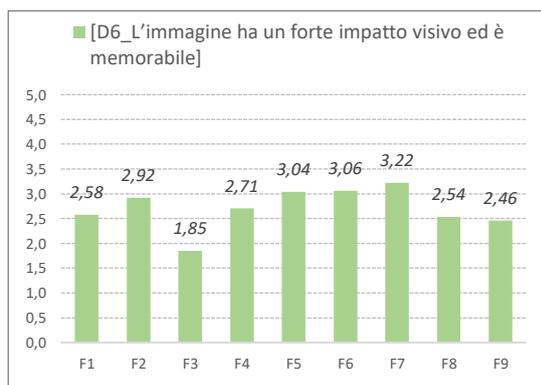
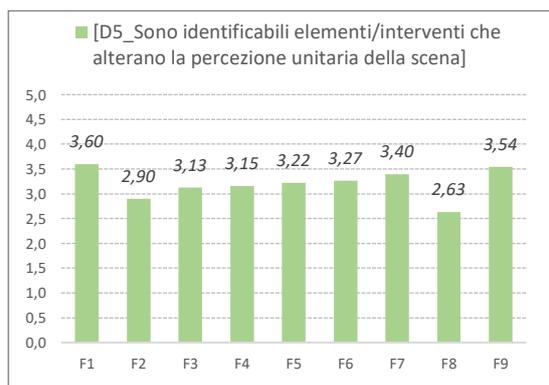
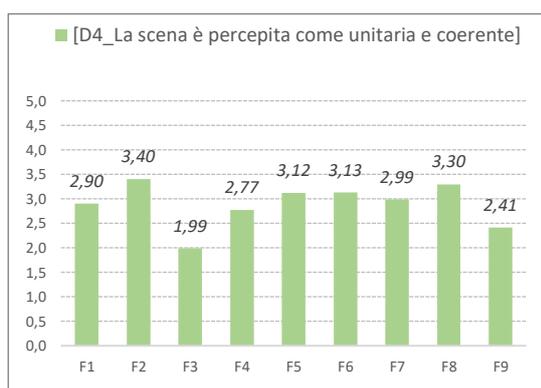
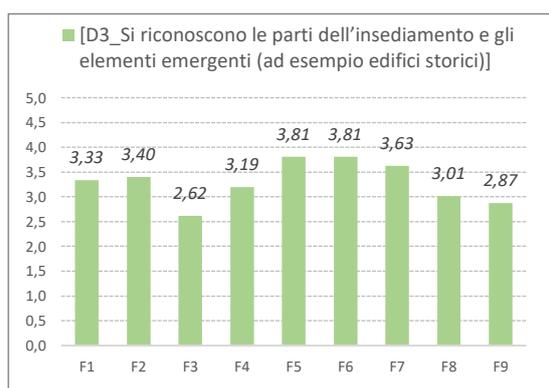
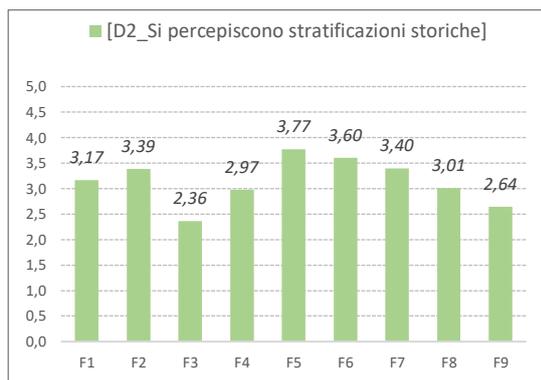
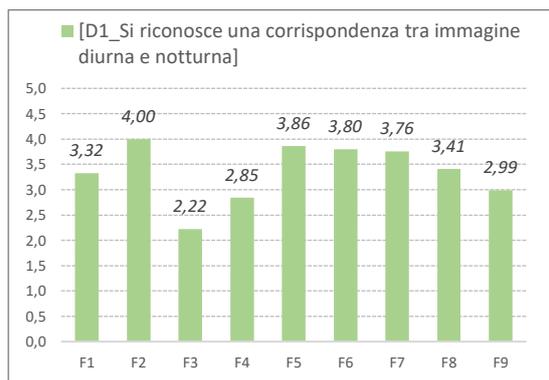




CAPITOLO IV

Tabella IV.3 - valori medi delle risposte fornite per ciascun criterio di valutazione.

VALUTAZIONI MEDIE SUDDIVISE PER CRITERIO DI VALUTAZIONE



IV.2.2 Analisi statistiche

I dati acquisiti dalla sottomissione del questionario sono stati oggetto di analisi statistiche, in particolare rispetto alle risposte della sezione 3 dedicata alla valutazione delle immagini notturne.

L'applicazione di analisi di tipo statistico è finalizzata a definire un metodo per elaborare i dati relativi alla percezione soggettiva ottenuti della sottomissione del questionario, nell'ottica di individuare fattori espressivi del giudizio soggettivo e metterli in relazione con i dati oggettivi.

In particolare, gli obiettivi specifici delle elaborazioni statistiche sui dati soggettivi sono stati:

- Individuare la presenza di eventuali correlazioni tra i criteri di valutazione definiti (D1-D8);
- Analizzare la relazione che intercorre tra il criterio D8, relativo all'espressione di un giudizio di piacevolezza rispetto all'immagine visualizzata, e i criteri D1-D7, relativi alla valutazione della struttura visiva del paesaggio;
- Individuare l'eventuale presenza di variabili latenti, o fattori, non misurabili direttamente ed in grado di sintetizzare più variabili originarie osservate (D1-D8), facilitando le successive fasi di elaborazione dei dati senza perdere informazioni iniziali.

Sono state applicate analisi di tipo non parametrico nell'analisi dei dati, avendo verificato che gli stessi non seguono una distribuzione normale.

Per le definizioni dei singoli parametri statistici calcolati e riportati nelle tabelle seguenti si rimanda all'Appendice I.

Correlazioni lineari

Al fine di verificare la presenza di correlazioni tra i criteri di valutazione delle immagini utilizzate nel questionario (D1-D8) sono state applicate analisi di correlazione bivariata, calcolando l'indice di correlazione di Spearman (per dati non parametrici). Le correlazioni sono state considerate significative nei casi in cui il valore di significatività presentasse valori inferiori a 0,01 ($p\text{-value} < 0,01$) (Pellerey, 2007), (Pellerey, et al., 2017).

L'analisi è stata ripetuta considerando in un primo momento i risultati delle 9 immagini aggregati (Tabella IV.4), e successivamente valutando separatamente le risposte per singole immagini (Tabelle IV.5 – IV.13).

Le matrici di correlazione sono riportate di seguito, con i relativi valori del coefficiente di correlazione di Spearman e di significatività ($p\text{-value}$).

CAPITOLO IV

Tabella IV.4 - Matrice di correlazione con coefficiente di correlazione di Spearman e deviazione standard (SD) tra i criteri di valutazione delle immagini (D1-D8), relative alle risposte aggregate delle 9 immagini.

Rho Spearman F1-F9 (N=702)		D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8
D1	Coeff di corr	1,000							
	Sig. (2-code)								
D2	Coeff di corr	0,496**	1,000						
	Sig. (2-code)	0,000							
D3	Coeff di corr	0,439**	0,761**	1,000					
	Sig. (2-code)	0,000	0,000						
D4	Coeff di corr	0,484**	0,554**	0,571**	1,000				
	Sig. (2-code)	0,000	0,000	0,000					
D5	Coeff di corr	-0,056	0,013	0,043	-0,216**	1,000			
	Sig. (2-code)	0,137	0,730	0,256	0,000				
D6	Coeff di corr	0,463**	0,604**	0,640**	0,659**	-0,037	1,000		
	Sig. (2-code)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,331			
D7	Coeff di corr	0,507**	0,572**	0,608**	0,778**	-0,167**	0,755**	1,000	
	Sig. (2-code)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		
D8	Coeff di corr	0,534**	0,588**	0,627**	0,742**	-0,122**	0,774**	0,843**	1,000
	Sig. (2-code)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	

* La correlazione è significativa al livello 0,05 (1-coda).

** La correlazione è significativa al livello 0,01 (2-code).

Tabella IV.5 - Matrice di correlazione con coefficiente di correlazione di Spearman e deviazione standard (SD) tra i criteri di valutazione delle immagini (D1-D8), relativa alla valutazione dell'immagine 1 (F1).

Rho Spearman F1 (N=78)		D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8
D1	Coeff di corr	1,000							
	Sig. (2-code)								
D2	Coeff di corr	0,122	1,000						
	Sig. (2-code)	0,287							
D3	Coeff di corr	0,050	0,556**	1,000					
	Sig. (2-code)	0,664	0,000						
D4	Coeff di corr	0,195	0,293**	0,358**	1,000				
	Sig. (2-code)	0,087	0,009	0,001					
D5	Coeff di corr	0,015	0,040	0,115	-0,254*	1,000			
	Sig. (2-code)	0,897	0,729	0,315	0,025				
D6	Coeff di corr	0,132	0,321**	0,482**	0,514**	-0,031	1,000		
	Sig. (2-code)	0,249	0,004	0,000	0,000	0,791			
D7	Coeff di corr	0,342**	0,427**	0,498**	0,624**	-0,162	0,661**	1,000	
	Sig. (2-code)	0,002	0,000	0,000	0,000	0,158	0,000		
D8	Coeff di corr	0,328**	0,363**	0,507**	0,609**	-0,113	0,674**	0,792**	1,000
	Sig. (2-code)	0,003	0,001	0,000	0,000	0,323	0,000	0,000	

* La correlazione è significativa al livello 0,05 (1-coda).

** La correlazione è significativa al livello 0,01 (2-code).

Tabella IV.6 - Matrice di correlazione con coefficiente di correlazione di Spearman e deviazione standard (SD) tra i criteri di valutazione delle immagini (D1-D8), relativa alla valutazione dell'immagine 2 (F2).

Rho Spearman F2 (N=78)		D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8
D1	Coeff di corr	1,000							
	Sig. (2-code)								
D2	Coeff di corr	0,366**	1,000						
	Sig. (2-code)	0,001							
D3	Coeff di corr	0,335**	0,825**	1,000					
	Sig. (2-code)	0,003	0,000						
D4	Coeff di corr	0,366**	0,635**	0,695**	1,000				
	Sig. (2-code)	0,001	0,000	0,000					
D5	Coeff di corr	0,086	0,088	-0,010	-0,161	1,000			
	Sig. (2-code)	0,455	0,442	0,929	0,159				
D6	Coeff di corr	0,322**	0,553**	0,626**	0,579**	0,056	1,000		
	Sig. (2-code)	0,004	0,000	0,000	0,000	0,629			
D7	Coeff di corr	0,380**	0,462**	0,568**	0,767**	-0,052	0,709**	1,000	
	Sig. (2-code)	0,001	0,000	0,000	0,000	0,653	0,000		
D8	Coeff di corr	0,383**	0,538**	0,586**	0,701**	-0,002	0,766**	0,772**	1,000
	Sig. (2-code)	0,001	0,000	0,000	0,000	0,987	0,000	0,000	

* La correlazione è significativa al livello 0,05 (1-coda).

** La correlazione è significativa al livello 0,01 (2-code).

Tabella IV. 7 - Matrice di correlazione con coefficiente di correlazione di Spearman e deviazione standard (SD) tra i criteri di valutazione delle immagini (D1-D8), relativa alla valutazione dell'immagine 3 (F3).

Rho Spearman F3 (N=78)		D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8
D1	Coeff di corr	1,000							
	Sig. (2-code)								
D2	Coeff di corr	0,441**	1,000						
	Sig. (2-code)	0,000							
D3	Coeff di corr	0,440**	0,708**	1,000					
	Sig. (2-code)	0,000	0,000						
D4	Coeff di corr	0,393**	0,401**	0,379**	1,000				
	Sig. (2-code)	0,000	0,000	0,001					
D5	Coeff di corr	0,020	0,120	0,192	-0,076	1,000			
	Sig. (2-code)	0,859	0,296	0,092	0,506				
D6	Coeff di corr	0,536**	0,592**	0,493**	0,564**	-0,125	1,000		
	Sig. (2-code)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,275			
D7	Coeff di corr	0,387**	0,458**	0,449**	0,723**	-0,098	0,643**	1,000	
	Sig. (2-code)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,391	0,000		
D8	Coeff di corr	0,458**	0,480**	0,515**	0,566**	-0,150	0,682**	0,766**	1,000
	Sig. (2-code)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,189	0,000	0,000	

* La correlazione è significativa al livello 0,05 (1-coda).

** La correlazione è significativa al livello 0,01 (2-code).

CAPITOLO IV

Tabella IV.8 - Matrice di correlazione con coefficiente di correlazione di Spearman e deviazione standard (SD) tra i criteri di valutazione delle immagini (D1-D8), relativa alla valutazione dell'immagine 4 (F4).

Rho Spearman F4 (N=78)		D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8
D1	Coeff di corr	1,000							
	Sig. (2-code)								
D2	Coeff di corr	0,486**	1,000						
	Sig. (2-code)	0,000							
D3	Coeff di corr	0,487**	0,654**	1,000					
	Sig. (2-code)	0,000	0,000						
D4	Coeff di corr	0,555**	0,572**	0,619**	1,000				
	Sig. (2-code)	0,000	0,000	0,000					
D5	Coeff di corr	-0,061	-0,060	0,049	-0,119	1,000			
	Sig. (2-code)	0,593	0,604	0,667	0,300				
D6	Coeff di corr	0,504**	0,614**	0,708**	0,808**	-0,002	1,000		
	Sig. (2-code)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,989			
D7	Coeff di corr	0,523**	0,562**	0,612**	0,833**	-0,130	0,843**	1,000	
	Sig. (2-code)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,258	0,000		
D8	Coeff di corr	0,591**	0,624**	0,679**	0,827**	-0,071	0,856**	0,905**	1,000
	Sig. (2-code)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,540	0,000	0,000	

* La correlazione è significativa al livello 0,05 (1-coda).

** La correlazione è significativa al livello 0,01 (2-code).

Tabella IV.9 - Matrice di correlazione con coefficiente di correlazione di Spearman e deviazione standard (SD) tra i criteri di valutazione delle immagini (D1-D8), relativa alla valutazione dell'immagine 5 (F5).

Rho Spearman F5 (N=78)		D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8
D1	Coeff di corr	1,000							
	Sig. (2-code)								
D2	Coeff di corr	0,508**	1,000						
	Sig. (2-code)	0,000							
D3	Coeff di corr	0,451**	0,813**	1,000					
	Sig. (2-code)	0,000	0,000						
D4	Coeff di corr	0,453**	0,368**	0,459**	1,000				
	Sig. (2-code)	0,000	0,001	0,000					
D5	Coeff di corr	-0,102	0,030	-0,002	-0,305**	1,000			
	Sig. (2-code)	0,376	0,796	0,983	0,007				
D6	Coeff di corr	0,383**	0,371**	0,442**	0,632**	-0,241*	1,000		
	Sig. (2-code)	0,001	0,001	0,000	0,000	0,033			
D7	Coeff di corr	0,447**	0,432**	0,527**	0,772**	-0,207	0,687**	1,000	
	Sig. (2-code)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,069	0,000		
D8	Coeff di corr	0,531**	0,496**	0,543**	0,763**	-0,124	0,739**	0,808**	1,000
	Sig. (2-code)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,279	0,000	0,000	

* La correlazione è significativa al livello 0,05 (1-coda).

** La correlazione è significativa al livello 0,01 (2-code).

Tabella IV.10 - Matrice di correlazione con coefficiente di correlazione di Spearman e deviazione standard (SD) tra i criteri di valutazione delle immagini (D1-D8), relativa alla valutazione dell'immagine 6 (F6).

Rho Spearman F6 (N=78)		D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8
D1	Coeff di corr	1,000							
	Sig. (2-code)								
D2	Coeff di corr	0,476**	1,000						
	Sig. (2-code)	0,000							
D3	Coeff di corr	0,488**	0,741**	1,000					
	Sig. (2-code)	0,000	0,000						
D4	Coeff di corr	0,381**	0,633**	0,632**	1,000				
	Sig. (2-code)	0,001	0,000	0,000					
D5	Coeff di corr	0,025	-0,190	-0,266*	-0,368**	1,000			
	Sig. (2-code)	0,828	0,095	0,018	0,001				
D6	Coeff di corr	0,384**	0,678**	0,643**	0,645**	-0,231*	1,000		
	Sig. (2-code)	0,001	0,000	0,000	0,000	0,042			
D7	Coeff di corr	0,284*	0,606**	0,642**	0,765**	-0,463**	0,729**	1,000	
	Sig. (2-code)	0,012	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		
D8	Coeff di corr	0,391**	0,524**	0,691**	0,683**	-0,357**	0,713**	0,796**	1,000
	Sig. (2-code)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	

* La correlazione è significativa al livello 0,05 (1-coda).

** La correlazione è significativa al livello 0,01 (2-code).

Tabella IV. 11 - Matrice di correlazione con coefficiente di correlazione di Spearman e deviazione standard (SD) tra i criteri di valutazione delle immagini (D1-D8), relativa alla valutazione dell'immagine 7 (F7).

Rho Spearman F7 (N=78)		D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8
D1	Coeff di corr	1,000							
	Sig. (2-code)								
D2	Coeff di corr	0,485**	1,000						
	Sig. (2-code)	0,000							
D3	Coeff di corr	0,446**	0,715**	1,000					
	Sig. (2-code)	0,000	0,000						
D4	Coeff di corr	0,357**	0,542**	0,519**	1,000				
	Sig. (2-code)	0,001	0,000	0,000					
D5	Coeff di corr	-0,209	-0,007	0,010	-0,317**	1,000			
	Sig. (2-code)	0,067	0,949	0,931	0,005				
D6	Coeff di corr	0,357**	0,572**	0,608**	0,661**	-0,116	1,000		
	Sig. (2-code)	0,001	0,000	0,000	0,000	0,313			
D7	Coeff di corr	0,399**	0,609**	0,630**	0,762**	-0,190	0,748**	1,000	
	Sig. (2-code)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,096	0,000		
D8	Coeff di corr	0,319**	0,622**	0,604**	0,716**	-0,135	0,739**	0,842**	1,000
	Sig. (2-code)	0,004	0,000	0,000	0,000	0,240	0,000	0,000	

* La correlazione è significativa al livello 0,05 (1-coda).

** La correlazione è significativa al livello 0,01 (2-code).

CAPITOLO IV

Tabella IV.12 - Matrice di correlazione con coefficiente di correlazione di Spearman e deviazione standard (SD) tra i criteri di valutazione delle immagini (D1-D8), relativa alla valutazione dell'immagine 8 (F8).

Rho Spearman F8 (N=78)		D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8
D1	Coeff di corr	1,000							
	Sig. (2-code)								
D2	Coeff di corr	0,507**	1,000						
	Sig. (2-code)	0,000							
D3	Coeff di corr	0,456**	0,834**	1,000					
	Sig. (2-code)	0,000	0,000						
D4	Coeff di corr	0,553**	0,616**	0,652**	1,000				
	Sig. (2-code)	0,000	0,000	0,000					
D5	Coeff di corr	0,007	0,191	0,124	-0,058	1,000			
	Sig. (2-code)	0,954	0,094	0,280	0,612				
D6	Coeff di corr	0,525**	0,685**	0,721**	0,611**	0,244*	1,000		
	Sig. (2-code)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,031			
D7	Coeff di corr	0,609**	0,612**	0,582**	0,681**	0,031	0,672**	1,000	
	Sig. (2-code)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,786	0,000		
D8	Coeff di corr	0,590**	0,680**	0,696**	0,693**	0,082	0,778**	0,757**	1,000
	Sig. (2-code)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,475	0,000	0,000	

* La correlazione è significativa al livello 0,05 (1-coda).

** La correlazione è significativa al livello 0,01 (2-code).

Tabella IV. 13 - Matrice di correlazione con coefficiente di correlazione di Spearman e deviazione standard (SD) tra i criteri di valutazione delle immagini (D1-D8), relativa alla valutazione dell'immagine 9 (F9).

Rho Spearman F9 (N=78)		D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8
D1	Coeff di corr	1,000							
	Sig. (2-code)								
D2	Coeff di corr	0,441**	1,000						
	Sig. (2-code)	0,000							
D3	Coeff di corr	0,378**	0,762**	1,000					
	Sig. (2-code)	0,001	0,000						
D4	Coeff di corr	0,398**	0,642**	0,697**	1,000				
	Sig. (2-code)	0,000	0,000	0,000					
D5	Coeff di corr	-0,128	-0,056	-0,002	-0,154	1,000			
	Sig. (2-code)	0,266	0,628	0,986	0,178				
D6	Coeff di corr	0,375**	0,583**	0,614**	0,690**	-0,008	1,000		
	Sig. (2-code)	0,001	0,000	0,000	0,000	0,947			
D7	Coeff di corr	0,350**	0,580**	0,658**	0,791**	-0,123	0,719**	1,000	
	Sig. (2-code)	0,002	0,000	0,000	0,000	0,282	0,000		
D8	Coeff di corr	0,432**	0,538**	0,632**	0,757**	-0,074	0,754**	0,830**	1,000
	Sig. (2-code)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,522	0,000	0,000	

* La correlazione è significativa al livello 0,05 (1-coda).

** La correlazione è significativa al livello 0,01 (2-code).

Considerando i risultati aggregati relativi alle 9 immagini sono emerse correlazioni significative e positive tra quasi tutti i criteri di valutazione. Questo risultato è indice del fatto che i criteri di valutazione adottati sono significativamente associati tra loro. L'unico caso di incorrelazione si riscontra tra il criterio D5 (*Sono identificabili elementi/interventi che alterano la percezione unitaria della scena*) e i criteri D1 (*Si riconosce una corrispondenza tra immagine diurna e notturna*), D2 (*Si percepiscono stratificazioni storiche*), D3 (*Si riconoscono le parti dell'insediamento e gli elementi emergenti, ad esempio edifici storici*) e D6 (*L'immagine ha un forte impatto visivo ed è memorabile*), mentre rispetto ai criteri D4 (*La scena è percepita come unitaria e coerente*), D7 (*nella scena si riconosce un generale senso di ordine e cura*) e D8 (*La scena percepita è piacevole*) la correlazione è significativa e negativa. Il risultato è ragionevole in quanto il criterio D5 fa riferimento alla presenza di elementi di alterazione ed è l'unico quindi tra i criteri di valutazione a far riferimento alla presenza di elementi potenzialmente negativi rispetto alla valutazione del carattere visivo del paesaggio.

Il fatto che emergano correlazioni significative tra i criteri di valutazione è conseguenza e conferma dell'approccio metodologico adottato: i criteri per la valutazione dell'immagine notturna sono stati infatti definiti principalmente in riferimento al quadro teorico definito da (Tveit, et al., 2006), finalizzato a identificare una serie di *key concepts* per la valutazione del carattere visivo del paesaggio (cfr. II.3.2. Definizione di criteri per la valutazione dell'immagine notturna). Nello studio è sottolineato dagli autori il carattere di interrelazione dei *concepts*, che lavorano insieme definendo il carattere visivo complessivo del paesaggio. Dall'analisi di correlazione svolta emerge come anche i criteri adottati per la valutazione dell'immagine notturna siano correlati tra loro. Si osserva come alcune correlazioni siano più forti di altre, come ad esempio quella tra D7 (senso di ordine e cura) e D4 (scena unitaria e coerente) e D6 (impatto visivo e memorabilità).

Osservando inoltre i risultati della correlazione tra il criterio D8, relativo alla piacevolezza, e i criteri D1-D7, relativi alla struttura visiva del paesaggio, è stato possibile esaminare la relazione che intercorre tra essi. Tutti i criteri D1-D7 presentano correlazioni significative e positive con il criterio D8 (piacevolezza), ad eccezione del criterio D5 (elementi di alterazione) con cui, come già sottolineato, intercorre una correlazione significativa e negativa. Alcune di tali correlazioni sono più forti, come è facile intuire: si osservi ad esempio come il giudizio positivo sulla piacevolezza sia più fortemente correlato ai criteri D7 (senso di ordine e cura), D6 (impatto visivo e memorabilità) e D4 (scena unitaria e coerente).

I risultati emersi sono confermati dalle correlazioni svolte per singola fotografia, seppur con alcune variazioni nei risultati dovuti alla riduzione nella numerosità del campione. In termini generali emergono analoghe correlazioni, seppur alcune non presentino *p-value* significativi.

Modello misto lineare (Linear Mixed Effects Model - LME)

È stato ritenuto utile approfondire la relazione che intercorre tra i sette criteri relativi alla struttura visiva del paesaggio (D1-D7) e il giudizio inerente la piacevolezza percepita (D8). Trattandosi di dati correlati ottenuti da misurazioni ripetute (stessi criteri di valutazione ripetuti su 9 immagini), è stato applicato un particolare tipo di analisi di regressione multipla, denominato *linear mixed model* (LME).

Il modello risultate spiega, sulla base dei dati raccolti, come il giudizio sulla piacevolezza (D8) sia influenzato dai sette criteri relativi alla struttura del paesaggio (D1-D7). Nel modello i criteri D1-D7 sono stati considerati *effetti fissi*, ovvero possibili variabili esplicative.

In Tabella IV.14 sono riportati i risultati del modello misto lineare per il criterio di valutazione della piacevolezza dell'immagine (D8).

Tabella IV.14 - Modello misto lineare per il criterio di piacevolezza dell'immagine (D8).

SOLUZIONE PER EFFETTI FISSI			
Effetto	Stima	Errore standard	Valore t
Intercetta	0,153	0,093	1,64
D1	0,091	0,021	4,38
D2	0,021	0,027	0,78
D3	0,049	0,027	1,83
D4	0,126	0,028	4,59
D5	-0,024	0,019	-1,31
D6	0,238	0,029	8,39
D7	0,470	0,033	14,42

Dall'interpretazione dell'output (si osservi il *t-value* in valore assoluto) emerge come il criterio D8 (piacevolezza) sia spiegato maggiormente dal criterio D7 (senso di ordine e cura) e a seguire D6 (impatto visivo e memorabilità), D4 (scena unitaria e coerente), D3 (riconoscibilità di parti e elementi emergenti), D1 (corrispondenza), D5 (elementi di alterazione), D2 (stratificazioni storiche). Questi ultimi criteri (che presentano valori assoluti di *t-value* molto bassi) risultano quindi essere progressivamente sempre più ininfluenti nell'attribuzione di un giudizio di qualità percepita della scena osservata.

Analisi fattoriale

Sulla base dei dati acquisiti dall'analisi soggettiva è stata infine applicata un'analisi fattoriale, ovvero una tecnica statistica che, sulla base di un determinato numero di variabili osservate, permette di riassumere i dati in modelli sintetizzati e semplificati, senza determinare una perdita a livello di informazioni iniziali. L'analisi prevede infatti la ricerca di variabili latenti, anche dette fattori, non misurabili direttamente ed in grado di sintetizzare più variabili originarie osservate, facilitando la futura gestione dei dati.

Le variabili osservate (D1-D8) e le risposte ottenute dal questionario sono state sottoposte ad analisi fattoriale (metodo delle componenti principali, modello di rotazione Varimax con normalizzazione di Kaiser). Analogamente a quanto avvenuto per le matrici di correlazione, l'analisi è stata prima applicata ai dati accorpate relativi alle 9 fotografie (Tabella IV.15) e, successivamente, considerando le immagini singolarmente (Tabelle IV.16 – IV.24). I risultati dell'analisi fattoriale sono sintetizzati nelle tabelle che seguono, in particolare sono riportati: i valori percentuali di varianza spiegata dai singoli fattori individuati e le matrici (modello di rotazione Varimax con normalizzazione di Kaiser) riportanti i valori che stimano il peso dei singoli criteri rispetto a ciascun fattore.

Tabella IV.15 - Varianza totale spiegata e matrice dei componenti ruotata (metodo estrazione: analisi componenti principali. Metodo rotazione: Varimax con normalizzazione di Kaiser) con indicazione dei punteggi fattoriali. Risultati dell'analisi relativa ai dati accorpate delle 9 fotografie.

F1-F8	Autovalori iniziali		Fattori			
	Varianza (%)	varianza cumulata (%)	1	2	3	4
Factor 1	59,71	59,71				
D4			0,788	0,282	0,211	-0,188
D6			0,802	0,371	0,124	0,064
D7			0,874	0,267	0,193	-0,092
D8			0,859	0,286	0,227	-0,042
Factor 2	13,84	73,55				
D2			0,333	0,852	0,242	0,010
D3			0,425	0,825	0,118	0,068
Factor 3	7,91	81,46				
D1			0,307	0,233	0,920	-0,014
Factor 4	7,22	88,68				
D5			-0,093	0,050	-0,012	0,989

CAPITOLO IV

Tabella IV.16 - Varianza totale spiegata e matrice dei componenti ruotata (metodo estrazione: analisi componenti principali. Metodo rotazione: Varimax con normalizzazione di Kaiser) con indicazione dei punteggi fattoriali. Risultati dell'analisi relativa ai dati della Fotografia 1.

F1	Autovalori iniziali		Fattori			
	Varianza (%)	varianza cumulata (%)	1	2	3	4
Factor 1	47,37	47,37				
D4			0,759	0,128	0,071	-0,275
D6			0,866	0,162	-0,047	0,094
D7			0,805	0,290	0,268	-0,159
D8			0,838	0,230	0,256	-0,095
Factor 2	15,44	62,81				
D2			0,160	0,926	0,124	-0,048
D3			0,476	0,698	-0,089	0,209
Factor 3	12,07	74,88				
D1			0,169	0,049	0,968	0,025
Factor 4	8,89	83,77				
D5			-0,147	0,057	0,024	0,961

Tabella IV.17 - Varianza totale spiegata e matrice dei componenti ruotata (metodo estrazione: analisi componenti principali. Metodo rotazione: Varimax con normalizzazione di Kaiser) con indicazione dei punteggi fattoriali. Risultati dell'analisi relativa ai dati della Fotografia 2.

F2	Autovalori iniziali		Fattori			
	Varianza (%)	varianza cumulata (%)	1	2	3	4
Factor 1	57,53	57,53				
D4			0,657	0,531	-0,239	0,187
D6			0,821	0,344	0,134	0,077
D7			0,888	0,238	-0,083	0,162
D8			0,857	0,295	0,023	0,176
Factor 2	13,53	71,06				
D2			0,300	0,900	0,079	0,165
D3			0,427	0,847	0,010	0,090
Factor 3	9,77	80,83				
D1			0,211	0,164	0,041	0,961
Factor 4	8,71	89,54				
D5			-0,007	0,034	0,985	0,038

Tabella IV.18 - Varianza totale spiegata e matrice dei componenti ruotata (metodo estrazione: analisi componenti principali. Metodo rotazione: Varimax con normalizzazione di Kaiser) con indicazione dei punteggi fattoriali. Risultati dell'analisi relativa ai dati della Fotografia 3.

F3	Autovalori iniziali		Fattori			
	Varianza (%)	varianza cumulata (%)	1	2	3	4
Factor 1	54,80	54,80				
D4			0,895	0,115	0,130	0,065
D6			0,630	0,500	0,287	-0,166
D7			0,858	0,338	0,155	-0,097
D8			0,728	0,417	0,243	-0,194
Factor 2	15,20	70,00				
D2			0,243	0,871	0,174	0,030
D3			0,297	0,820	0,131	0,173
Factor 3	8,23	78,23				
D1			0,270	0,227	0,931	0,037
Factor 4	7,93	86,16				
D5			-0,091	0,103	0,024	0,974

Tabella IV.19 - Varianza totale spiegata e matrice dei componenti ruotata (metodo estrazione: analisi componenti principali. Metodo rotazione: Varimax con normalizzazione di Kaiser) con indicazione dei punteggi fattoriali. Risultati dell'analisi relativa ai dati della Fotografia 4.

F4	Autovalori iniziali		Fattori			
	Varianza (%)	varianza cumulata (%)	1	2	3	4
Factor 1	63,00	63,00				
D4			0,815	0,313	0,247	-0,103
D6			0,853	0,379	0,141	0,048
D7			0,907	0,230	0,201	-0,093
D8			0,866	0,319	0,251	-0,027
Factor 2	12,86	75,86				
D2			0,315	0,863	0,202	-0,052
D3			0,491	0,729	0,158	0,081
Factor 3	7,71	83,57				
D1			0,333	0,239	0,910	-0,024
Factor 4	7,07	90,64				
D5			-0,059	0,006	-0,020	0,995

CAPITOLO IV

Tabella IV.20 - Varianza totale spiegata e matrice dei componenti ruotata (metodo estrazione: analisi componenti principali. Metodo rotazione: Varimax con normalizzazione di Kaiser) con indicazione dei punteggi fattoriali. Risultati dell'analisi relativa ai dati della Fotografia 5.

F5	Autovalori iniziali		Fattori			
	Varianza (%)	varianza cumulata (%)	1	2	3	4
Factor 1	55,95	55,95				
D4			0,836	0,175	0,163	-0,222
D6			0,835	0,221	0,106	-0,103
D7			0,875	0,253	0,142	-0,069
D8			0,863	0,283	0,257	0,012
Factor 2	16,21	72,16				
D2			0,239	0,907	0,226	0,013
D3			0,336	0,897	0,086	0,055
Factor 3	9,16	81,32				
D1			0,289	0,226	0,928	-0,022
Factor 4	8,25	89,57				
D5			-0,161	0,055	-0,017	0,982

Tabella IV.21 - Varianza totale spiegata e matrice dei componenti ruotata (metodo estrazione: analisi componenti principali. Metodo rotazione: Varimax con normalizzazione di Kaiser) con indicazione dei punteggi fattoriali. Risultati dell'analisi relativa ai dati della Fotografia 6.

F6	Autovalori iniziali		Fattori			
	Varianza (%)	varianza cumulata (%)	1	2	3	4
Factor 1	60,81	60,81				
D4			0,688	0,391	-0,277	0,197
D6			0,786	0,416	-0,038	0,154
D7			0,840	0,315	-0,286	0,030
D8			0,868	0,233	-0,183	0,186
Factor 2	14,58	75,39				
D2			0,352	0,861	-0,039	0,224
D3			0,459	0,755	-0,117	0,211
Factor 3	7,21	82,60				
D1			0,177	0,248	0,042	0,949
Factor 4	5,60	88,20				
D5			-0,250	-0,066	0,957	0,043

Tabella IV.22 - Varianza totale spiegata e matrice dei componenti ruotata (metodo estrazione: analisi componenti principali. Metodo rotazione: Varimax con normalizzazione di Kaiser) con indicazione dei punteggi fattoriali. Risultati dell'analisi relativa ai dati della Fotografia 7.

F7	Autovalori iniziali		Fattori			
	Varianza (%)	varianza cumulata (%)	1	2	3	4
Factor 1	58,56	58,56				
D4			0,792	0,238	-0,310	0,133
D6			0,826	0,316	0,031	0,136
D7			0,869	0,308	-0,082	0,157
D8			0,875	0,330	-0,040	0,047
Factor 2	14,08	72,64				
D2			0,402	0,803	-0,003	0,269
D3			0,440	0,818	0,046	0,147
Factor 3	11,12	83,76				
D1			0,156	0,234	-0,131	0,949
Factor 4	5,00	88,76				
D5			-0,111	0,039	0,977	-0,111

Tabella IV.23 - Varianza totale spiegata e matrice dei componenti ruotata (metodo estrazione: analisi componenti principali. Metodo rotazione: Varimax con normalizzazione di Kaiser) con indicazione dei punteggi fattoriali. Risultati dell'analisi relativa ai dati della Fotografia 8.

F8	Autovalori iniziali		Fattori			
	Varianza (%)	varianza cumulata (%)	1	2	3	4
Factor 1	61,62	61,62				
D4			0,754	0,394	0,203	-0,104
D6			0,670	0,511	0,158	0,267
D7			0,839	0,247	0,295	0,050
D8			0,816	0,362	0,216	0,079
Factor 2	13,69	75,31				
D2			0,360	0,831	0,252	0,129
D3			0,410	0,861	0,114	0,051
Factor 3	7,35	82,66				
D1			0,349	0,220	0,906	-0,043
Factor 4	5,89	88,55				
D5			0,043	0,098	-0,032	0,983

CAPITOLO IV

Tabella IV.24 - Varianza totale spiegata e matrice dei componenti ruotata (metodo estrazione: analisi componenti principali. Metodo rotazione: Varimax con normalizzazione di Kaiser) con indicazione dei punteggi fattoriali. Risultati dell'analisi relativa ai dati della Fotografia 9.

F9	Autovalori iniziali		Fattori			
	Varianza (%)	varianza cumulata (%)	1	2	3	4
Factor 1	58,53	58,53				
D4			0,752	0,461	0,149	-0,133
D6			0,799	0,306	0,148	0,148
D7			0,871	0,312	0,090	-0,060
D8			0,894	0,206	0,220	0,025
Factor 2	13,24	71,77				
D2			0,316	0,870	0,220	0,012
D3			0,480	0,782	0,118	0,061
Factor 3	9,46	81,23				
D1			0,226	0,210	0,948	-0,052
Factor 4	7,54	88,77				
D5			0,008	0,027	-0,044	0,992

L'analisi fattoriale ha condotto all'individuazione di 4 fattori latenti di cui 2 sintetizzanti più criteri di valutazione, mentre i criteri D1 (corrispondenza) e D5 (alterazione) sono risultati indipendenti (Tabella IV.25). Il modello risultante dall'analisi fattoriale presenta una variabilità totale spiegata significativa e pari all'88,7% (considerando i dati delle 9 fotografie accorpati).

L'analisi è stata ripetuta sui dati accorpati delle 9 fotografie e sui dati relativi alle 9 immagini considerate singolarmente e hanno condotto a risultati analoghi: i fattori estratti corrispondono.

Tabella IV.25 - Fattori individuati e rispettive denominazioni.

Fattore	Denominazione	ID	Criteri valutazione
Fattore 1:	IMPATTO COMPLESSIVO	D4	<i>La scena è percepita come unitaria e coerente</i>
		D6	<i>L'immagine ha un forte impatto visivo ed è memorabile</i>
		D7	<i>Nella scena si riconosce un generale senso di ordine e cura</i>
		D8	<i>La scena percepita è piacevole</i>
Fattore 2:	EMERGENZE STORICITÀ	D2	<i>Si percepiscono stratificazioni storiche</i>
		D3	<i>Si riconoscono le parti dell'insediamento e gli elementi emergenti (ad esempio edifici storici)</i>
Fattore 3:	CORRISPONDENZA	D1	<i>Si riconosce una corrispondenza tra immagine diurna e notturna</i>
Fattore 4:	ALTERAZIONE	D5	<i>Sono identificabili elementi/interventi che alterano la percezione unitaria della scena</i>

Il primo fattore (FT1) individuato spiega la maggior parte della varianza (59,7% considerando i dati delle 9 fotografie) e sintetizza i criteri D2, D6, D7 e D8, includendo i concetti di unitarietà, coerenza, impatto visivo, cura e piacevolezza. È stato pertanto denominato "impatto complessivo".

Il secondo fattore (FT2) include i criteri D2 e D3, legati alla percezione di parti o emergenze storiche ed è responsabile del 13,8% della varianza. È stato denominato “emergenze e storicità”.

I criteri di valutazione D1 (corrispondenza) e D5 (alterazione) sono risultati indipendenti. Il terzo e il quarto fattore pertanto corrispondono ai due criteri di valutazione e spiegano rispettivamente il 7,9% e il 7,2% della varianza. Il fattore 3 (FT3 - criterio D1) è stato denominato “corrispondenza” e il fattore 4 (FT4 - criterio D5) “alterazione”.

Il modello risultante dall’analisi fattoriale presenta una variabilità totale spiegata significativa e pari all’88,7%, di cui il 59,7% dal FT 1 e il 13,8% dal FT 2. Le variabili D1 e D5 sono responsabili rispettivamente del 7,9% e il 7,2% della varianza.

Dall’analisi fattoriale sono stati calcolati i punteggi fattoriali relativi ad ogni risposta fornita da ciascun individuo e i rispettivi valori medi relativi a ciascuna fotografia. I punteggi fattoriali, tenendo conto del peso ricoperto da ciascun criterio all’interno del fattore, permettono di valutare come il fattore latente sia legato a ciascuna delle variabili originarie. I punteggi fattoriali calcolati per ciascuna immagine sono riportati in Tabella IV.26. Dalla valutazione di tali dati è possibile avanzare delle considerazioni critiche inerenti i 9 paesaggi rispetto ai fattori individuati, riducendo quindi il numero di variabili. In Tabella IV.27 è riportata la graduatoria delle 9 fotografie, rispetto a ciascun fattore, risultante dall’analisi fattoriale.

Tabella IV.26 - valori medi dei punteggi fattoriali rispetto alle 9 fotografie.

	FATTORE 1 Impatto complessivo	FATTORE 2 Emergenze e storicità	FATTORE 3 Corrispondenza	FATTORE 4 Alterazione
F1	-0,035	0,022	-0,005	0,336
F2	0,349	-0,100	0,538	-0,254
F3	-0,656	-0,259	-0,800	-0,121
F4	-0,022	-0,013	-0,480	-0,043
F5	0,051	0,469	0,344	0,008
F6	0,037	0,409	0,282	0,054
F7	0,230	0,133	0,246	0,234
F8	0,212	-0,307	0,085	-0,538
F9	-0,167	-0,354	-0,211	0,324

CAPITOLO IV

Tabella IV.27 - graduatoria di valutazione delle fotografie rispetto ai 4 fattori stilata sulla base dei valori medi calcolati dei punteggi fattoriali (ordine decrescente: posizione I = valutazione più alta rispetto al fattore in oggetto).

	FATTORE 1 Impatto complessivo	FATTORE 2 Emergenze e storicità	FATTORE 3 Corrispondenza	FATTORE 4 Alterazione
I	F2	F5	F2	F1
II	F7	F6	F5	F9
III	F8	F7	F6	F7
IV	F5	F1	F7	F6
V	F6	F4	F8	F5
VI	F4	F2	F1	F4
VII	F1	F3	F9	F3
VIII	F9	F8	F4	F2
IX	F3	F9	F3	F8

I 4 fattori estratti sono stati successivamente utilizzati per valutare eventuali relazioni tra giudizi soggettivi e parametri oggettivi misurati.

IV.3 Risultati dell'analisi oggettiva

Alla valutazione dei giudizi soggettivi è stata affiancata la misurazione quantitativa della condizione di illuminazione dei siti in esame, sulla base della raccolta di dati fotometrici. Le mappature di luminanza acquisite durante la fase di campagna di misura svolta *in situ* relative ai 9 punti di vista sono state elaborate utilizzando il software “LMK LabSoft” di Technoteam.

Le elaborazioni sono state finalizzate all'estrapolazione dalle immagini di dati oggettivi di caratterizzazione delle dell'immagine notturna: rapporti tra aree, valori di luminanza, uniformità o contrasti di luminanza, utili a descrivere quantitativamente la scena notturna percepita. Nell'ambito della metodologia di valutazione proposta tali parametri sono stati successivamente messi in relazione ai fattori soggettivi individuati.

IV.3.1 Elaborazioni sulle mappature di luminanza

Le mappature di luminanza (cfr. II.3.3 Definizione del questionario di valutazione soggettiva) sono state oggetto di elaborazioni finalizzate ad acquisire informazioni e valori significativi su aree specifiche. Il software LMK LabSoft permette infatti di agire sulle immagini ed estrapolare dati relativi a regioni di forme variabili, nonché di mettere in evidenza aree con valori di luminanza compresi entro range definiti. Le elaborazioni sono state eseguite con la finalità di ottenere informazioni quantitative sull'immagine notturna, sia rispetto all'insediamento, sia rispetto alle singole parti di cui si compone. In particolare, le mappature di luminanza sono state oggetto delle elaborazioni descritte di seguito.

Definizione della regione corrispondente all'insediamento (INS)

È stata innanzitutto indagata la condizione di illuminazione della porzione di scena corrispondente all'insediamento urbano, che tipicamente presenta un sistema di illuminazione pubblico progettato sulla base di esigenze funzionali specifiche rispetto al contesto non urbanizzato.

Sulle immagini è stata identificata e rappresentata una regione poligonale corrispondente all'insediamento urbano, escludendo pertanto il contesto naturalistico e rurale circostante ed eventuali aree occupate da estesi parchi o coperte da vegetazione.

Sono stati estrapolati i valori di estensione dell'area, di luminanza (minima, media e massima) e di dispersione dei valori di luminanza della regione definita.

Inoltre, all'interno della *regione insediamento* sono state identificate tre classi di luminanza, sulla base della definizione di valori soglia (*threshold values*):

- area bright (**BR**): luminanza superiore a threshold 1
- area intermediate (**INT**): luminanza compresa tra threshold 1 e threshold 2
- area dark (**DA**): luminanza inferiore a threshold 2

I valori di thresholds sono stati definiti sulla base di una valutazione delle singole immagini e sono pertanto variabili tra esse. Sono stati identificati ai fini di mettere in evidenza all'interno della regione insediamento aree con valori di luminanza appartenenti

a determinati range: nell'area bright ($L > \text{threshold } 1$) ricadono le porzioni della scena corrispondenti a picchi di luminanza dovuti alla presenza nell'inquadratura di apparecchi di illuminazione; l'area dark ($L < \text{threshold } 2$) include le porzioni della regione insediamento non riconoscibile in regime notturno.

L'individuazione sull'immagine di aree corrispondenti a diversi range di luminanza consente di riconoscere con immediatezza all'interno della regione insediamento le aree per nulla o scarsamente illuminate, e pertanto caratterizzate da valori di luminanza molto bassi (area dark) e le aree che al contrario presentano valori di luminanza elevati in quanto corrispondenti alle fonti di illuminazione. Le porzioni che ricadono all'area intermedia corrispondono dunque alle superfici verticali illuminate e riconoscibili.

Ciascuna delle classi di luminanza è rappresentata sulla mappatura attraverso una diversa colorazione e per ognuna sono stati estratti i rispettivi valori di estensione dell'area (percentuale), di luminanza (minima, media e massima) e di dispersione.

Definizione regione corrispondente all'area riconoscibile (RI)

Della regione corrispondente all'insediamento urbano solamente alcune parti risultano essere illuminate in modo tale da essere distinguibili dai punti di vista esterni selezionati. È stata quindi definita una regione poligonale corrispondente alla porzione riconoscibile dell'area insediamento in regime notturno (*regione riconoscibile*) ai fini di ottenere informazioni quantitative.

Della regione definita sono stati estrapolati i valori di area (in pixel), di estensione percentuale rispetto alla regione insediamento, di luminanza (minima, media e massima) e di dispersione.

Inoltre, è stata valutata la distribuzione in frequenza dei valori di luminanza della regione riconoscibile, sulla base di predefiniti intervalli.

Identificazione delle aree corrispondenti ai tetti e alle facciate (TE | FA)

All'interno della regione riconoscibile, sono state definite 2 classi di luminanza per mezzo di un valore soglia (*threshold value*) definito sulla base delle singole immagini (e pertanto variabile). Le due classi identificano un'area con valori di luminanza inferiori al valore soglia, corrispondente alle aree più buie (superfici dei tetti e/o zone non illuminate) della regione riconoscibile, e un'area con valori di luminanza superiori al valore soglia, corrispondente alle superfici illuminate (facciate degli edifici). L'identificazione di queste 2 classi di luminanza è finalizzata a distinguere sull'immagine e poter quindi analizzare separatamente i dati quantitativi relativi alle superfici verticali illuminate, che costituiscono un elemento caratterizzante l'immagine percepita dai punti di osservazione esterni, e la zona occupata prevalentemente dai tetti, superfici tipicamente non illuminate. Sia per l'area dei tetti che per quella delle facciate sono stati estratti i rispettivi valori di estensione dell'area, di luminanza (minima, media e massima) e di dispersione.

Definizione di regioni corrispondenti alle stratificazioni storiche (ST)

Sulla base delle informazioni emerse dalla prima fase di analisi territoriale multidisciplinare, sono state definite sull'area dell'insediamento regioni poligonali che identificano le aree corrispondenti alle successive fasi di espansione dell'agglomerato urbano. L'identificazione delle diverse fasi storiche e la lettura dei relativi dati quantitativi risulta fondamentale nell'ottica di valutare se sono presenti gerarchie o variazioni nel sistema di illuminazione, ad esempio tra le aree più antiche dell'insediamento e le espansioni di recente realizzazione.

Le regioni sono state denominate con numerazione crescente partendo dall'area più antica (R1, R2, ..., Rn). Per ciascuna regione sono stati calcolati i rispettivi valori di estensione dell'area (percentuale), di luminanza (minima, media e massima) e di dispersione.

Definizione di regioni corrispondenti agli edifici significativi (ED)

Sulla base delle informazioni acquisite in fase di analisi territoriale sono state identificate sull'immagine regioni corrispondenti ai singoli edifici indicati come particolarmente rilevati e significativi nell'insediamento. Gli elementi puntuali caratteristici dal punto di vista storico-architettonico spesso infatti si connotano come landmark distintivi della scena urbana e sono fondamentali nella definizione dell'immagine notturna (a tal proposito si vedano le indicazioni previste nell'ambito del Report CIE 234:2019 (Commission Internationale de l'Éclairage, 2019)).

Per ciascuna regione corrispondente ad un edificio sono stati calcolati i valori di estensione dell'area, di luminanza (minima, media e massima) e di dispersione.

Elaborazione dei dati

Per ciascuna regione o area individuata sono stati calcolati dei parametri quantitativi rappresentativi. Tali parametri sono necessari ai fini della valutazione quantitativa della condizione di illuminazione della scena inquadrata dai punti di vista selezionati.

Secondo quanto previsto dalla metodologia proposta, mettendo in relazione i parametri oggettivi con i fattori risultanti dall'analisi soggettiva è possibile identificare indicatori per la progettazione del carattere visivo del paesaggio culturale.

L'elaborazione delle immagini rappresentative della distribuzione della luminanza utilizzando il software "LMK LabSoft" Technoteam consente l'estrapolazione per ciascuna regione o area identificata dei valori di: area (**A**), luminanza minima (**L_{min}**), luminanza media (**L_{med}**), luminanza massima (**L_{max}**) e dispersione dei valori di luminanza (**D**).

Gli identificativi relativi a ciascun parametro calcolato e le rispettive unità di misura sono riportate in Tabella IV.28.

CAPITOLO IV

Tabella IV.28 - Identificativi e unità di misura dei parametri estrapolati dalle mappature di luminanza.

Regione /area	Parametro	Unità di misura	Descrizione
INS	A_{INS}	[px]	Area
	$L_{min, INS} L_{med, INS} L_{max, INS}$	[cd/m ²]	Luminanza
	D_{INS}	[cd/m ²]	Dispersione valori luminanza
DA	A_{DA}	[px]	Area
	$L_{min, DA} L_{med, DA} L_{max, DA}$	[cd/m ²]	Luminanza
	D_{DA}	[cd/m ²]	Dispersione valori luminanza
INT	A_{INT}	[px]	Area
	$L_{min, INT} L_{med, INT} L_{max, INT}$	[cd/m ²]	Luminanza
	D_{INT}	[cd/m ²]	Dispersione valori luminanza
BR	A_{BR}	[px]	Area
	$L_{min, BR} L_{med, BR} L_{max, BR}$	[cd/m ²]	Luminanza
	D_{BR}	[cd/m ²]	Dispersione valori luminanza
RI	A_{RI}	[px]	Area
	$L_{min, RI} L_{med, RI} L_{max, RI}$	[cd/m ²]	Luminanza
	D_{RI}	[cd/m ²]	Dispersione valori luminanza
TE	A_{TE}	[px]	Area
	$L_{min, TE} L_{med, TE} L_{max, TE}$	[cd/m ²]	Luminanza
	D_{TE}	[cd/m ²]	Dispersione valori luminanza
FA	A_{FA}	[px]	Area
	$L_{min, FA} L_{med, FA} L_{max, FA}$	[cd/m ²]	Luminanza
	D_{FA}	[cd/m ²]	Dispersione valori luminanza
ST	A_{ST}	[px]	Area
	$L_{min, ST} L_{med, ST} L_{max, ST}$	[cd/m ²]	Luminanza
	D_{ST}	[cd/m ²]	Dispersione valori luminanza
ED	A_{ED}	[px]	Area
	$L_{min, ED} L_{med, ED} L_{max, ED}$	[cd/m ²]	Luminanza
	D_{ED}	[cd/m ²]	Dispersione valori luminanza

Sulla base dei parametri estrapolati dalle immagini, sono stati calcolati rapporti percentuali tra le estensioni delle regioni e delle aree, come riportato in Tabella IV.29.

Tabella IV.29 - Rapporti percentuali calcolati tra le estensioni delle regioni / aree.

Regione/area	Parametro	Unità di misura	Formula
DA	$A_{DA/INS}$	[%]	$\frac{A_{DA}}{A_{INS}}$
INT	$A_{INT/INS}$	[%]	$\frac{A_{INT}}{A_{INS}}$
BR	$A_{BR/INS}$	[%]	$\frac{A_{BR}}{A_{INS}}$
RI	$A_{RI/INS}$	[%]	$\frac{A_{RI}}{A_{INS}}$
TE	$A_{TE/RI}$	[%]	$\frac{A_{TE}}{A_{RI}}$
FA	$A_{FA/RI}$	[%]	$\frac{A_{FA}}{A_{RI}}$
ST	$A_{Rn/INS}$	[%]	$\frac{A_{Rn}}{A_{RI}}$

Infine, sono stati calcolati contrasti di luminanza all'interno della scena. I contrasti sono stati calcolati utilizzando la seguente formula (Boyce, 2014):

$$C = \frac{L_t - L_b}{L_b}$$

Dove:

C: contrasto di luminanza

L_b : luminanza dello sfondo (*background*) [cd/m^2]

L_t : luminanza dell'oggetto (*target*) [cd/m^2]

In particolare, sono stati calcolati (Tabella IV.30):

- contrasti di luminanza (media) (C_{ST}) tra le regioni storiche (identificate nella fase di analisi territoriale), ai fini di valutare eventuali variazioni nel sistema di illuminazione tra parti storiche dell'insediamento ed espansioni recenti. A tal fine nel presente contesto di ricerca il contrasto è stato calcolato tra la luminanza media della regione corrispondente al nucleo più antico dell'insediamento (*target*), e la luminanza media corrispondente alle successive fasi storiche (*background*).
- contrasti di luminanza (media) (C_{ED}) tra gli edifici più significativi dal punto di vista culturale e storico-architettonico (identificati nella fase di analisi territoriale) (*target*) e la luminanza (media) della restante parte della porzione riconoscibile dell'insediamento (*background*).

Tabella IV.30 - Contrasti di luminanza calcolati.

Regione /area	Parametro	Unità di misura	Formula
ST	C _{ST}	[-]	$\frac{L_{med,R1} - L_{med,R2-Rn}}{L_{med,R2-Rn}}$
<p>Dove: L_{med,R1} = luminanza media della regione storica R1 (nucleo più antico) [cd/m²] L_{med,R2-Rn} = luminanza media delle regioni storiche R2 -...- Rn (espansioni successive) [cd/m²]</p>			
INS ED	C _{ED}	[-]	$\frac{L_{med,ED} - L_{med,RI}}{L_{med,RI}}$
<p>Dove: L_{med,ED} = luminanza media edificio significativo. [cd/m²] L_{med,RI} = luminanza media regione riconoscibile (RI) esclusa la superficie dell'edificio. [cd/m²]</p>			

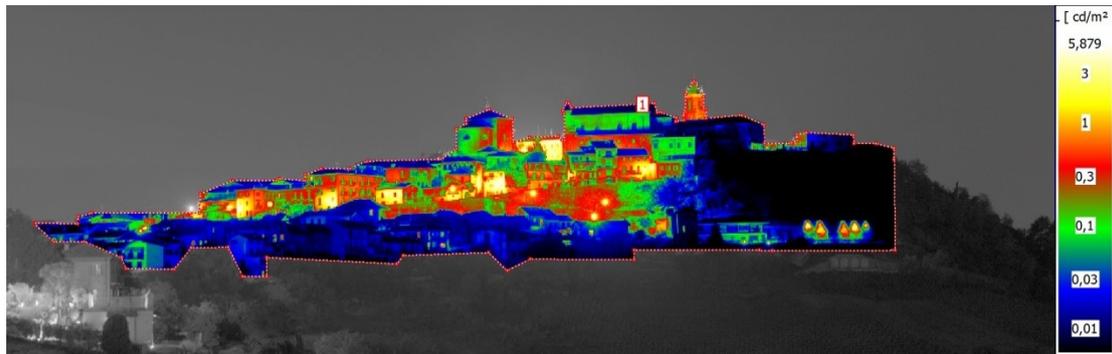
IV.3.2 Risultati delle elaborazioni per punti di vista

Le elaborazioni appena descritte sono state applicate ai dati oggettivi relativi ai 9 punti di osservazione (F1-F9), le cui corrispondenti fotografie sono state già oggetto di valutazione soggettiva.

Di seguito si riportano le elaborazioni svolte.

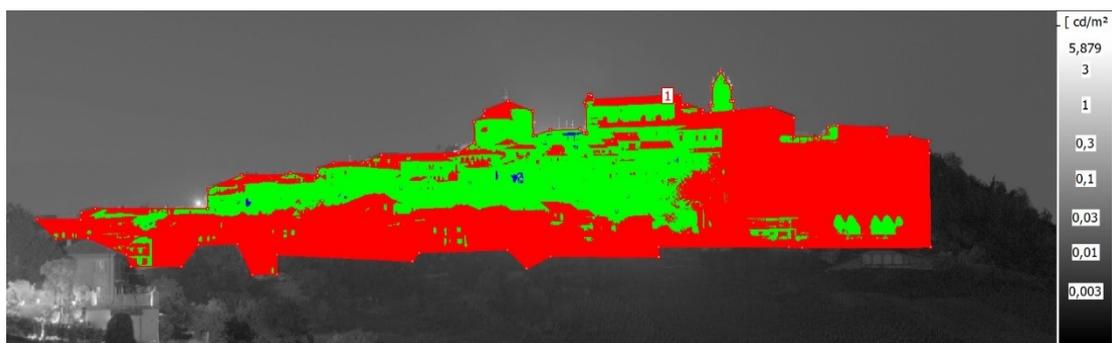
ID: F1 (Comune di La Morra)

Regione insediamento



A _{INS}	L _{min, INS}	L _{max, INS}	L _{med, INS}	D _{INS}
538400	0,000	5,49	0,178	0,519

CLASSI LUMINANZA (valori soglia: 0,05 – 5 cd/m²)

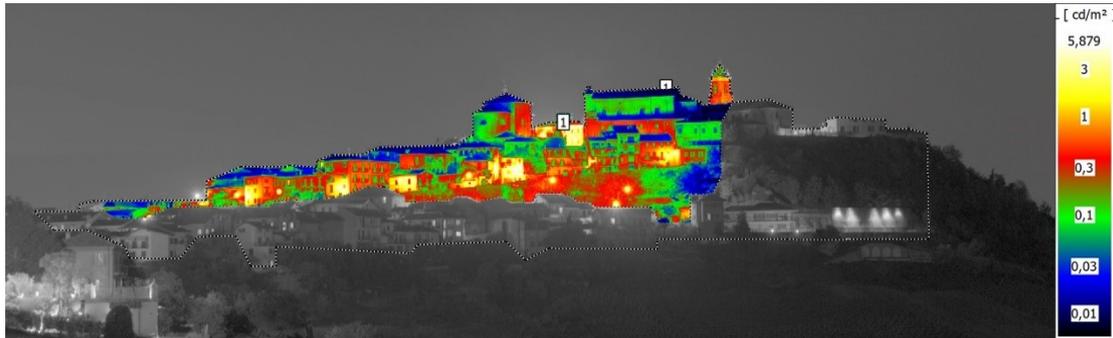


classe	A _{classe/INS}	A	L _{min}	L _{max}	L _{med}	D
BR	0%	1360	5,00	5,49	5,17	0,093
INT	35%	190200	0,050	5,00	0,441	0,681
DA	64%	346800	0,000	0,050	0,014	0,011

In **grassetto**: valori soglia (*threshold values*).

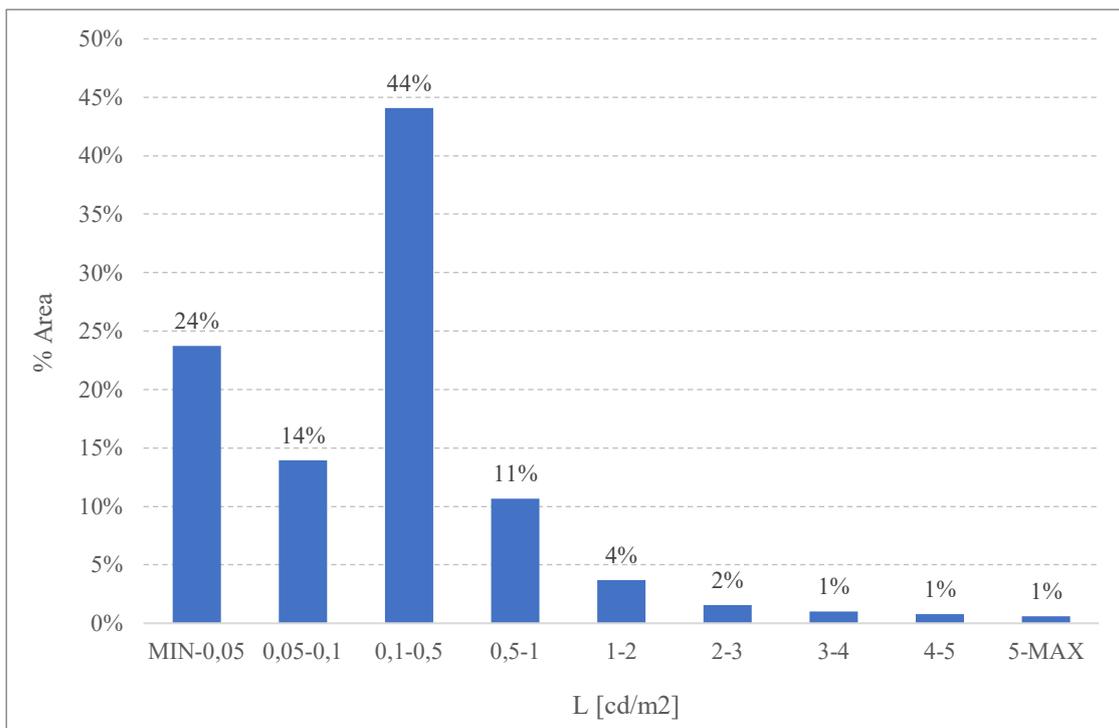
ID: F1 (Comune di La Morra)

Regione riconoscibile



ARI	L _{min, RI}	L _{max, RI}	L _{med, RI}	D _{RI}
222500	0,005	5,45	0,390	0,741
ARI/INS = 41%				

DISTRIBUZIONE DI FREQUENZE DELLA LUMINANZA DELLA REGIONE RICONOSCIBILE (RI)



ID: F1 (Comune di La Morra)

Regione riconoscibile
classi di luminanza

AREA TETTI



A_{TE}	$L_{min, TE}$	$L_{max, TE}$	$L_{med, TE}$	D_{TE}
52790	0,005	0,050	0,024	0,012

 $A_{TE/RI} = 24\%$

AREA FACCIATE

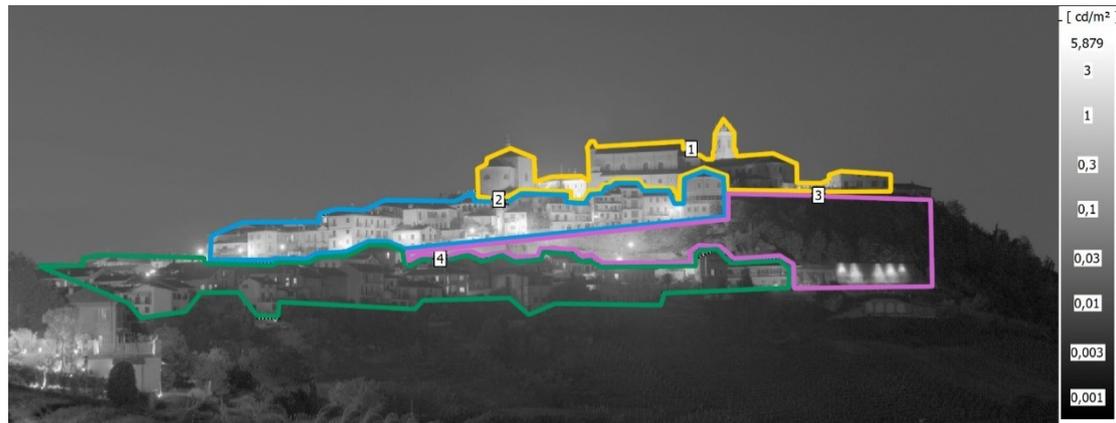


A_{FA}	$L_{min, FA}$	$L_{max, FA}$	$L_{med, FA}$	D_{FA}
169700	0,050	5,45	0,504	0,815

 $A_{FA/RI} = 76\%$ R riconoscibile

ID: F1 (Comune di La Morra) -

Stratificazioni storiche



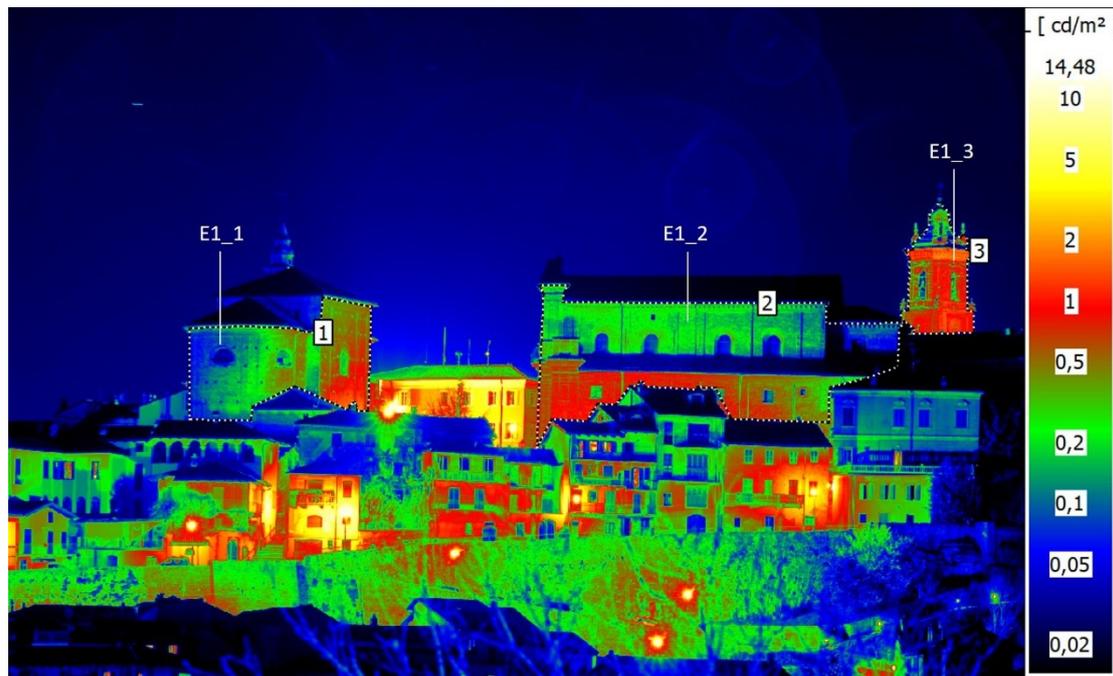
		$A_{Rn/INS}$	A_{ST}	$L_{min, ST}$	$L_{max, ST}$	$L_{med, ST}$	D_{ST}
	R1	14%	71370	0,002	5,29	0,271	0,695
	R2	23%	115300	0,006	5,45	0,463	0,822
	R3	27%	136100	0,000	5,26	0,101	0,284
	R4	36%	179300	0,002	5,50	0,035	0,152

Calcolo dei contrasti:

$$C_{ST} = 0,36$$

ID: F1 (Comune di La Morra)

Edifici significativi



	Edificio	A _{ED}	L _{min, ED}	L _{max, ED}	L _{med, ED}	D _{ED}
E1_1	S. Rocco	12280	0,011	0,984	0,185	0,179
E1_2	S. Martino	19160	0,008	0,982	0,174	0,173
E1_3	Torre	3121	0,028	1,48	0,574	0,259

Calcolo dei contrasti:

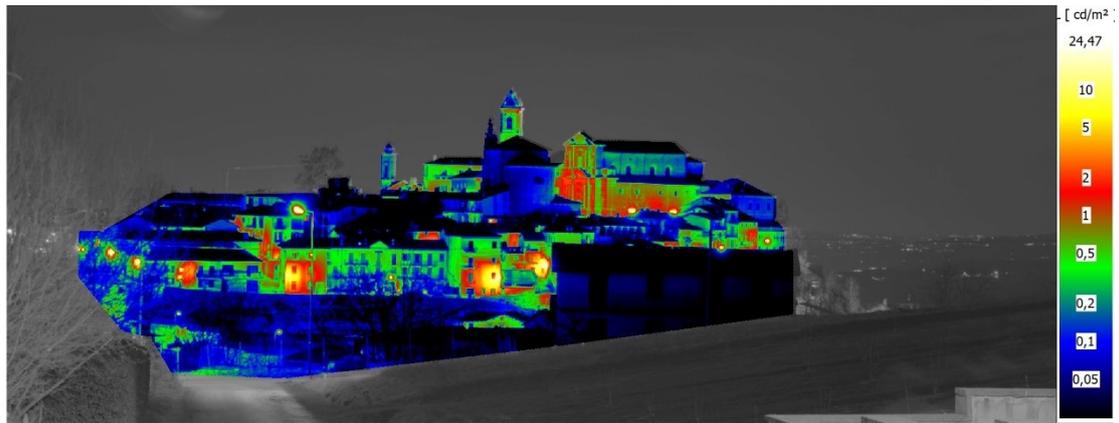
$$C_{ED,1_1} = -0,54$$

$$C_{ED,1_2} = -0,59$$

$$C_{ED,1_3} = 0,48$$

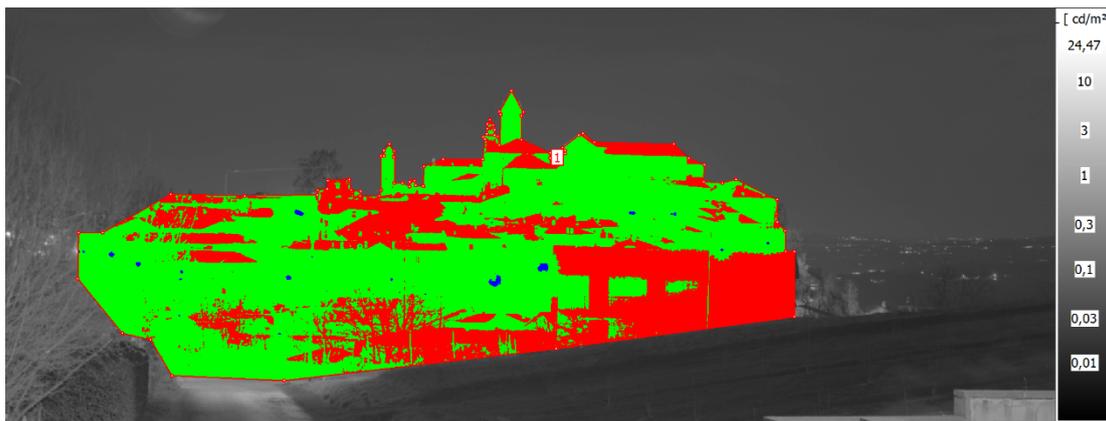
ID: F2 (Comune di La Morra)

Regione insediamento



A_{INS}	$L_{min, INS}$	$L_{max, INS}$	$L_{med, INS}$	D_{INS}
797500	0,012	23,74	0,293	1,08

CLASSI LUMINANZA (valori soglia: 0,035 – 10 cd/m²)

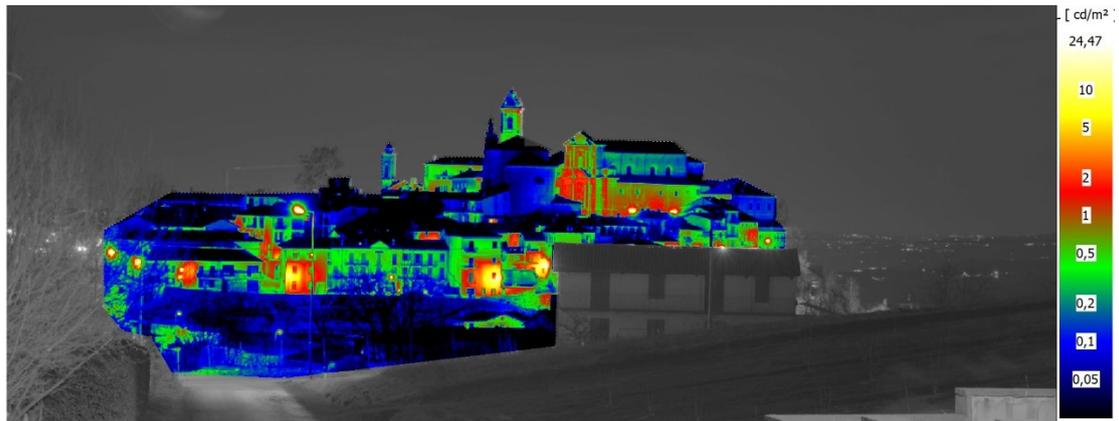


classe	$A_{classe/INS}$	A	L_{min}	L_{max}	L_{med}	D
BR	0%	2079	10,00	23,74	16,52	4,36
INT	64%	513000	0,035	10,00	0,376	0,780
DA	35%	282300	0,012	0,035	0,023	0,006

In grassetto: valori soglia (*threshold values*).

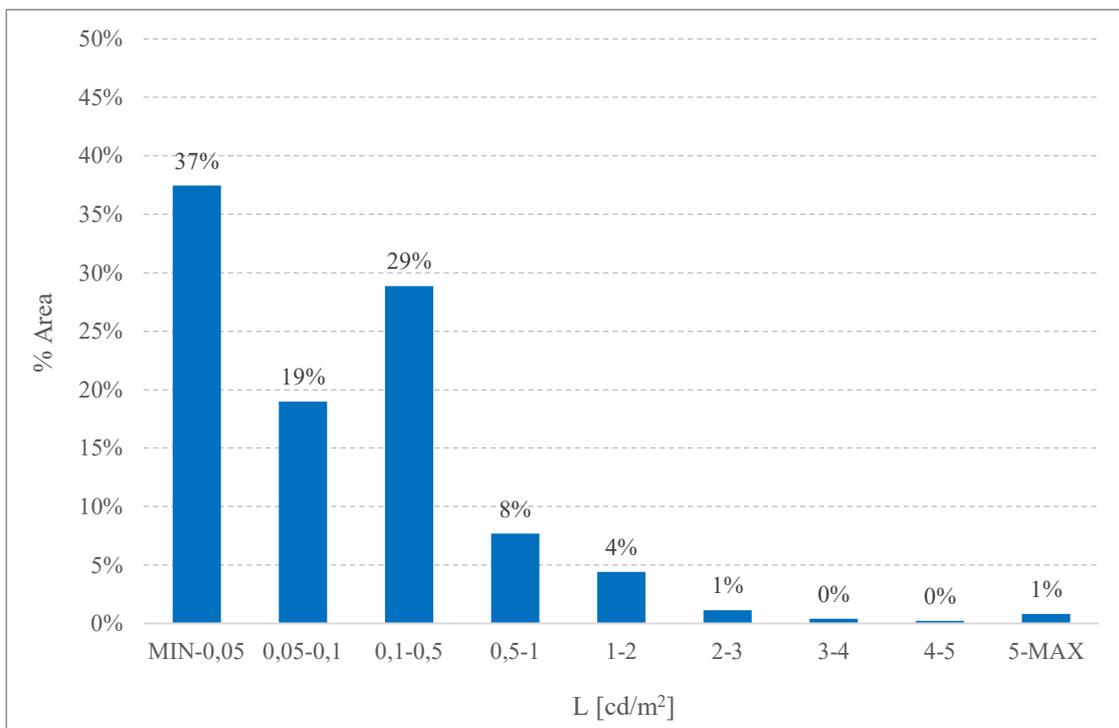
ID: F2 (Comune di La Morra)

Regione riconoscibile



ARI	L _{min} , RI	L _{max} , RI	L _{med} , RI	D _{RI}
660100	0,012	23,53	0,343	1,15
ARI/INS = 83%				

DISTRIBUZIONE DI FREQUENZE DELLA LUMINANZA DELLA REGIONE RICONOSCIBILE (RI)



ID: F2 (Comune di La Morra)

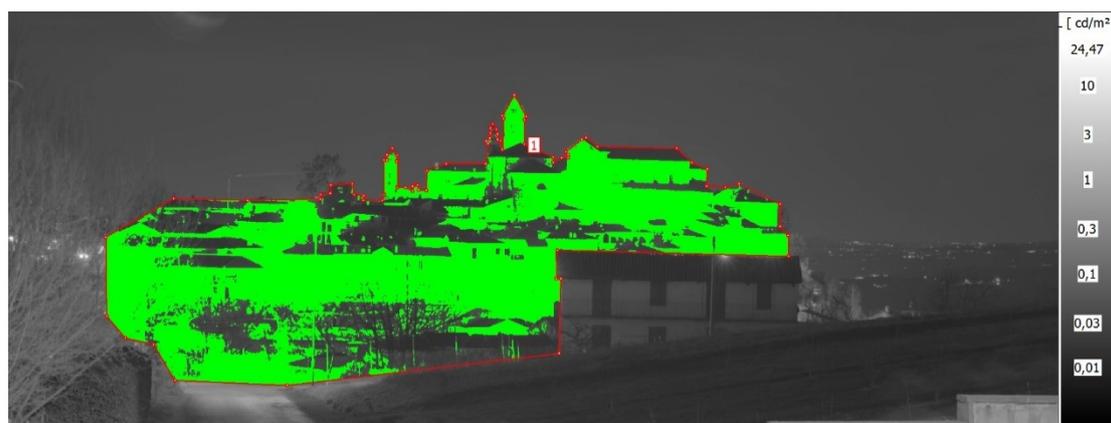
Regione riconoscibile
classi di luminanza

AREA TETTI



A_{TE}	$L_{min, TE}$	$L_{max, TE}$	$L_{med, TE}$	D_{TE}
247300	0,012	0,050	0,029	0,010
$A_{TE/RI} = 37\%$				

AREA FACCIATE



A_{FA}	$L_{min, FA}$	$L_{max, FA}$	$L_{med, FA}$	D_{FA}
412700	0,050	23,53	0,531	1,42
$A_{FA/RI} = 63\%$ R riconoscibile				

ID: F2 (Comune di La Morra) -

Stratificazioni storiche



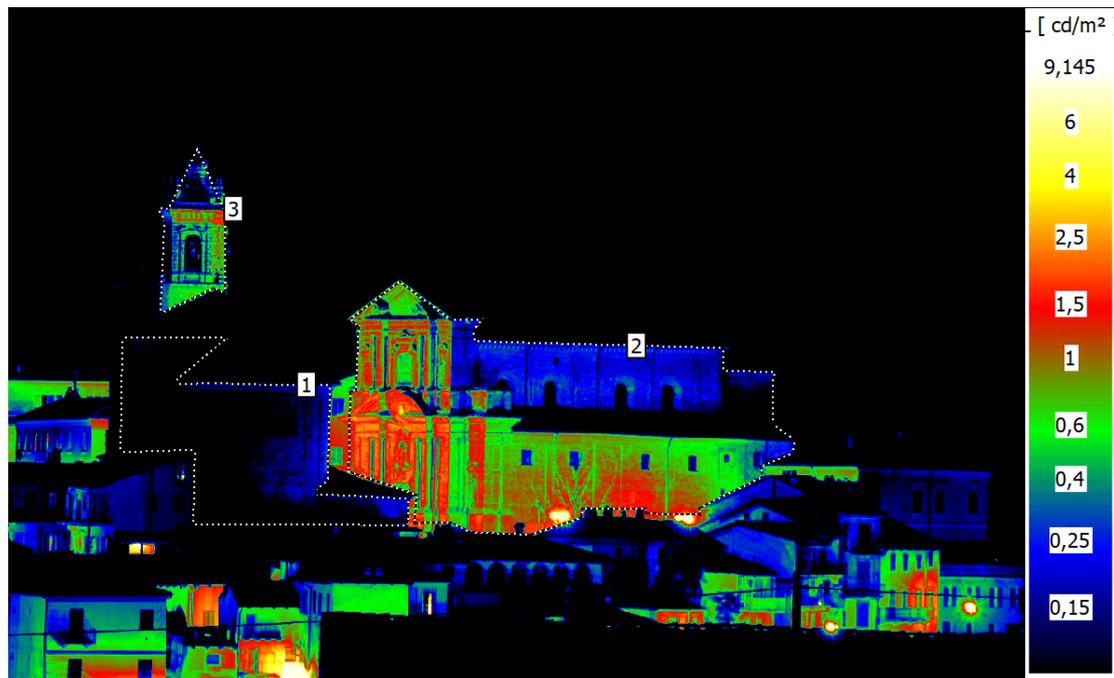
		$A_{Rn/INS}$	A_{ST}	$L_{min, ST}$	$L_{max, ST}$	$L_{med, ST}$	D_{ST}
	R1	49%	182300	0,014	22,26	0,347	0,948
	R2	51%	192000	0,016	22,72	0,624	1,64

Calcolo dei contrasti:

$$C_{ST} = -0,44$$

ID: F2 (Comune di La Morra)

Edifici significativi



	Edificio	A _{ED}	L _{min, ED}	L _{max, ED}	L _{med, ED}	D _{ED}
E2_1	S. Rocco	27070	0,015	1,16	0,066	0,045
E2_2	S. Martino	51550	0,021	22,22	0,677	1,00
E2_3	Torre	4080	0,042	1,67	0,430	0,304

Calcolo dei contrasti:

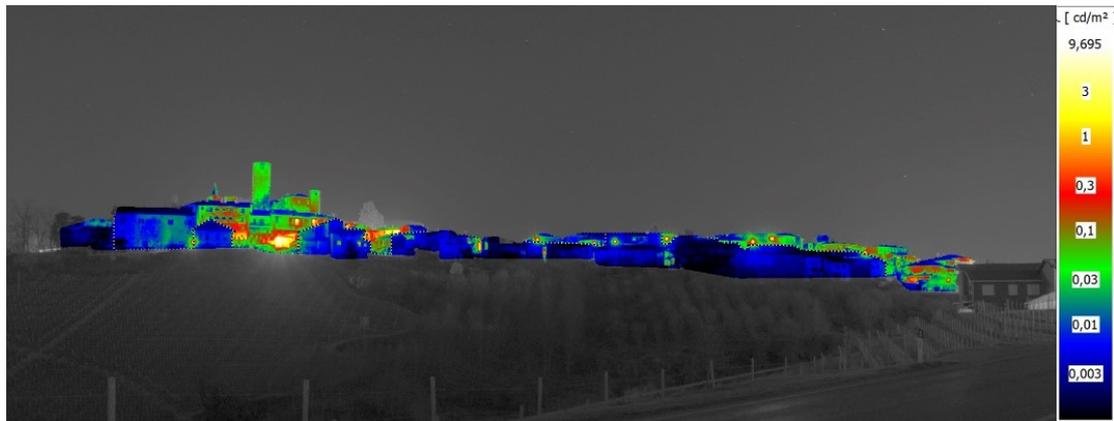
$$C_{ED,2_1} = -0,81$$

$$C_{ED,2_2} = 1,13$$

$$C_{ED,2_3} = 0,25$$

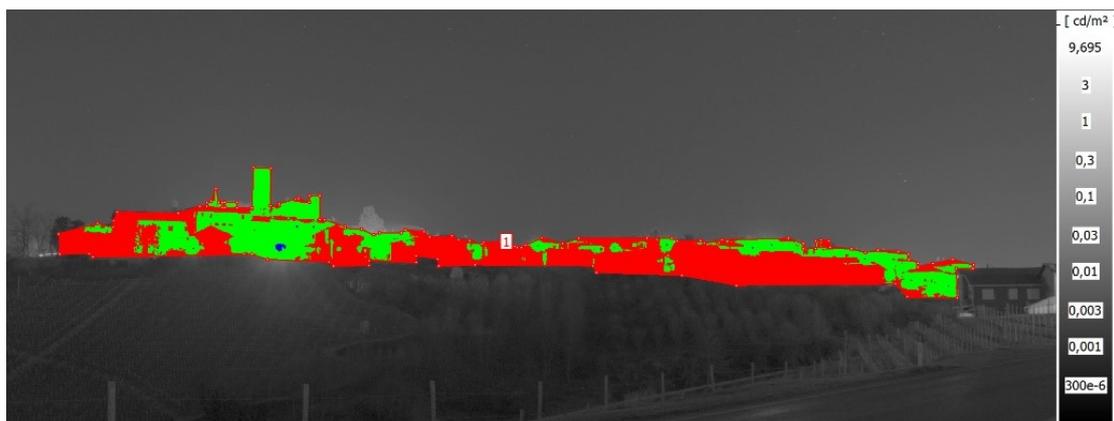
ID: F3 (Comune di Castiglione Falletto)

Regione insediamento



A_{INS}	$L_{min, INS}$	$L_{max, INS}$	$L_{med, INS}$	D_{INS}
267600	0,001	9,70	0,071	0,451

CLASSI LUMINANZA (valori soglia: 0,01 – 5 cd/m²)



classe	$A_{classe/INS}$	A	L_{min}	L_{max}	L_{med}	D
BR	0%	638	5,00	9,70	7,91	1,39
INT	38%	101500	0,010	5,00	0,131	0,356
DA	62%	165300	0,001	0,010	0,004	0,002

In grassetto: valori soglia (*threshold values*).

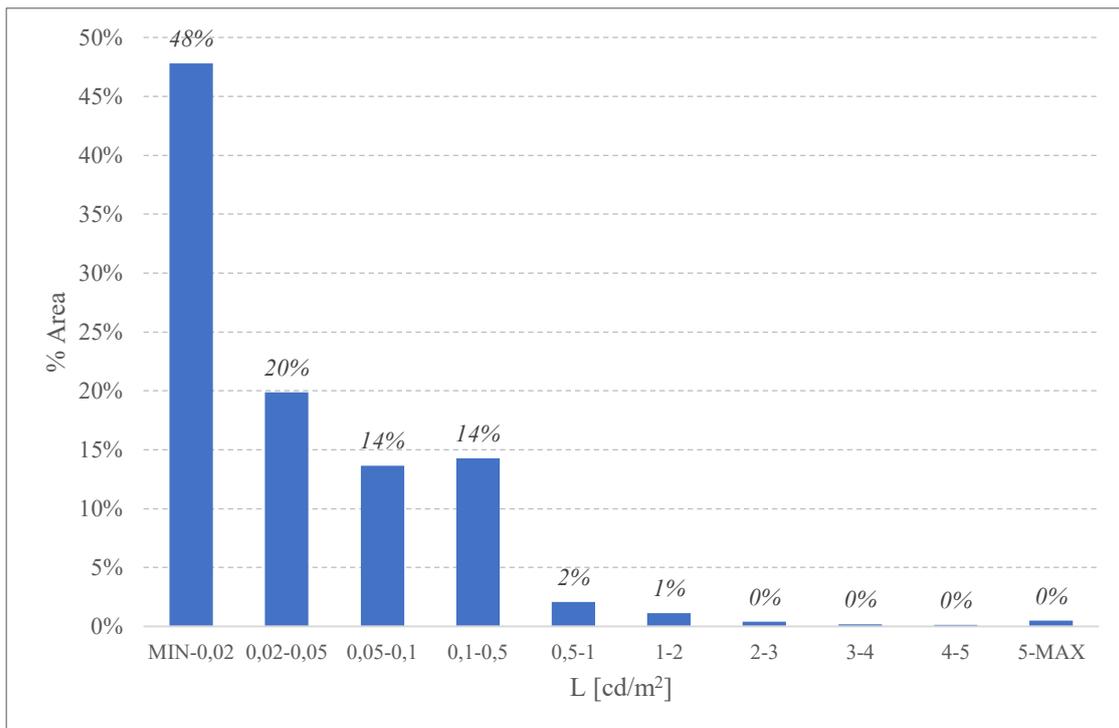
ID: F3 (Comune di Castiglione Falletto)

Regione riconoscibile



ARI	L _{min} , RI	L _{max} , RI	L _{med} , RI	D _{RI}
126900	0,001	9,70	0,139	0,640
ARI/INS = 47%				

DISTRIBUZIONE DI FREQUENZE DELLA LUMINANZA DELLA REGIONE RICONOSCIBILE (RI)



ID: F3 (Comune di Castiglione Falletto)

Regione riconoscibile
classi di luminanza

AREA TETTI



A_{TE}	$L_{min, TE}$	$L_{max, TE}$	$L_{med, TE}$	D_{TE}
59730	0,001	0,020	0,009	0,005
$A_{TE/RI} = 47\%$				

AREA FACCIATE



A_{FA}	$L_{min, FA}$	$L_{max, FA}$	$L_{med, FA}$	D_{FA}
66290	0,020	9,70	0,259	0,868
$A_{FA/RI} = 53\%$				



		$A_{Rn/INS}$	A_{ST}	$L_{min, ST}$	$L_{max, ST}$	$L_{med, ST}$	D_{ST}
	R1	5%	12940	0,004	0,183	0,051	0,033
	R2	38%	93230	0,001	9,49	0,148	0,696
	R3	56%	136600	0,001	9,70	0,031	0,247

Calcolo dei contrasti:

$C_{ST} = - 0,43$

ID: F3 (Comune di Castiglione Falletto) **Edifici significativi**



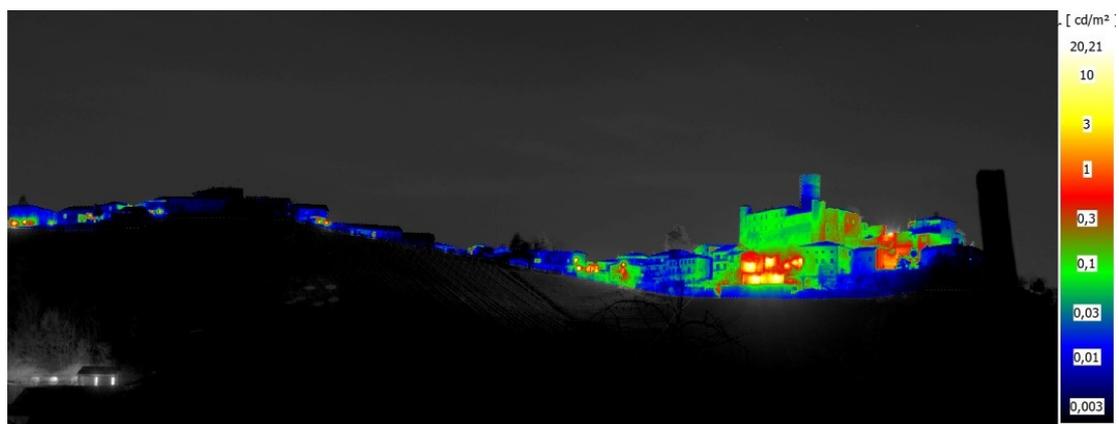
	Edificio	A_{ED}	$L_{min, ED}$	$L_{max, ED}$	$L_{med, ED}$	D_{ED}
E3_1	Castello	13850	0,004	0,183	0,052	0,033

Calcolo dei contrasti:

$$C_{ED,3_1} = -0,62$$

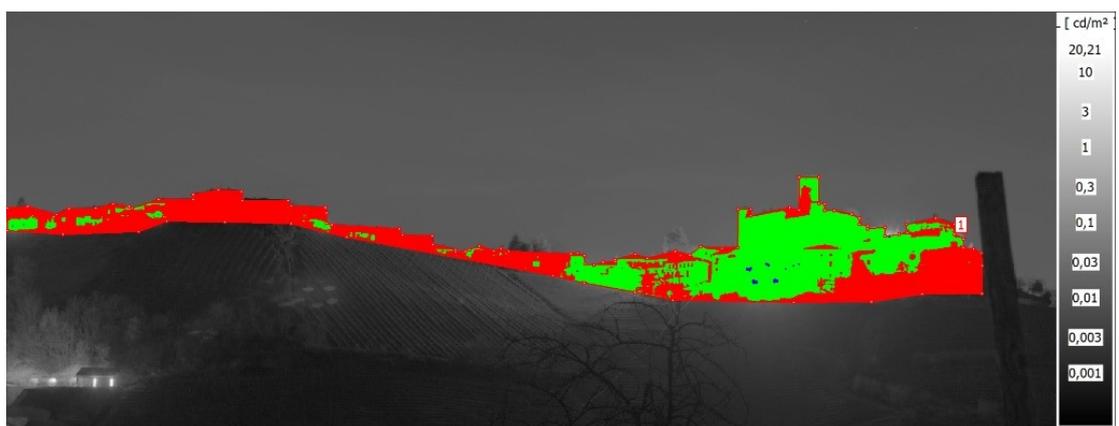
ID: F4 (Comune di Castiglione Falletto)

Regione insediamento



A_{INS}	$L_{min, INS}$	$L_{max, INS}$	$L_{med, INS}$	D_{INS}
297200	0,001	20,21	0,200	1,11

CLASSI LUMINANZA (valori soglia: 0,02 – 15 cd/m²)

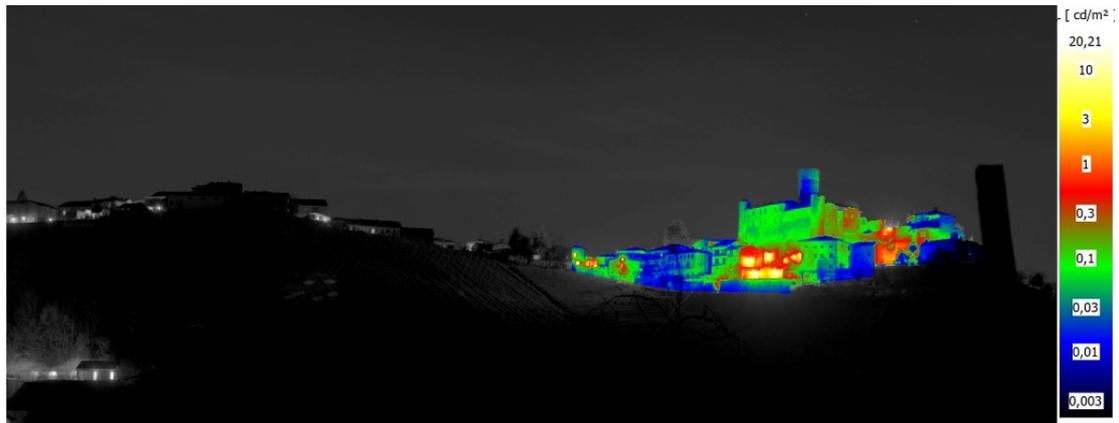


classe	$A_{classe/INS}$	A	L_{min}	L_{max}	L_{med}	D
BR	0%	759	15,00	20,21	17,19	0,879
INT	47%	140200	0,020	15,00	0,325	0,995
DA	53%	156200	0,001	0,020	0,006	0,005

In **grassetto**: valori soglia (*threshold values*).

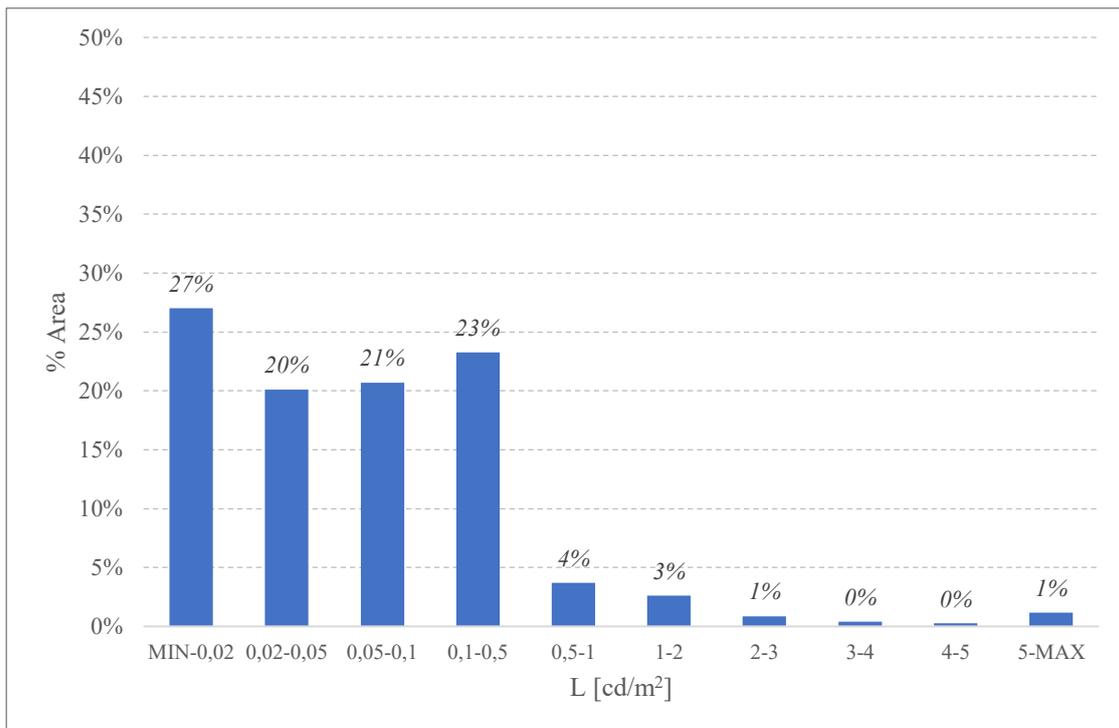
ID: F4 (Comune di Castiglione Falletto)

Regione riconoscibile

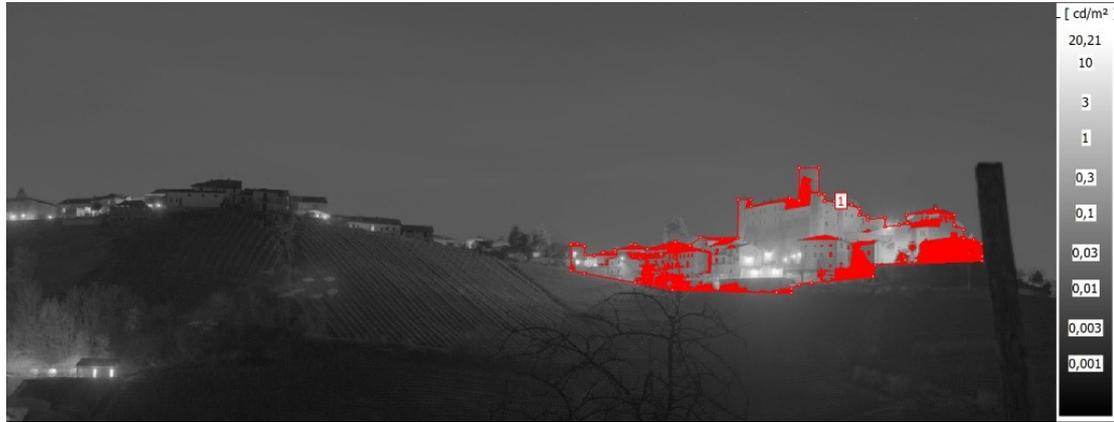


ARI	L _{min} , RI	L _{max} , RI	L _{med} , RI	D _{RI}
179900	0,001	19,06	0,311	1,37
ARI/INS = 61%				

DISTRIBUZIONE DI FREQUENZE DELLA LUMINANZA DELLA REGIONE RICONOSCIBILE (RI)

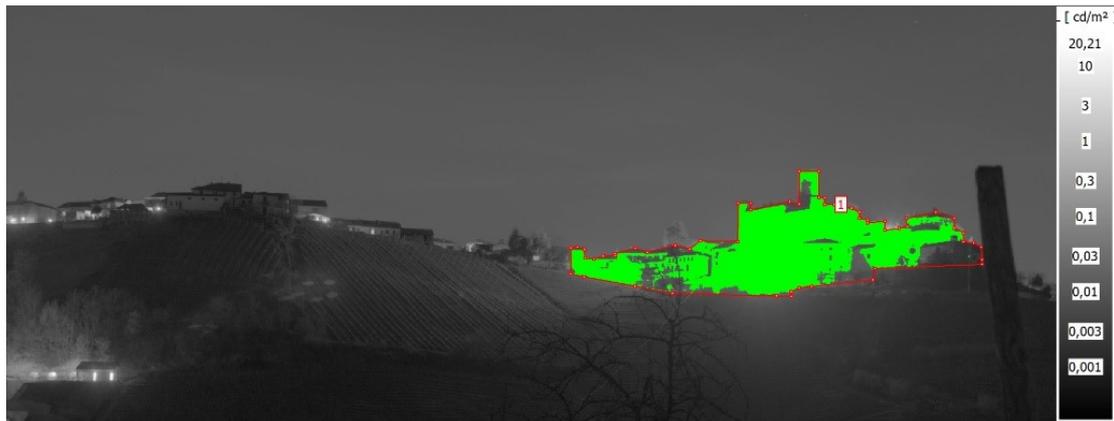


AREA TETTI



A_{TE}	$L_{min, TE}$	$L_{max, TE}$	$L_{med, TE}$	D_{TE}
48580	0,001	0,020	0,010	0,005
$A_{TE/RI} = 27\%$				

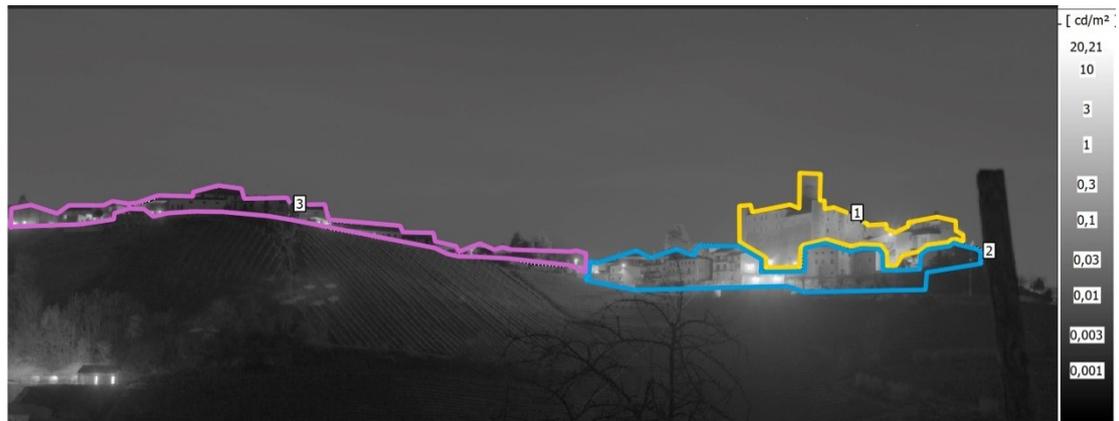
AREA FACCIATE



A_{FA}	$L_{min, FA}$	$L_{max, FA}$	$L_{med, FA}$	D_{FA}
131300	0,020	19,06	0,422	1,59
$A_{FA/RI} = 73\%$				

ID: F4 (Comune di Castiglione Falletto)

Stratificazioni storiche

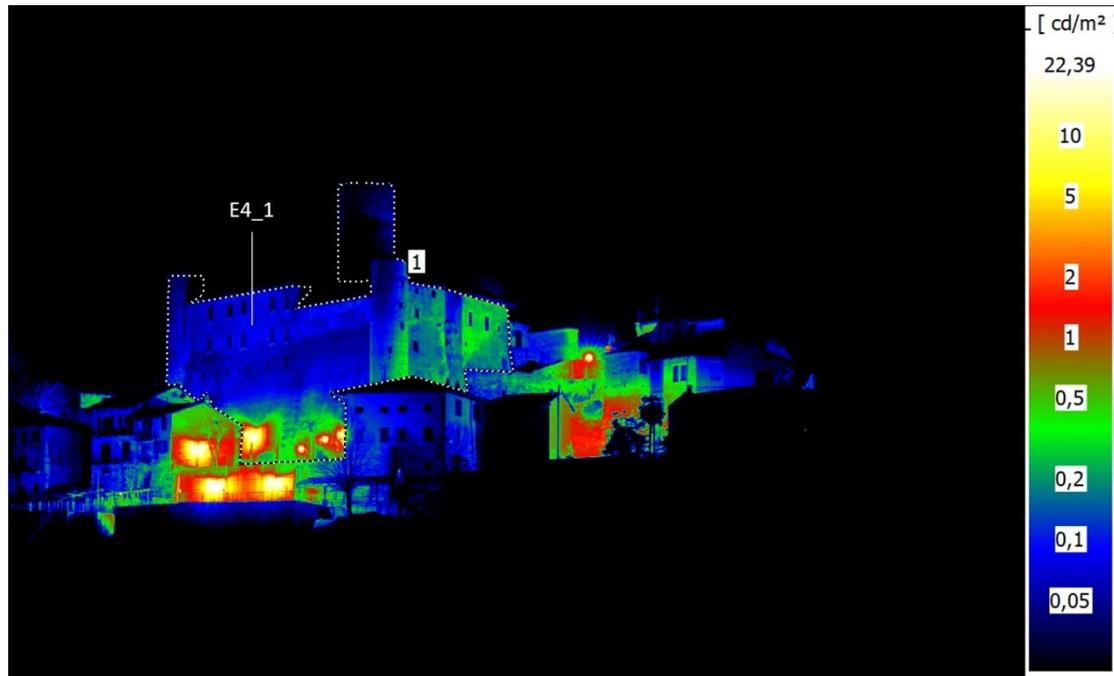


		$A_{Rn/INS}$	A_{ST}	$L_{min, ST}$	$L_{max, ST}$	$L_{med, ST}$	D_{ST}
	R1	30%	70170	0,003	19,06	0,292	1,13
	R2	41%	97010	0,001	18,16	0,336	1,56
	R3	29%	67790	0,001	20,21	0,068	0,710

Calcolo dei contrasti:

$$C_{ST} = 0,44$$

ID: F4 (Comune di Castiglione Falletto) **Edifici significativi**



	Edificio	A _{ED}	L _{min, ED}	L _{max, ED}	L _{med, ED}	D _{ED}
E4_1	Castello	48860	0,006	18,34	0,271	1,22

Calcolo dei contrasti:

$$C_{ED,4_1} = - 0,13$$

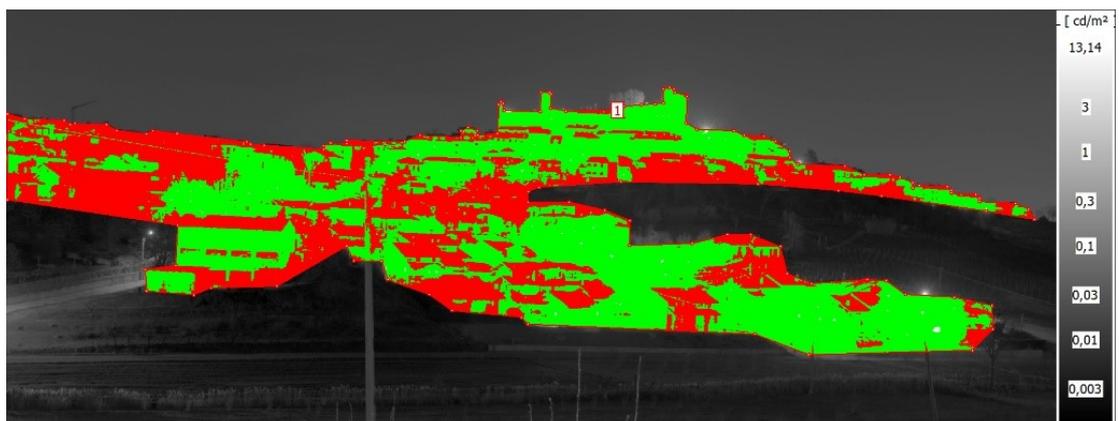
ID: F5 (Comune di Roddi)

Regione insediamento



A _{INS}	L _{min, INS}	L _{max, INS}	L _{med, INS}	D _{INS}
747900	0,001	12,97	0,089	0,521

CLASSI LUMINANZA (valori soglia: 0,05 – 5 cd/m²)

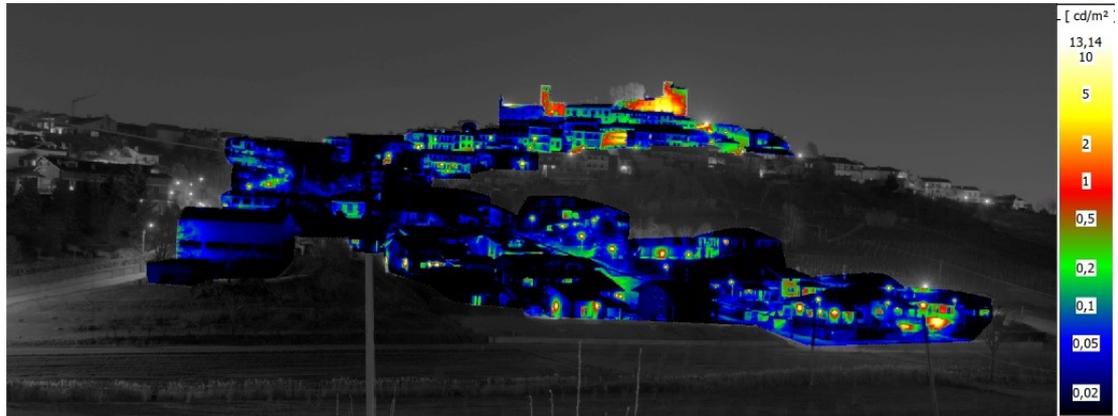


classe	A _{classe/INS}	A	L _{min}	L _{max}	L _{med}	D
BR	0%	1246	7,00	12,97	9,89	1,36
INT	58%	431100	0,010	7,00	0,121	0,427
DA	42%	315500	0,001	0,010	0,006	0,002

In **grassetto**: valori soglia (*threshold values*).

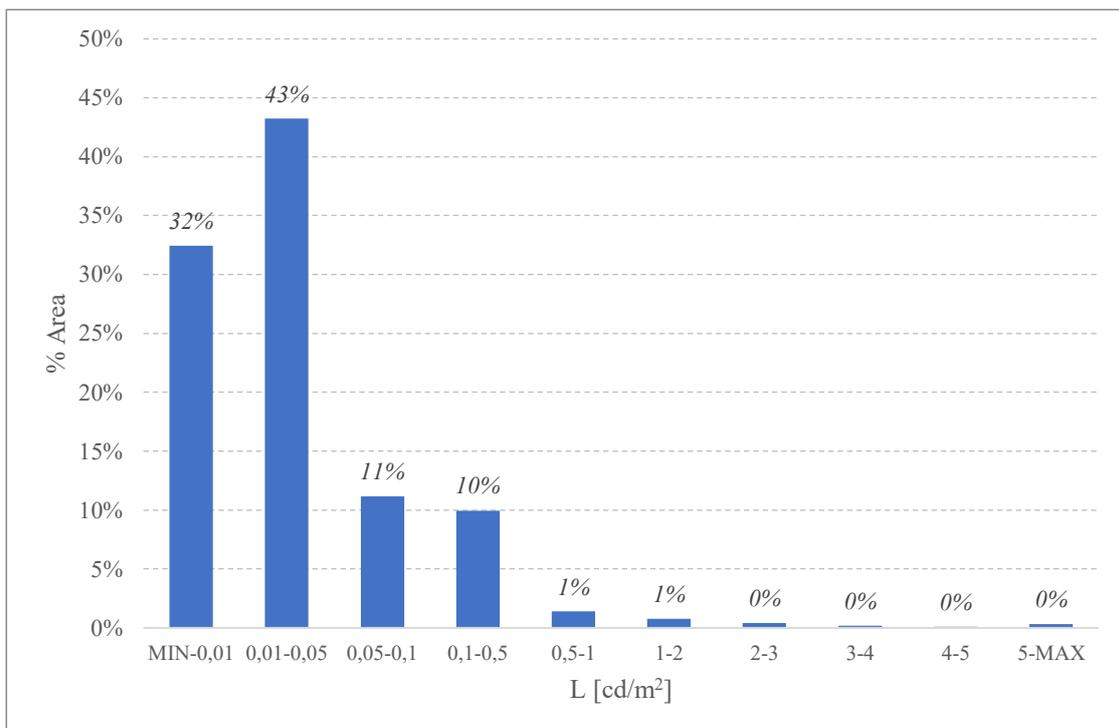
ID: F5 (Comune di Roddi)

Regione riconoscibile



ARI	L _{min, RI}	L _{max, RI}	L _{med, RI}	DRI
573600	0,001	12,03	0,109	0,576
ARI/INS = 77%				

DISTRIBUZIONE DI FREQUENZE DELLA LUMINANZA DELLA REGIONE RICONOSCIBILE (RI)



ID: F5 (Comune di Roddi)

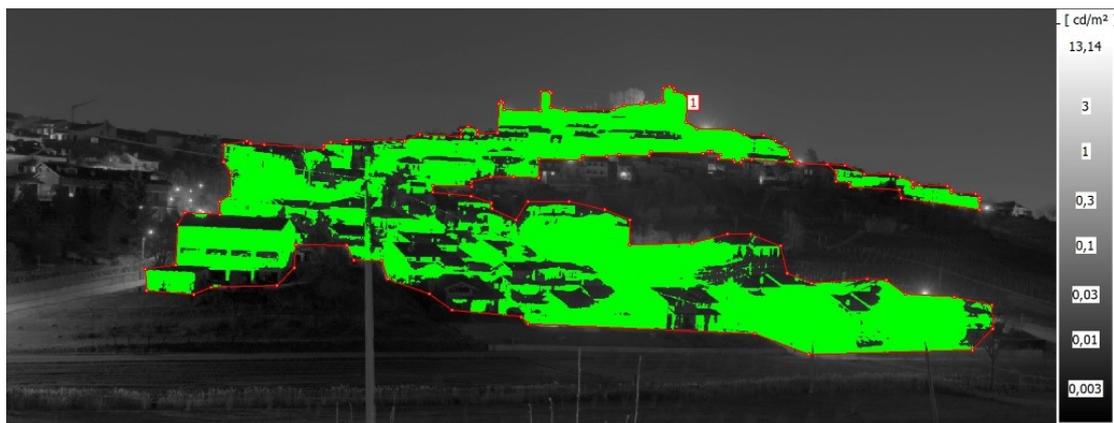
Regione riconoscibile
classi di luminanza

AREA TETTI



ATE	L _{min, TE}	L _{max, TE}	L _{med, TE}	D _{TE}
186000	0,001	0,010	0,006	0,002
A _{TE/RI} = 32% R riconoscibile				

AREA FACCIATE



A _{FA}	L _{min, FA}	L _{max, FA}	L _{med, FA}	D _{FA}
387600	0,010	12,03	0,159	0,696
A _{FA/RI} = 68%				



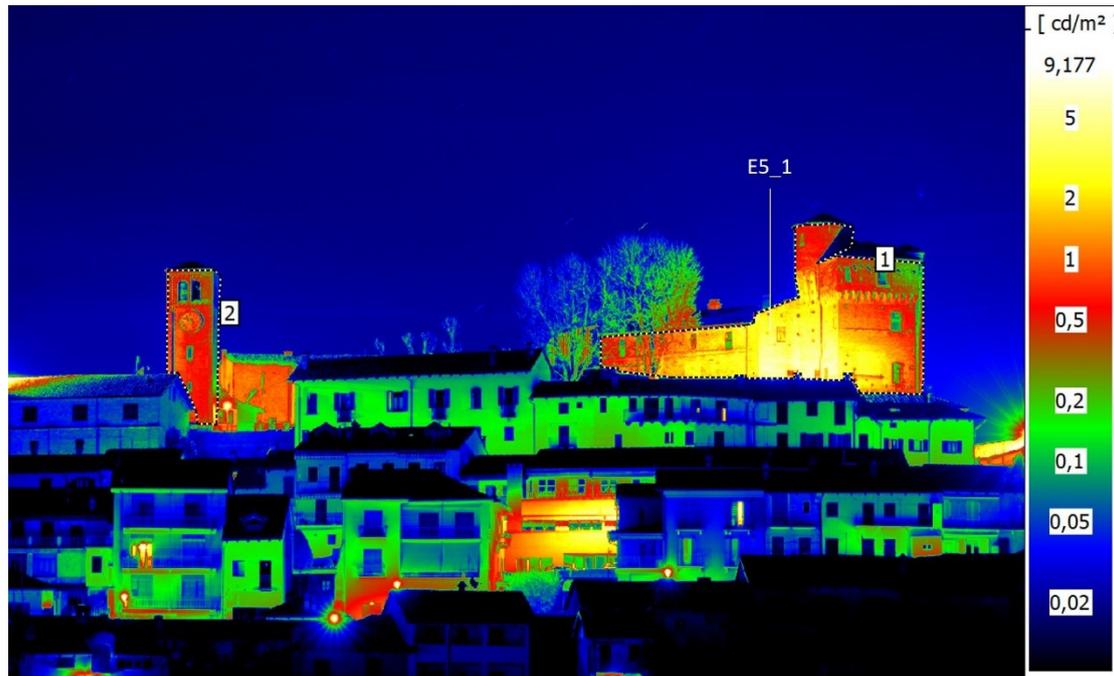
		$A_{Rn/INS}$	A_{ST}	$L_{min, ST}$	$L_{max, ST}$	$L_{med, ST}$	D_{ST}
	R1	5%	26820	0,007	11,58	0,642	1,30
	R2	9%	48620	0,004	11,75	0,165	0,597
	R3	17%	97160	0,002	11,65	0,034	0,294
	R4	69%	384300	0,002	12,03	0,082	0,527

Calcolo dei contrasti:

$$C_{ST} = 5,85$$

ID: F5 (Comune di Roddi)

Edifici significativi



Edificio	A _{ED}	L _{min, ED}	L _{max, ED}	L _{med, ED}	D _{ED}	
E5_1	Castello	6422	0,018	7,62	1,80	1,61

Calcolo dei contrasti:

$$C_{ED,5_1} = 18,97$$

ID: F6 (Comune di Guarene)

Regione insediamento



A_{INS}	$L_{min, INS}$	$L_{max, INS}$	$L_{med, INS}$	D_{INS}
375700	0,004	9,08	0,230	0,803

CLASSI LUMINANZA (valori soglia: 0,04 –9 cd/m²)



classe	$A_{classe/INS}$	A	L_{min}	L_{max}	L_{med}	D
BR	0%	1	9,08	9,08	9,08	0,000
INT	43%	162200	0,040	8,99	0,505	1,17
DA	57%	213400	0,004	0,040	0,020	0,008

In **grassetto**: valori soglia (*threshold values*).

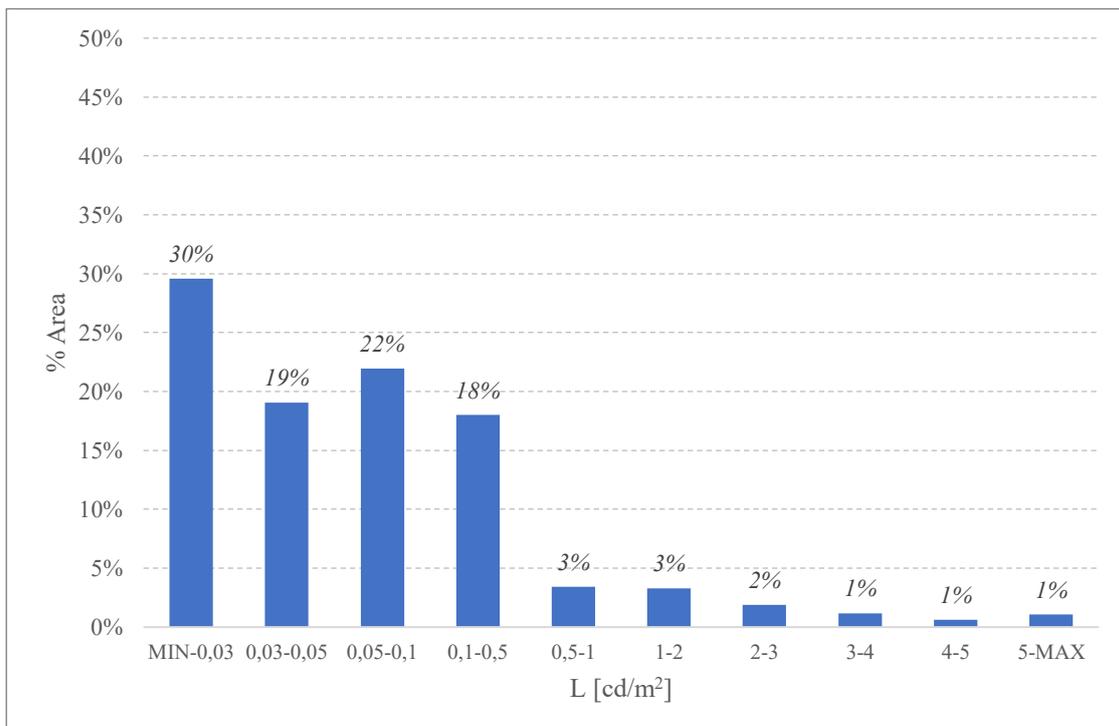
ID: F6 (Comune di Guarene)

Regione riconoscibile



ARI	L _{min} , RI	L _{max} , RI	L _{med} , RI	D _{RI}
257200	0,007	9,08	0,323	0,948
ARI/INS = 68%				

DISTRIBUZIONE DI FREQUENZE DELLA LUMINANZA DELLA REGIONE RICONOSCIBILE (RI)



ID: F6 (Comune di Guarene)

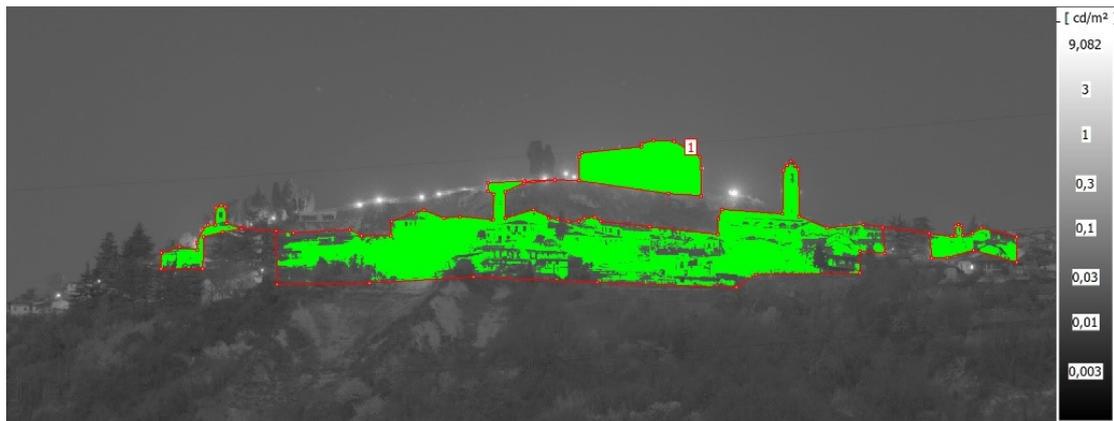
Regione riconoscibile
classi di luminanza

AREA TETTI



A_{TE}	$L_{min, TE}$	$L_{max, TE}$	$L_{med, TE}$	D_{TE}
76090	0,007	0,030	0,021	0,005
$A_{TE/RI} = 30\% R$ riconoscibile				

AREA FACCIATE



A_{FA}	$L_{min, FA}$	$L_{max, FA}$	$L_{med, FA}$	D_{FA}
181100	0,030	9,08	0,451	1,11
$A_{FA/RI} = 70\%$				

ID: F6 (Comune di Guarene)

Stratificazioni storiche



		$A_{Rn/INS}$	A_{ST}	$L_{min, ST}$	$L_{max, ST}$	$L_{med, ST}$	D_{ST}
	R1	8%	23260	0,055	9,08	2,21	1,88
	R2	92%	259000	0,006	8,99	0,107	0,421

Calcolo dei contrasti:

$$C_{ST} = 19,70$$

ID: F6 (Comune di Guarene)

Edifici significativi



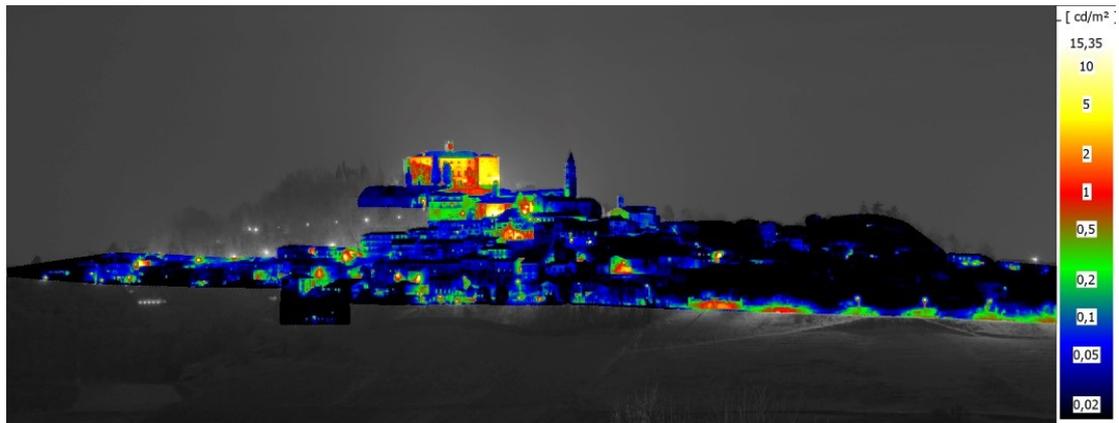
	Edificio	A _{ED}	L _{min, ED}	L _{max, ED}	L _{med, ED}	D _{ED}
E6_1	Castello	24040	0,042	9,08	2,16	1,88

Calcolo dei contrasti:

$$C_{ED,6_1} = 15,16$$

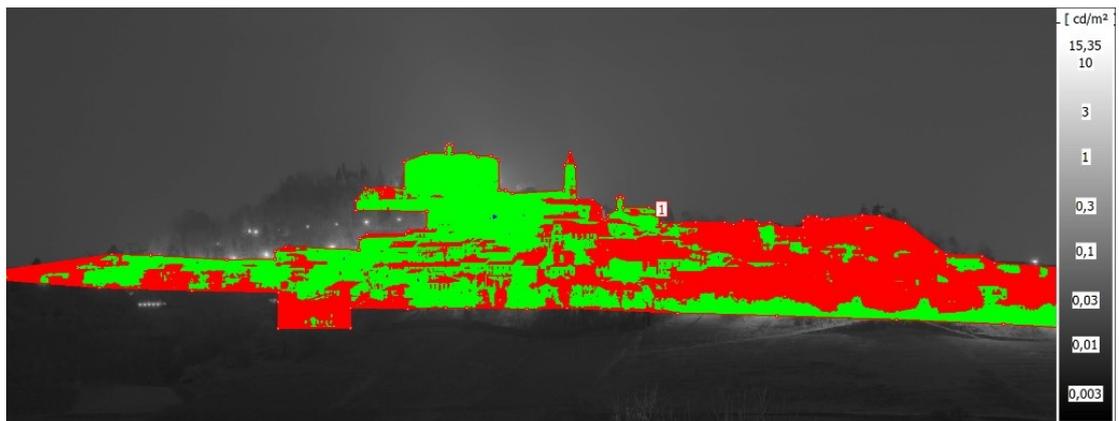
ID: F7 (Comune di Govone)

Regione insediamento



A_{INS}	$L_{min, INS}$	$L_{max, INS}$	$L_{med, INS}$	D_{INS}
493900	0,004	15,34	0,176	0,748

CLASSI LUMINANZA (valori soglia: 0,023 – 13 cd/m²)

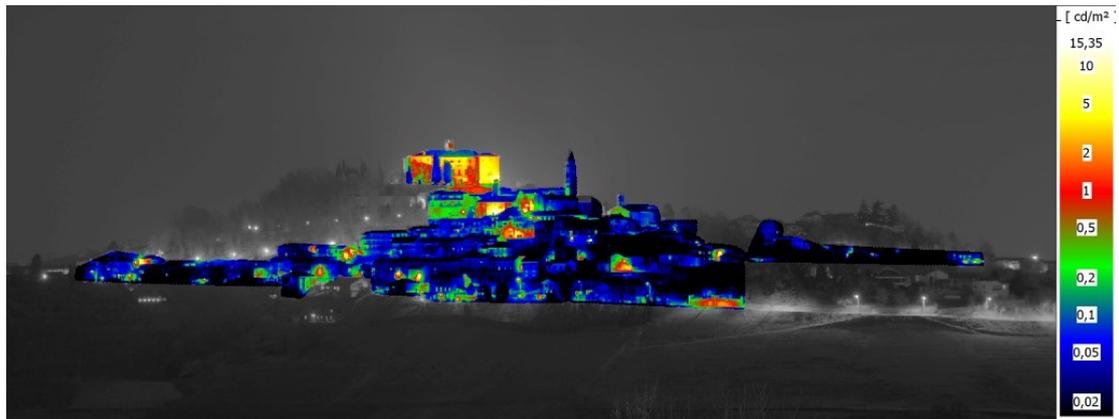


classe	$A_{classe/INS}$	A	L_{min}	L_{max}	L_{med}	D
BR	0%	251	13,01	15,34	13,65	0,389
INT	48%	238400	0,023	13,00	0,338	0,956
DA	52%	255200	0,004	0,023	0,012	0,005

In **grassetto**: valori soglia (*threshold values*).

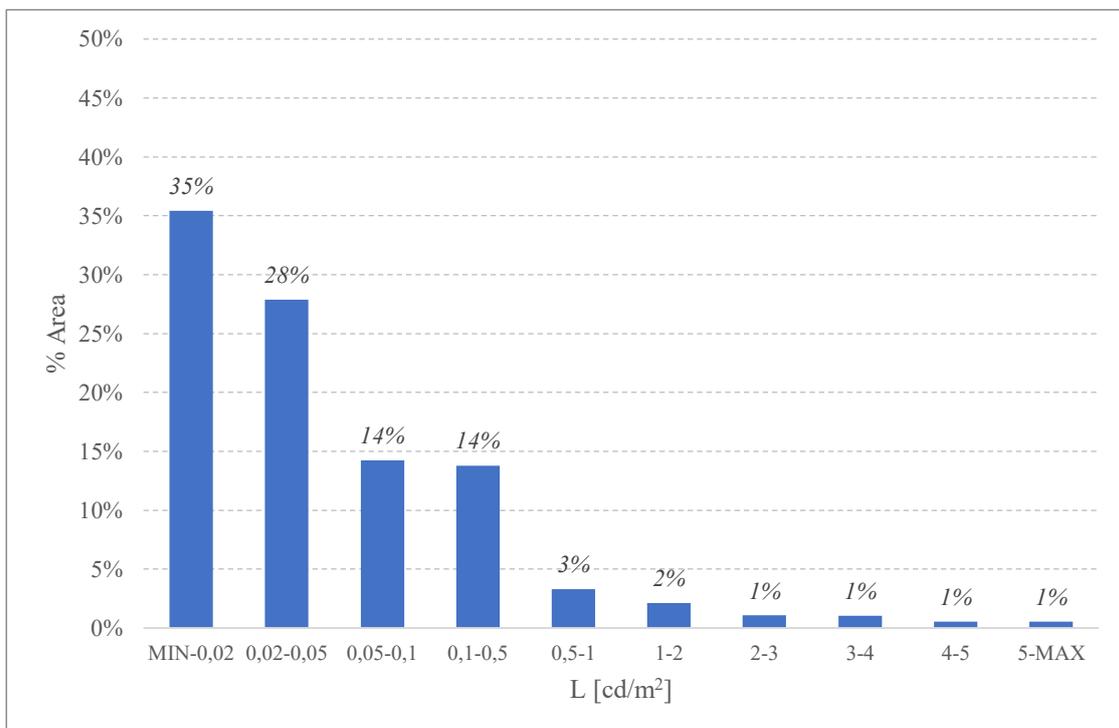
ID: F7 (Comune di Govone)

Regione riconoscibile



ARI	L _{min, RI}	L _{max, RI}	L _{med, RI}	DRI
318600	0,005	14,89	0,243	0,896
ARI/INS = 65%				

DISTRIBUZIONE DI FREQUENZE DELLA LUMINANZA DELLA REGIONE RICONOSCIBILE (RI)



ID: F7 (Comune di Govone)

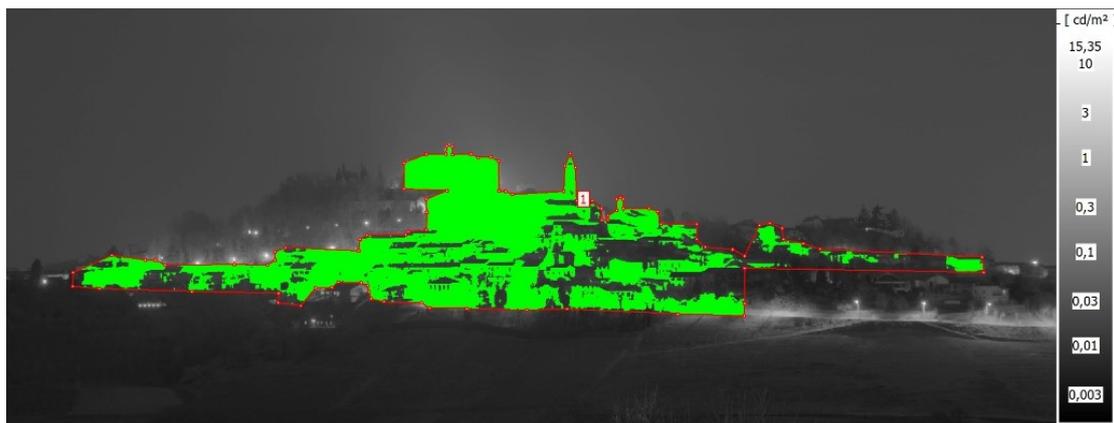
Regione riconoscibile
classi di luminanza

AREA TETTI



A_{TE}	$L_{min, TE}$	$L_{max, TE}$	$L_{med, TE}$	D_{TE}
112900	0,005	0,020	0,013	0,004
$A_{TE/RI} = 35\%$				

AREA FACCIATE



A_{FA}	$L_{min, FA}$	$L_{max, FA}$	$L_{med, FA}$	D_{FA}
205600	0,020	14,89	0,369	1,09
$A_{FA/RI} = 65\%$				

ID: F7 (Comune di Govone)

Stratificazioni storiche

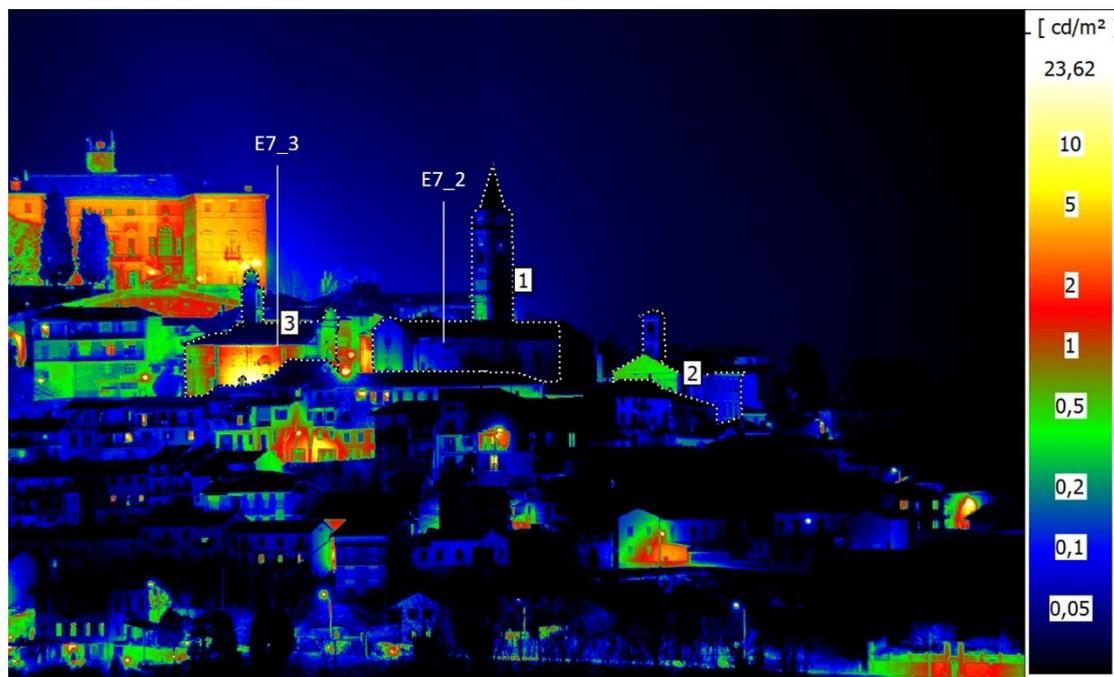


		$A_{Rn/INS}$	A_{ST}	$L_{min, ST}$	$L_{max, ST}$	$L_{med, ST}$	D_{ST}
	R1	10%	21530	0,014	13,72	1,36	1,77
	R2	14%	28300	0,012	14,01	0,537	1,56
	R3	21%	42510	0,008	13,57	0,173	0,669
	R4	55%	115000	0,006	14,25	0,143	0,662

Calcolo dei contrasti: $C_{ST} = 3,80$

ID: F7 (Comune di Govone)

Edifici significativi



	Edificio	Edificio	A _{ED}	L _{min, ED}	L _{max, ED}	L _{med, ED}
E7_1	Castello	18520	0,028	13,72	1,58	1,82
E7_2	S. Secondo	7574	0,012	4,43	0,075	0,206
E7_3	S. Santo	3541	0,038	14,01	2,29	3,28

Calcolo dei contrasti:

$C_{ED,7_1} = 8,83$
 $C_{ED,7_2} = - 0,70$
 $C_{ED,7_3} = 9,51$

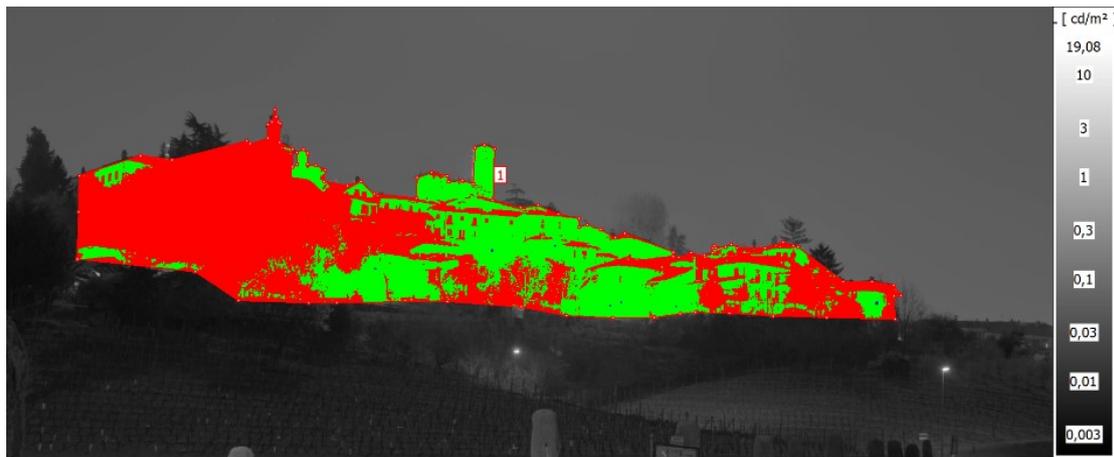
ID: F8 (Comune di Neive)

Regione insediamento



A _{INS}	L _{min, INS}	L _{max, INS}	L _{med, INS}	D _{INS}
672700	0,003	18,24	0,058	0,447

CLASSI LUMINANZA (valori soglia: 0,05 – 5 cd/m²)



classe	A _{classe/INS}	A	L _{min}	L _{max}	L _{med}	D
BR	0%	929	5,00	18,24	10,05	4,56
INT	38%	255800	0,020	5,00	0,099	0,287
DA	62%	415900	0,003	0,020	0,011	0,004

In **grassetto**: valori soglia (*threshold values*).

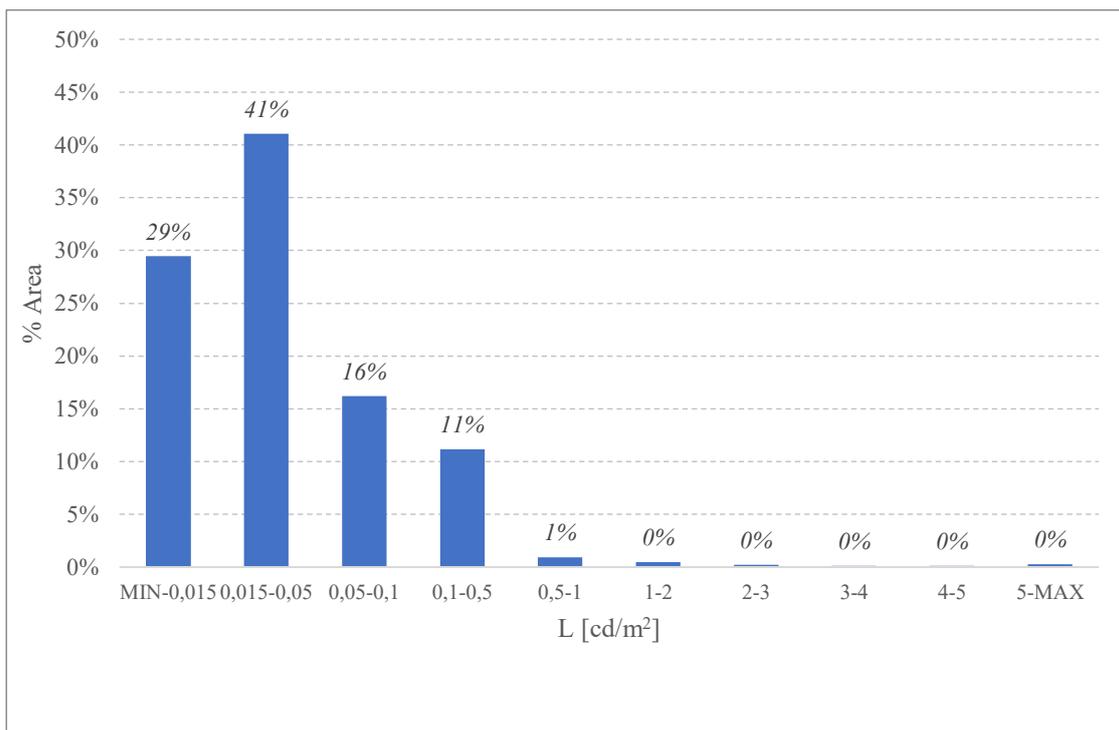
ID: F8 (Comune di Neive)

Regione riconoscibile



ARI	L _{min} , RI	L _{max} , RI	L _{med} , RI	DRI
340200	0,004	18,24	0,101	0,625
R riconoscibile = 51% R insediamento				

DISTRIBUZIONE DI FREQUENZE DELLA LUMINANZA DELLA REGIONE RICONOSCIBILE (RI)



ID: F8 (Comune di Neive) **Regione riconoscibile**
classi di luminanza

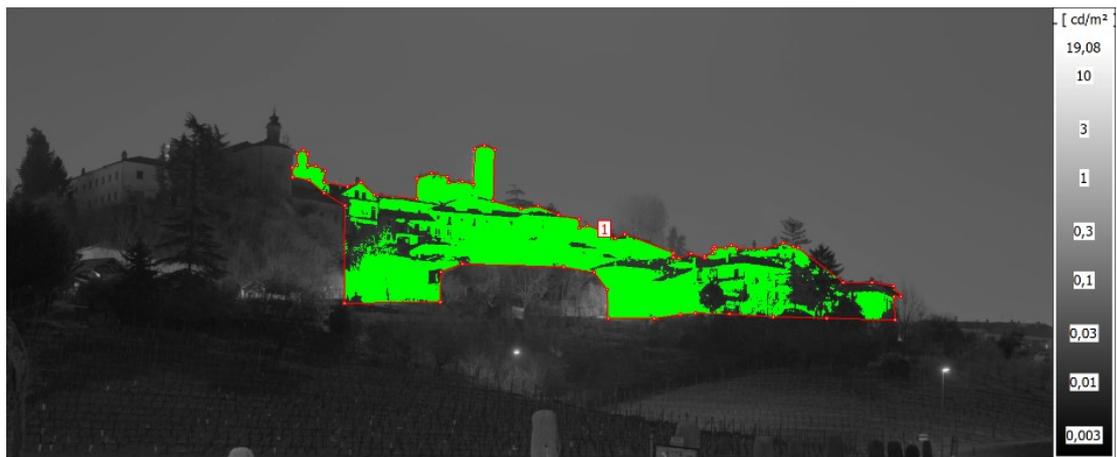
AREA TETTI



A_{TE}	$L_{min, TE}$	$L_{max, TE}$	$L_{med, TE}$	D_{TE}
100200	0,004	0,015	0,010	0,003

$A_{TE/RI} = 29\%$ R riconoscibile

AREA FACCIATE



A_{FA}	$L_{min, FA}$	$L_{max, FA}$	$L_{med, FA}$	D_{FA}
239900	0,015	18,24	0,138	0,741

$A_{FA/RI} = 71\%$

ID: F8 (Comune di Neive)

Stratificazioni storiche



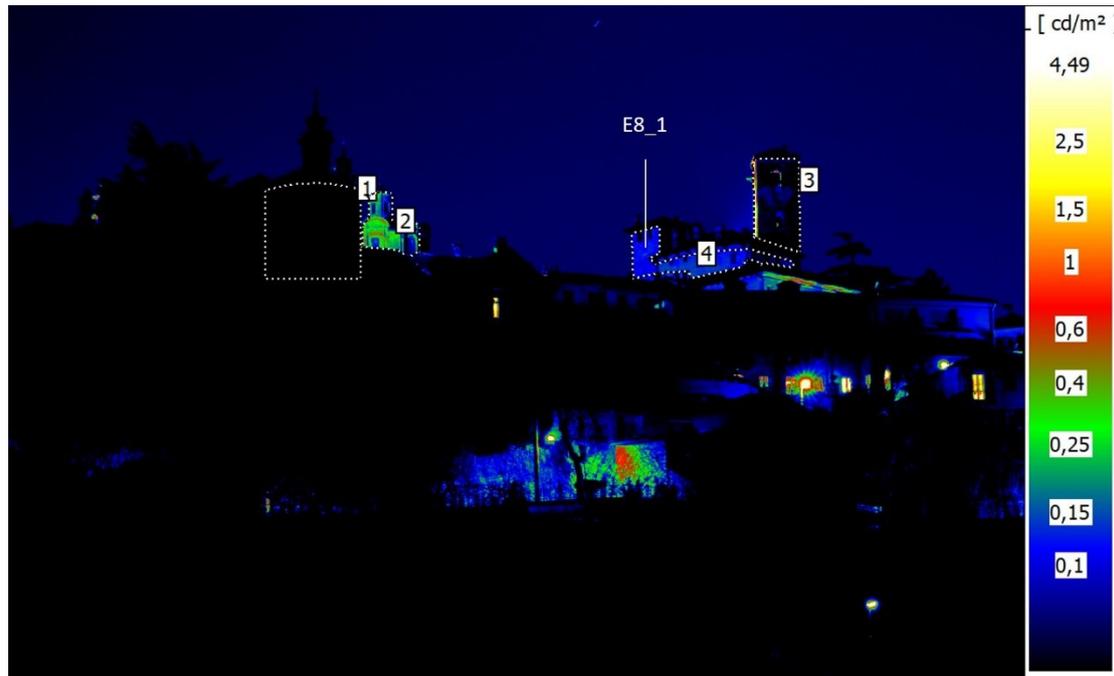
		ARn/INS	AST	L _{min, ST}	L _{max, ST}	L _{med, ST}	D _{ST}
	R1	7%	35320	0,009	7,61	0,115	0,383
	R2	93%	495500	0,004	18,24	0,068	0,511

Calcolo dei contrasti:

$$C_{ST} = 0,70$$

ID: F8 (Comune di Neive)

Edifici significativi



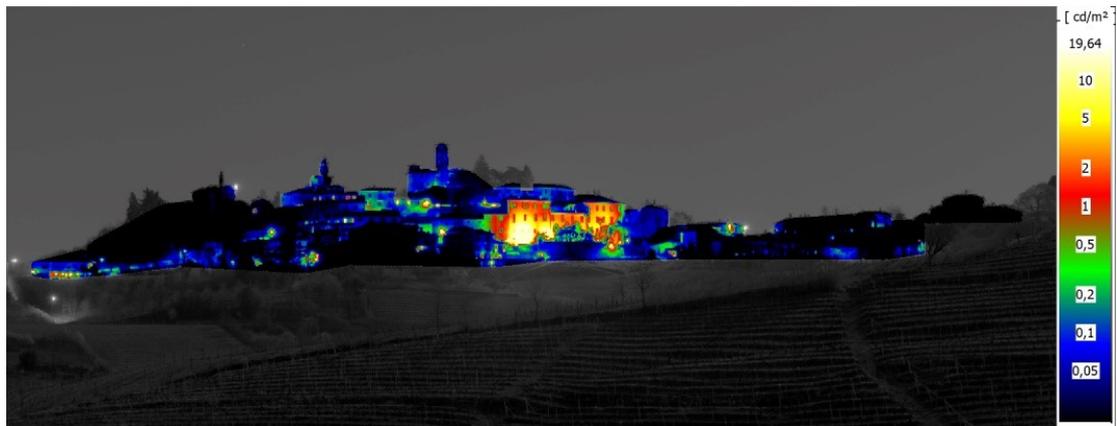
Edificio	A _{ED}	L _{min, ED}	L _{max, ED}	L _{med, ED}	D _{ED}
E8_1 Torre e casaforte	18720	0,012	7,61	0,120	0,490

Calcolo dei contrasti:

$$C_{ED,8_1} = 0,21$$

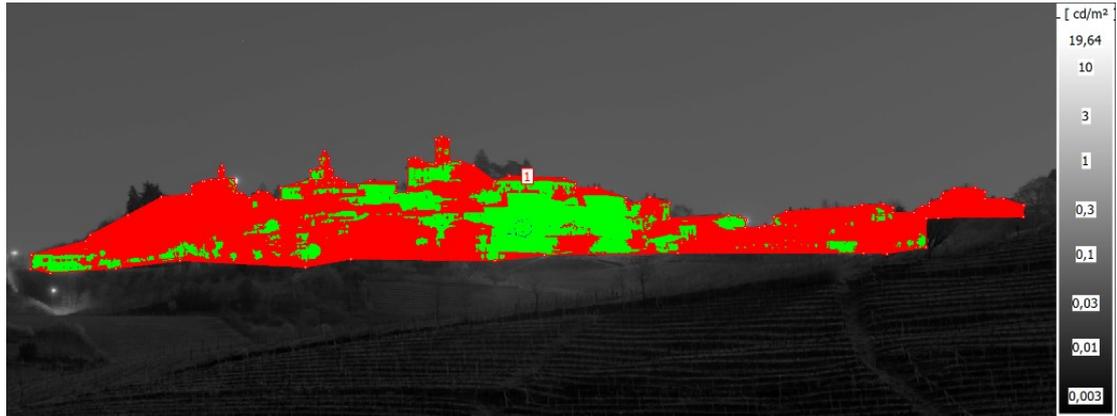
ID: F9 (Comune di Neive)

Regione insediamento



A _{INS}	L _{min, INS}	L _{max, INS}	L _{med, INS}	D _{INS}
330600	0,004	18,81	0,365	1,69

CLASSI LUMINANZA (valori soglia: 0,05 – 5 cd/m²)

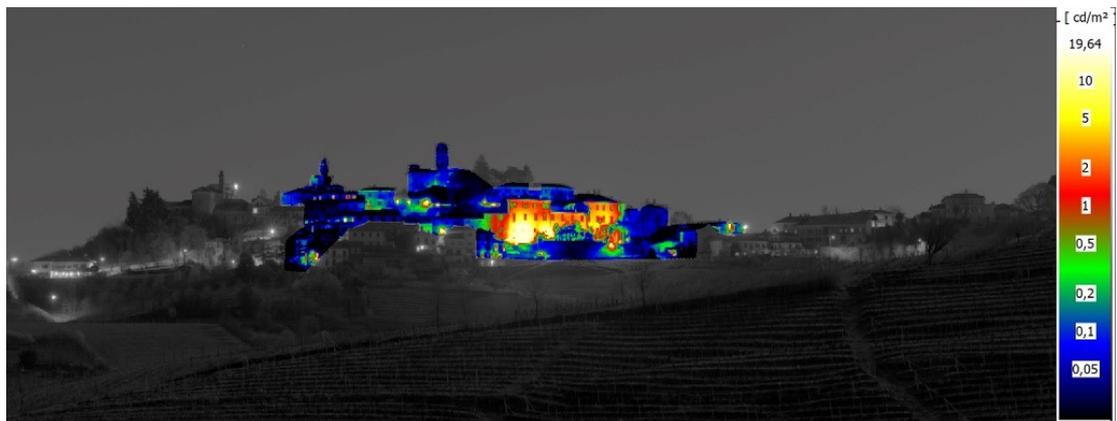


classe	A _{classe/INS}	A	L _{min}	L _{max}	L _{med}	D
BR	0%	201	17,30	18,81	17,55	0,323
INT	29%	95450	0,050	17,30	1,18	2,89
DA	71%	234900	0,004	0,050	0,018	0,011

In **grassetto**: valori soglia (*threshold values*).

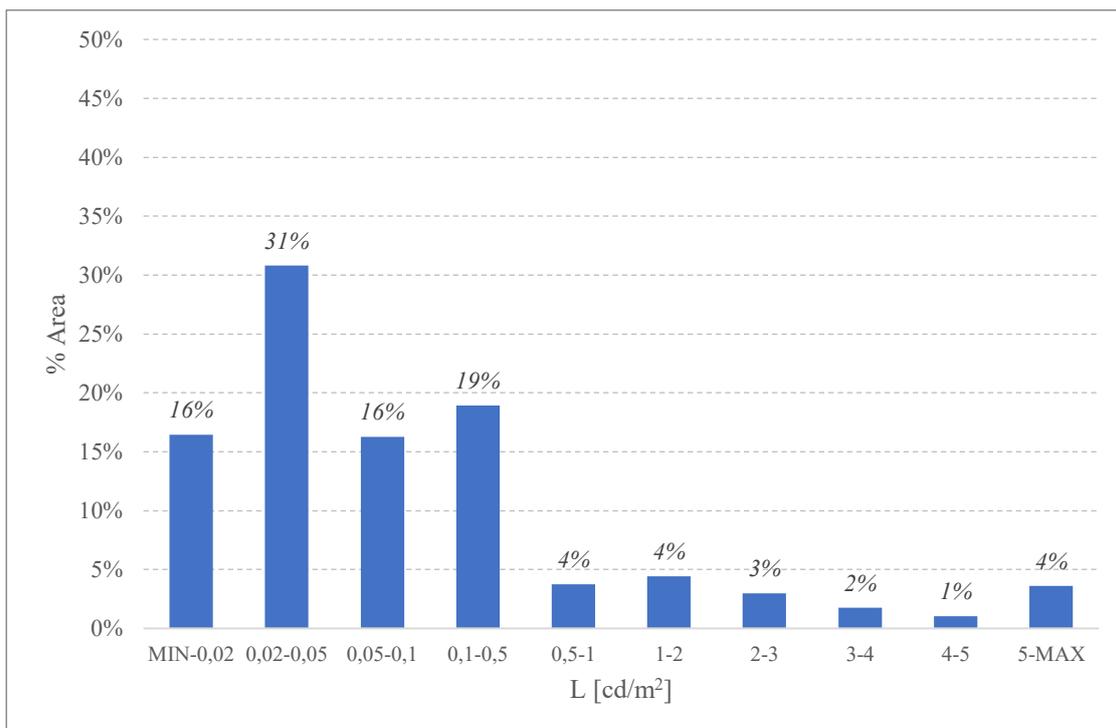
ID: F9 (Comune di Neive)

Regione riconoscibile



ARI	L _{min, RI}	L _{max, RI}	L _{med, RI}	D _{RI}
148400	0,006	17,97	0,757	2,42
ARI/INS = 45%				

DISTRIBUZIONE DI FREQUENZE DELLA LUMINANZA DELLA REGIONE RICONOSCIBILE (RI)



ID: F9 (Comune di Neive)

Regione riconoscibile
classi di luminanza

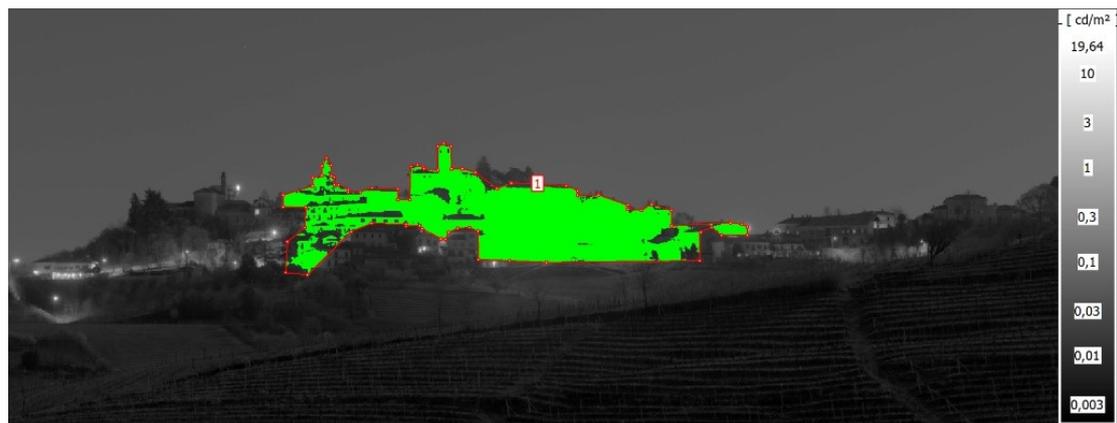
AREA TETTI



ATE	L _{min, TE}	L _{max, TE}	L _{med, TE}	D _{TE}
24420	0,006	0,020	0,014	0,003

A_{TE/RI} = 16% R riconoscibile

AREA FACCIATE

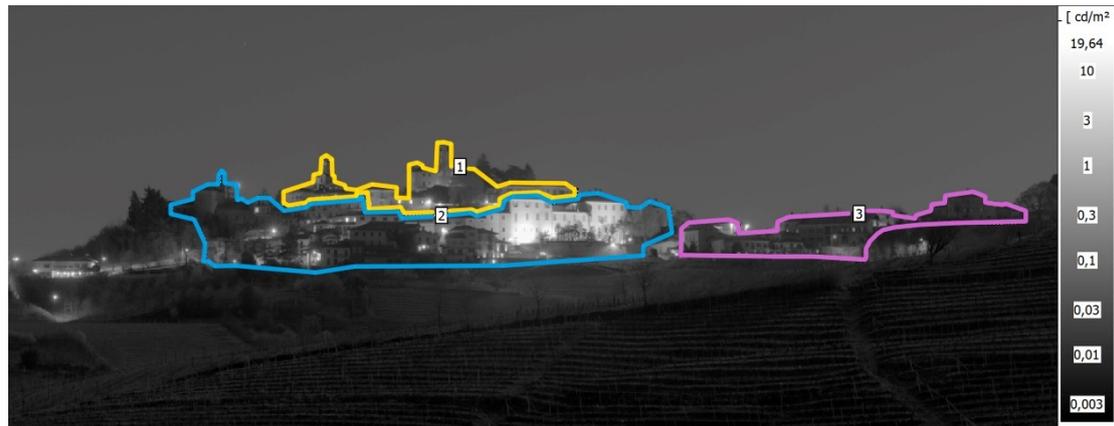


A _{FA}	L _{min, FA}	L _{max, FA}	L _{med, FA}	D _{FA}
123900	0,020	17,97	0,903	2,62

A_{FA/RI} = 84% R riconoscibile

ID: F9 (Comune di Neive)

Stratificazioni storiche



		$A_{Rn/INS}$	A_{ST}	$L_{min, ST}$	$L_{max, ST}$	$L_{med, ST}$	D_{ST}
	R1	17%	44390	0,007	17,77	0,170	0,996
	R2	62%	166400	0,004	17,81	0,632	2,24
	R3	21%	56280	0,005	17,79	0,043	0,433

Calcolo dei contrasti:

$$C_{ST} = -0,50$$

ID: F9 (Comune di Neive)

Edifici significativi



	Edificio	A _{ED}	L _{min, ED}	L _{max, ED}	L _{med, ED}	D _{ED}
E9_1	Castello	29070	0,015	17,81	3,10	4,36
E9_2	Torre e casaforte	9136	0,010	1,18	0,056	0,045

Calcolo dei contrasti:

$$C_{ED,9_1} = 20,87$$

$$C_{ED,9_2} = - 0,93$$

IV.3.3 Sintesi e comparazione dei dati dell'analisi oggettiva

La valutazione e il confronto dei parametri oggettivi relativi ai 9 punti di vista permette di avanzare alcune considerazioni relative alla valutazione quantitativa della condizione di illuminazione misurata da punti di osservazione esterni agli insediamenti.

Regione insediamento

I valori di luminanza media della regione insediamento ($L_{med, INS}$), che comprende l'intero insediamento urbano, sono contenuti in un range compreso tra $0,058 \text{ cd/m}^2$ (F8) e $0,365 \text{ cd/m}^2$ (F9).

Si osserva che i dati di dispersione dei valori di luminanza (D_{INS}) aumentano all'aumentare dei valori di luminanza media ($L_{med, INS}$) della regione. L'immagine F9 presenta il valore di D_{INS} maggiore (pari a 1,69); viceversa, il valore più basso di D_{INS} corrisponde all'immagine F8 (pari a 0,047).

Dalla definizione di classi di luminanza (BR-INT-DA) all'interno della regione insediamento (INS) è possibile osservare che più della metà della regione presenta valori di luminanza relativi alla classe dark (DA) (valori $A_{DA/INS}$ compresi tra 52% (F7) e 71% (F9)), ad eccezione delle immagini F2 e F5, dove i valori percentuali $A_{DA/INS}$ sono rispettivamente pari al 35% e 42%. In generale si osserva quindi che nell'immagini l'area dark occupa porzioni significative della regione insediamento ($A_{DA/INS}$ è superiore in tutti casi al 35% e nella maggior parte dei casi supera il 50%). In altri termini si osserva che gran parte della regione insediamento presenta valori di luminanza molto bassi e pertanto non è riconoscibile in regime notturno.

Regione riconoscibile

Dall'analisi dei parametri caratteristici della regione riconoscibile (RI) si osserva come l'estensione percentuale di tale regione, calcolata rispetto all'estensione della regione insediamento ($A_{RI/INS}$) è compresa entro il 41% e il 61%, eccetto per le immagini F2 e F5 dove la percentuale di $A_{RI/INS}$ è maggiore e corrisponde rispettivamente a 83% e 77%.

I valori di luminanza media relativi alla regione riconoscibile ($L_{med, RI}$) risultano essere, come prevedibile, più elevati rispetto ai valori di luminanza media della regione insediamento ($L_{med, INS}$) e compresi tra $0,101 \text{ cd/m}^2$ (F8) e $0,390 \text{ cd/m}^2$ (F1). Analogamente a quanto osservato nella regione insediamento, si rileva una maggior dispersione dei valori di luminanza nelle immagini che presentano valori di luminanza media ($L_{med, RI}$) maggiori (il valore di D_{RI} più elevato è relativo all'immagine F9 ed è pari a 2,42).

Il calcolo della frequenza dei valori di luminanza media all'interno della regione riconoscibile mette in evidenza come la maggior parte dei valori di luminanza media della regione ($L_{med, RI}$) siano inferiori a $0,5 \text{ cd/m}^2$ (tra l'82% (F1) e il 97% (F8)). Inoltre, dal confronto tra i grafici riportati emerge come siano presenti nella quasi totalità dei casi picchi di frequenza dei valori di luminanza media ($L_{med, RI}$) per range compresi tra $0,05 \text{ cd/m}^2$ e 0 cd/m^2 .

Dai parametri oggettivi relativi alle aree corrispondenti ai tetti (TE) e alle facciate (FA), identificate all'interno della regione riconoscibile (RI), emerge come in tutti i casi esaminati l'estensione percentuale dell'area delle facciate ($A_{FA/RI}$) calcolata rispetto alla regione riconoscibile superi l'estensione percentuale dell'area tetti ($A_{TE/RI}$) (con valori di $A_{FA/RI}$ compresi tra 53% (F3) e 84% (F9)). I valori di luminanza media dell'area facciate ($L_{med, FA}$) risultano essere compresi tra 0,138 cd/m² (F8) e 0,903 cd/m² (F9).

Regione stratificazioni storiche

La valutazione dei parametri oggettivi relativi alle regioni corrispondenti alle stratificazioni storiche (ST) individuate non mette in evidenza la presenza di gerarchie nel sistema di illuminazione volte ad enfatizzare il nucleo storico o altre parti degli insediamenti. Le variazioni più significative in termini di luminanza media ($L_{med, ST}$) delle regioni storiche si riscontrano nei casi in cui sia presente un elemento o di una porzione della scena urbana con un sistema di illuminazione dedicato (ad esempio in entrambi i casi F6 e F7 la presenza del castello determina nelle corrispondenti regioni valori di luminanza media rispettivamente pari a 2,21 cd/m² e 1,36 cd/m²).

Regione edificio

Infine, i parametri oggettivi calcolati in relazione a singoli edifici significativi evidenziano come in molti casi non sia presente un sistema di illuminazione dedicato (si veda ad esempio il caso F3 dove la luminanza media del castello $L_{med, ED}$ è pari a 0,052 cd/m² e il contrasto calcolato tra la luminanza media dell'edificio e la porzione riconoscibile dell'insediamento C_{ED} è negativo e pari a - 0,62).

In pochi casi è presente un sistema di illuminazione dedicato alle singole emergenze architettoniche (si vedano ad esempio i castelli nei casi F6, F7, F9 che presentano rispettivamente valori di luminanza media pari a 2,16 cd/m², 1,82 cd/m² e 3,10 cd/m²). Nei suddetti casi si registrano valori di contrasto tra la luminanza media dell'edificio e dello sfondo (C_{ED}) elevati (rispettivamente pari a 15,16 (F6), 8,83 (F7) e 20,87 (F9)).

IV.4 Comparazione dei risultati delle analisi soggettiva e oggettiva

I dati acquisiti dalle analisi soggettive e oggettive sono stati sottoposti ad ulteriori analisi statistiche finalizzate a verificarne le eventuali relazioni. In particolare, sono stati presi in considerazione i fattori latenti individuati a seguito dell'analisi fattoriale (variabili soggettive) e i risultati ottenuti dall'elaborazione delle mappature di luminanza (parametri oggettivi). Le analisi statistiche sono state condotte utilizzando il software SPSS (IBM Statistic 20, IBM, Armonk, NY, United States).

IV.4.1 Correlazioni tra dati soggettivi e oggettivi

Al fine di analizzare eventuali associazioni tra variabili soggettive (fattori emersi da analisi fattoriale. Cfr. Tabella IV.25, Tabella IV.26) e variabili oggettive (cfr. Tabella IV.28, Tabella IV.29, Tabella IV.30) sono state eseguite delle correlazioni bivariate.

È stato valutato l'indice di correlazione di Spearman, trattandosi di dati non parametrici. Le correlazioni sono state considerate significative nei casi in cui il valore di significatività presentasse valori inferiori a 0,05 ($p\text{-value} < 0,05$) (Pellerey, 2007), (Pellerey, et al., 2017).

In Tabella IV.31 si riportano i risultati significativi emersi dalle correlazioni ($p\text{-value} < 0,05$).

Tabella IV.31 – correlazioni significative tra fattori soggettivi (FT1-FT4) e parametri oggettivi.

Rho Spearman		FT1	FT2	FT3	FT4
A_dark	Coeff di corr	-0,700*	-0,550	-0,650	0,383
estensione percentuale di area dark compresa all'interno della regione insediamento	Sig. (2-code)	0,036	0,125	0,058	0,308
A_ric	Coeff di corr	0,750*	0,517	0,800**	-0,417
estensione percentuale della regione riconoscibile calcolata rispetto all'area della regione insediamento	Sig. (2-code)	0,020	0,154	0,010	0,265
A_facc	Coeff di corr	0,600	0,567	0,767*	-0,117
estensione percentuale dell'area corrispondente alle superfici illuminate (facciate) calcolata rispetto all'area della regione insediamento	Sig. (2-code)	0,088	0,112	0,016	0,765
C_ric_dark	Coeff di corr	-0,733*	-0,167	-0,767*	0,467
contrasto calcolato tra la luminanza media dell'area riconoscibile e la luminanza media dell'area dark dell'insediamento	Sig. (2-code)	0,025	0,668	0,016	0,205
L_R1	Coeff di corr	0,550	0,817**	0,700*	0,283
luminanza media della regione stratificazione storica corrispondente alla porzione più alta dell'insediamento	Sig. (2-code)	0,125	0,007	0,036	0,460
C_R1_Rn	Coeff di corr	0,350	0,783*	0,400	0,017
contrasto calcolato tra la luminanza media della regione stratificazione storica R1 e la luminanza media della restante parte dell'insediamento	Sig. (2-code)	0,356	0,013	0,286	0,966

* La correlazione è significativa al livello 0,05 (1-coda).

** La correlazione è significativa al livello 0,01 (2-coda).

Dalle correlazioni sono emersi i seguenti risultati:

- il FT1 presenta una correlazione significativa e positiva con l'estensione percentuale della regione riconoscibile calcolata rispetto all'area della regione insediamento (A_ric).
- il FT1 presenta una correlazione significativa e negativa con l'estensione percentuale di area dark compresa all'interno della regione insediamento (A_dark).
- il FT1 presenta una correlazione significativa e negativa con il contrasto calcolato tra la luminanza media dell'area riconoscibile e la luminanza media dell'area dark dell'insediamento (C_ric_dark).

- il FT2 presenta una correlazione significativa e positiva con la luminanza media della regione stratificazione storica corrispondente alla porzione più alta dell'insediamento (L_R1), che generalmente corrisponde al nucleo storico più antico.
- il FT2 presenta una correlazione significativa e positiva con il contrasto calcolato tra la luminanza media della regione stratificazione storica R1 (localizzata nella parte più alta dell'insediamento) e la luminanza media della restante parte dell'insediamento (C_R1_Rn).

- il FT3 (corrispondente al criterio D1 "corrispondenza") presenta una correlazione significativa e positiva con l'estensione percentuale della regione riconoscibile calcolata rispetto all'area della regione insediamento (A_ric).
- il FT3 presenta una correlazione positiva e significativa con l'estensione percentuale dell'area corrispondente alle superfici illuminate (facciate) calcolata rispetto all'area della regione insediamento (A_facc).
- il FT3 presenta una correlazione positiva e significativa con la luminanza media della regione stratificazione storica corrispondente alla porzione più alta dell'insediamento (L_R1).

Sulla base dei parametri oggettivi emersi dall'elaborazione delle misure fotometriche sono stati calcolati contrasti di luminanza tra le regioni definite, rappresentanti parti di insediamento e edifici significativi, rispetto ai 9 punti di osservazione considerati.

I contrasti calcolati sono stati messi in relazione con il fattore soggettivo FT1, che include i concetti di unitarietà, coerenza, impatto visivo, cura e piacevolezza.

Risultati significativi sono emersi in merito alla relazione tra:

- il FT1 e il contrasto calcolato tra la luminanza media della regione storica corrispondente alla porzione più alta dell'insediamento (R1) e la luminanza media della restante parte dell'insediamento.
- il FT1 e il contrasto calcolato tra la luminanza media di un edificio significativo e la restante parte della regione riconoscibile dell'insediamento.

Di seguito si riportano nel dettaglio le verifiche svolte.

Contrasti luminanza tra regioni storiche

Nella fase preliminare di analisi territoriale del caso studio, rispetto a ciascun insediamento sono state identificate le successive fasi di espansione che hanno condotto all'attuale conformazione urbana. Le suddette regioni sono state identificate sulle mappature di luminanza (R1,R2,...,Rn) e per ciascuna sono stati estratti parametri oggettivi significativi.

Per ciascuna delle 9 immagini è stato calcolato il contrasto tra la luminanza media della regione R1, corrispondente alla porzione più alta dell'insediamento e generalmente la più antica, e la luminanza media della restante parte dell'insediamento stesso. I valori di contrasto sono stati messi in relazione ai punteggi fattoriali relativi al FT1 (impatto complessivo). I risultati sono riportati nel grafico e nella tabella in Figura IV.1.

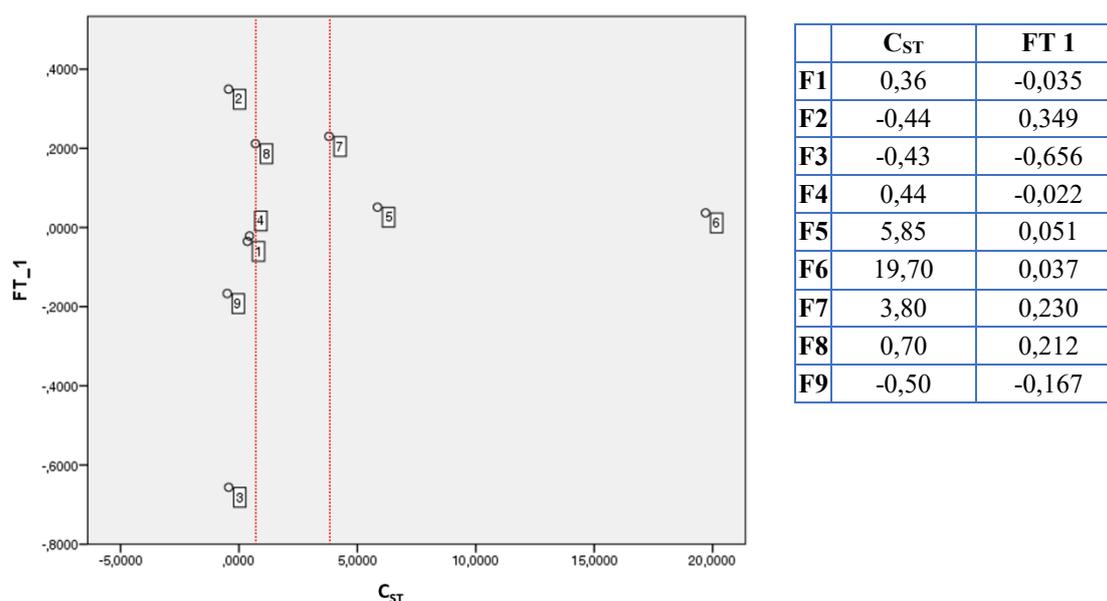


Figura IV.1 - Grafico a dispersione rappresentante la relazione tra il Fattore 1 (FT_1) e il contrasto calcolato tra la luminanza media della regione storica R1 e la luminanza media del resto dell'insediamento (C_{ST}). In tabella si riportano i valori di contrasto calcolati e i punteggi fattoriali relativi al FT 1 "impatto complessivo".

Dal grafico emerge come le fotografie cui corrispondono punteggi fattoriali più elevati, e quindi gradimento maggiore, siano rispettivamente F2, F7, F8. L'analisi non mette in evidenza un trend chiaro nella relazione tra i contrasti di luminanza calcolati e i punteggi fattoriali del FT1. Si osserva tuttavia che, escludendo il punto F2, le immagini F8 e F7, a cui corrispondono elevati punteggi fattoriali, rientrano in un range di valori di contrasto tra la regione R1 e il resto dell'insediamento intermedi e compresi tra 0,7 e 3,8.

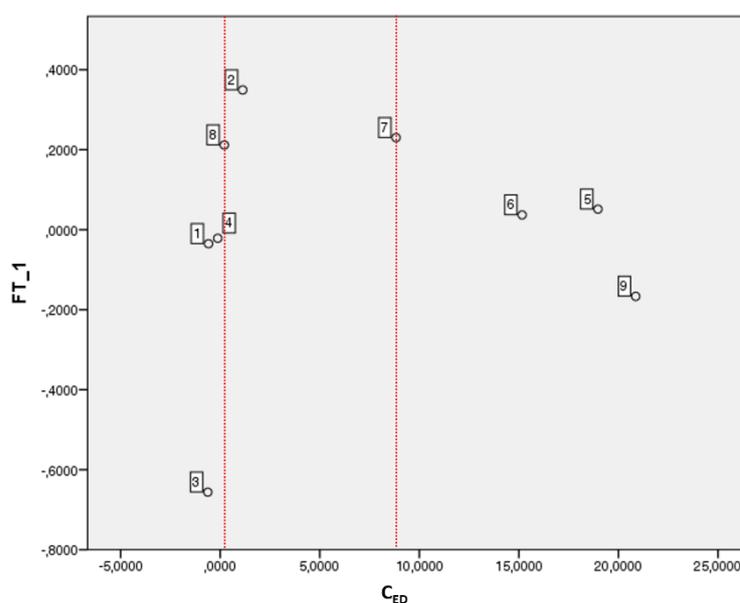
È evidente che in questo caso l'analisi statistica e il numero limitato di variabili, sommati alla difficoltà di riconoscere sulle immagini le singole regioni e calcolare i rispettivi contrasti, non siano sufficienti per pervenire ad un risultato consolidato. In quest'ottica ulteriori applicazioni del metodo a un campione più ampio potrebbero fornire risultati più chiari.

Contrasti luminanza edifici significativi / sfondo

Nella fase di analisi territoriale multidisciplinare (cfr. III.3.1 Fase 1. Analisi territoriale multidisciplinare) sono stati identificati e messi in evidenza una serie di edifici di particolare rilevanza rispetto a ciascun insediamento.

Per ciascuna immagine è stato calcolato il contrasto tra la luminanza media degli edifici significativi e la luminanza media della restante parte della regione riconoscibile (sfondo). In particolare, è stato preso in considerazione per ciascun punto di vista tra gli edifici individuati quello con area più estesa, e quindi più significativo nella percezione visiva della scena.

I valori di contrasto sono stati messi in relazione ai punteggi fattoriali relativi al FT1 (impatto complessivo). I risultati sono riportati nel grafico e nella tabella in Figura IV.2.



	Edificio	C_{ED}
F1	Chiesa S. Martino	-0,59
F2	Chiesa S. Martino	1,13
F3	Castello	-0,62
F4	Castello	-0,13
F5	Castello	18,97
F6	Castello	15,16
F7	Castello	8,83
F8	Torre e casaforte	0,21
F9	Castello	20,87

	FT1
F1	-0,035
F2	0,349
F3	-0,656
F4	-0,022
F5	0,051
F6	0,037
F7	0,230
F8	0,212
F9	-0,167

Figura IV.2 - Grafico a dispersione rappresentante la relazione tra il Fattore 1 (FT1) e il contrasto calcolato tra la luminanza media dell'edificio significativo con estensione maggiore e la luminanza media del resto dell'insediamento (C_{ED}). In tabella si riportano i valori di contrasto calcolati e i punteggi fattoriali relativi al FT 1 "impatto complessivo".

Dal grafico emerge come le fotografie cui corrispondono punteggi fattoriali più elevati (F2, F7, F8) rientrino in un range di valori di contrasto compresi tra 0,2 e 8,8. A valori di contrasto molto bassi (inferiori a 0) o elevati (maggiori di 15) corrispondono punteggi fattoriali, e quindi gradimento, più bassi.

IV.5 Discussione sui risultati

L'applicazione dell'approccio metodologico definito per la valutazione dell'immagine notturna del paesaggio culturale a un caso studio locale ha permesso di acquisire risultati utili a definire prime indicazioni per valutare e indirizzare la progettazione dei valori visuali del paesaggio notturno. La definizione di indicatori si basa sulla lettura congiunta dei dati ottenuti dall'analisi soggettiva e oggettiva.

Dall'elaborazione statistica dei dati acquisiti dall'analisi soggettiva (questionario) sono emersi i seguenti risultati:

- Tra i criteri di valutazione definiti (D1-D8) per la valutazione dell'immagine notturna intercorrono correlazioni significative.

I criteri D1-D7, definiti sulla base dello studio di Tveit et al (2006), presentano tra loro associazioni significative, a dimostrazione che sono interconnessi nella definizione della struttura e della qualità visiva del paesaggio notturno. Le correlazioni significative tra i criteri sono di segno positivo, ad eccezione di quelle relative al criterio D5, che prevede il riconoscimento di elementi di alterazione.

È stato inoltre verificato che tutti i criteri relativi alla struttura visiva del paesaggio (D1-D7) sono correlati significativamente e positivamente con il criterio D8, relativo alla piacevolezza percepita dalla scena visualizzata. Questo risultato supporta l'osservazione di (Sevenant & Antrop, 2009) secondo cui i criteri definiti sulla base dello studio di Tveit et al (2006) sono associati con il giudizio di piacevolezza.

- Valutazione della relazione che intercorre tra criterio D8, legato alla piacevolezza percepita, e i criteri D1-D7, descrittivi della struttura visiva del paesaggio.

È stata approfondita la natura del legame tra il criterio D8 e i criteri D1-D7 in relazione alle risposte ottenute dal questionario (set di misure ripetute).

Dall'analisi statistica, basata sulla definizione di un mixed linear model, è emerso come la valutazione sulla piacevolezza è spiegata maggiormente ai criteri D7, ordine e cura, D6, impatto visivo e D4, unitarietà e coerenza.

I risultati di tale analisi possono fornire indicazioni rispetto a quali aspetti strutturanti il paesaggio notturno dal punto di vista visivo hanno maggiori effetti sulla piacevolezza soggettiva dello stesso.

- Identificazione di fattori latenti tra le variabili osservate, che consentono di semplificare la lettura e la futura gestione dei dati.

È stato verificato che dalle variabili osservate nello studio (D1-D8) possono essere estratti 4 fattori latenti (FT1, FT2, FT3, FT4).

I 4 fattori estratti costituiscono un risultato utile in quanto permettono di semplificare il modello, classificando e valutando le immagini sulla base di un numero inferiore di variabili indipendenti tra loro e facilitando la futura gestione dei dati (si veda ad esempio studio della relazione tra dati soggettivi e oggettivi).

Per quanto riguarda l'analisi oggettiva, i dati fotometrici acquisiti nella fase di campagna di misura sono stati tradotti in immagini in falsi colori rappresentative della distribuzione della luminanza. L'elaborazione delle mappature di luminanza è stata finalizzata a individuare all'interno della scena aree specifiche e relativi valori caratteristici. Sono state pertanto applicate una serie di elaborazioni e sono stati estratti una serie di parametri oggettivi (area, luminanza minima media e massima, dispersione dei valori di luminanza, estensione percentuale delle aree, contrasti di luminanza), descrittivi della condizione di illuminazione.

I dati soggettivi (fattori latenti) e oggettivi (parametri oggettivi) sono stati quindi messi in relazione. Dalla analisi statistiche di correlazione sono emersi i seguenti risultati, in relazione alle 9 fotografie valutate:

- L'aumento della porzione di area riconoscibile in regime notturno all'interno della regione insediamento determina un incremento della percezione dell'impatto complessivo e un maggior grado di corrispondenza tra immagine diurna e immagine notturna della scena inquadrata (correlazione positiva con FT1 e FT3). In altri termini, sono stati attribuiti giudizi di impatto complessivo (FT1) e corrispondenza (FT3) maggiori alle immagini caratterizzate da una più elevata estensione della porzione di insediamento riconoscibile in regime notturno.

Parallelamente è stato verificato che l'impatto complessivo (FT1) percepito diminuisce all'aumentare della porzione di insediamento non riconoscibile in regime notturno (area dark).

- L'aumento del contrasto tra la luminanza media della regione riconoscibile e la luminanza media dell'area non riconoscibile (area dark) dell'insediamento determina valutazioni più basse in relazione all'impatto complessivo. In altri termini, rispetto al FT1 vengono preferite immagini con livello di contrasto inferiori tra area riconoscibile dell'insediamento e contesto immediatamente circostante.

Dai risultati emerge quindi come strategie volte a creare contrasti di luminanza e stacchi meno netti tra aree illuminate e contesto potrebbero essere preferibili in termini di percezione di unitarietà, coerenza, impatto visivo, cura e piacevolezza della scena.

- Il FT2 è legato alla percezione di parti dell'insediamento ed emergenze storiche. Sono emerse correlazioni significative tra il FT2 e i parametri oggettivi legati alle stratificazioni storiche identificate sull'insediamento. In particolare, i risultati dimostrano come il punteggio del FT2 aumenti all'aumentare della luminanza media della regione R1, ovvero la regione situata in posizione prominente e corrispondente generalmente al nucleo storico.

Inoltre, il riconoscimento di parti dell'insediamento ed emergenze storiche (FT2) è positivamente correlato con il contrasto calcolato tra la luminanza media della regione R1 e la luminanza media della restante parte dell'insediamento.

Dai dati emerge quindi come la percezione soggettiva delle parti dell'insediamento ed emergenze storiche sia legata ad un gradiente di luminosità decrescente dal nucleo storico sommitale alla porzione inferiore dell'insediamento.

- L'aumento della luminanza media della regione storica R1 determina una maggiore riconoscibilità di una corrispondenza tra immagine diurna e immagine notturna (FT3). Rispetto ai casi oggetto di studio si sottolinea che la R1 corrisponde, nella maggior parte dei casi, al nucleo storico in cui sono ubicati edifici significativi caratterizzati da spiccati caratteri storico-architettonici.
- Il riconoscimento di una corrispondenza tra immagine diurna e immagine notturna (FT3) aumenta quando aumenta, all'interno della regione riconoscibile dell'insediamento, l'area identificata come area facciate (superfici verticali illuminate).

I dati soggettivi (fattori latenti) e oggettivi (parametri oggettivi) sono stati analizzati in merito alla relazione tra il FT1 e contrasti di luminanza calcolati all'interno della scena inquadrata. Dall'analisi dei dati è emerso che:

- Punteggi fattoriali elevati rispetto al FT1, che include i concetti di unitarietà, coerenza, impatto visivo, cura e piacevolezza, corrispondono a contrasti di luminanza compresi entro range intermedi. In particolare, in un range di contrasti di luminanza (media) compresi approssimativamente tra 0,7 e 3,8 tra la regione R1 e la restante parte dell'insediamento e in un range di contrasti di luminanza (media) compresi tra 0,2 e 8,8 tra edifici di particolare rilevanza e la porzione visibile dell'insediamento.

IV.6 Conclusioni

I risultati emersi sono da riferirsi all'applicazione dell'approccio metodologico definito a un unico caso studio e in particolare a un limitato numero di punti di osservazione. Non hanno pertanto la pretesa di essere generalizzabili e sufficienti per definire indicatori applicabili in processi progettuali, al fine di introdurre la valutazione dei valori visuali come criterio di progetto. Tuttavia, l'applicazione dell'approccio metodologico definito è utile al fine di testarne l'applicabilità e fornire prime indicazioni.

I risultati dell'analisi soggettiva mettono in evidenza innanzitutto la presenza di correlazioni tra le variabili osservate (D1-D8), in linea con quanto emerso da altri studi presenti in letteratura. Inoltre, sono stati individuati fattori latenti, in grado di spiegare i dati osservati sulla base di un numero più ampio di variabili (D1-D8). I fattori latenti individuati sono stati messi in relazione con i parametri emersi dalla fase di analisi oggettiva, facilitando la gestione dei dati.

L'analisi oggettiva ha previsto la definizione e l'applicazione di un approccio per elaborare le mappature di luminanza acquisite durante la campagna di misura *in situ*. Le immagini di luminanza sono state elaborate al fine di estrapolare valori di luminanza significativi, definire gerarchie, valutarne la distribuzione e calcolare contrasti all'interno della scena percepita. Nell'immagine sono state definite delle regioni poligonali corrispondenti ad aree specifiche della scena (l'insediamento urbano, la porzione di insediamento riconoscibile in regime notturno, le aree corrispondenti alle fasi di ampliamento urbano e gli edifici di particolare rilevanza). Inoltre, identificando classi di luminanza attraverso la definizione di valori soglia, sono state messe in evidenza

all'interno della regione riconoscibile dell'insediamento le porzioni corrispondenti alle superfici verticali illuminate (facciate) e le aree meno illuminate (corrispondenti per lo più ai tetti). Per ciascuna delle suddette regioni/aree sono stati estrapolati parametri oggettivi rappresentativi della condizione di illuminazione (area, luminanza minima, media e massima, dispersione dei valori di luminanza) e sono stati calcolati contrasti di luminanza e rapporti percentuali tra le estensioni delle regioni stesse.

Dalla correlazione tra i fattori emersi dall'analisi soggettiva (rappresentativi della percezione soggettiva) e i parametri oggettivi calcolati nella fase di analisi oggettiva è stato possibile definire rapporti di dipendenza e prime indicazioni quantitative in termini di contrasti di luminanza tra regioni storiche e tra edifici significativi e insediamento urbano.

Conclusioni
e prospettive future della ricerca

Conclusioni

Il Technical Report CIE 234:2019 “*A guide to urban lighting masterplanning*” (Commission Internationale de l’Éclairage, 2019) sottolinea la necessità, nell’ambito della progettazione dei sistemi di illuminazione delle città, di raggiungere un equilibrio tra gli aspetti funzionali, legati alla viabilità e alla sicurezza, e quelli legati alla valorizzazione di singoli edifici, infrastrutture e paesaggio.

*“A well-lit city maintains a balance between the essential, **functional**, aspects such as road and street lighting and the **elective aspects** such as the lighting of buildings, infrastructure and landscapes. Additionally, the experienced lighting designer will seek opportunities to combine the functional with the elective, by providing essential lighting in an innovative way”⁶².*

In particolare, nel Report si auspica l’introduzione di un approccio olistico alla progettazione dei sistemi di illuminazione pubblica e architettonica, in grado di coniugare le esigenze legate a tre sfere principali: l’**aspetto funzionale**, in termini di sicurezza e comfort visivo, l’**impatto ambientale**, ai fini della sostenibilità economica, energetica e ambientale degli interventi, e l’**espressività**, in termini di definizione di un’immagine notturna armoniosa, attrattiva e identitaria.

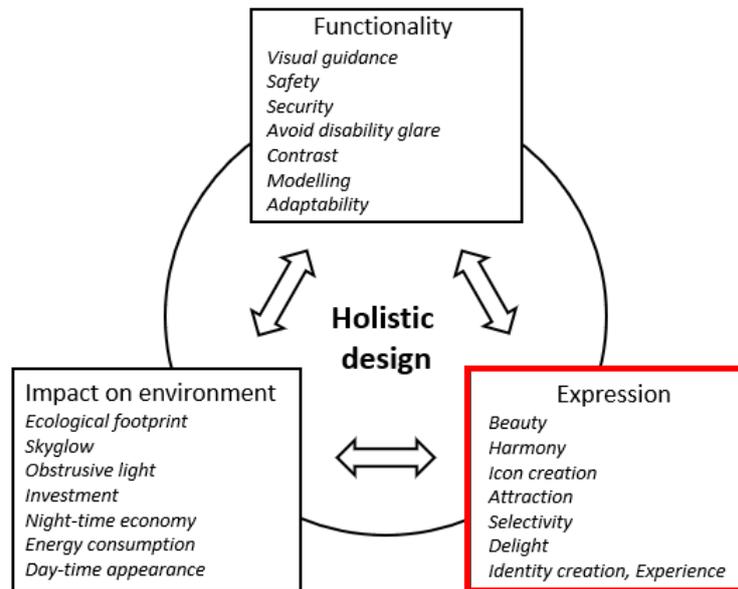


Figura 1 - Schema riassuntivo dell’auspicato approccio olistico nella progettazione di un masterplan di illuminazione. Fonte: CIE 234:2019, pag. 1

Mentre gli aspetti funzionali dell’illuminazione pubblica e l’impatto ambientale sono regolamentati da specifiche normative tecniche di settore e indicazioni finalizzate ad implementare la sostenibilità degli impianti, il tema dell’espressività del progetto di illuminazione e della valorizzazione dei valori visuali non trova ad oggi in letteratura

⁶² (Commission Internationale de l’Éclairage, 2019, p. 1)

CONCLUSIONI E PROSPETTIVE FUTURE

approcci metodologici e indicazioni specifiche finalizzati alla definizione di indicazioni e linee guida alla progettazione.

Un ulteriore elemento di riflessione è costituito dal fatto che il Report CIE 234:2019, che pur si configura come un importante riferimento e che dimostra il contemporaneo interesse nei confronti dell'introduzione di approcci olistici alla progettazione, così come le altre indicazioni in materia sono limitate all'ambito urbano delle grandi città.

A fronte di tali considerazioni, l'obiettivo principale della presente ricerca è stato quello di fornire un contributo volto a introdurre la valutazione dei valori visuali quale criterio del processo di progettazione dell'illuminazione pubblica e architettuale dei siti.

Il campo di attenzione è stato traslato al contesto più ampio di paesaggio culturale e patrimonio diffuso, prendendo in considerazione non solo punti di osservazione interni ai singoli insediamenti, ma piuttosto punti di osservazione esterni ad essi e significativi nell'ottica di valorizzare l'immagine complessiva del sistema paesaggistico.

Al fine di introdurre, nell'ambito di un più ampio approccio olistico, l'attenzione ai valori visuali come criterio per il progetto è stata messa a punto una metodologia finalizzata alla valutazione dei valori visuali e alla definizione di indicatori progettuali.

La ricerca è stata suddivisa in fasi successive:

- Analisi dello **stato dell'arte** finalizzato a: approfondire il tema del *paesaggio culturale* e le attuali indicazioni per la sua tutela e la valorizzazione, esaminare il dibattito relativo all'illuminazione urbana, i vincoli e le indicazioni per il progetto e indagare l'attuale immagine del paesaggio notturno.
- Proposta di una **metodologia** finalizzata alla definizione di indicatori per la progettazione dei valori visuali e dell'immagine notturna del paesaggio culturale, basata sulla lettura congiunta di dati provenienti da un'analisi qualitativa e quantitativa.
- Applicazione della metodologia a un **caso studio** locale per testarne l'applicabilità.
- Acquisizione dei dati, applicazione di analisi statistiche ed elaborazioni per definire **risultati** e prime indicazioni, in relazione al caso studio.
- Interpretazione delle indicazioni emerse e definizione delle **prospettive future** della ricerca.

L'articolazione dello studio ha permesso di dare risposta ai quesiti emersi in avvio della ricerca e di seguito sinteticamente riportati.

- *Considerata l'attuale attenzione promossa dalla comunità scientifica nazionale e internazionale nei confronti del patrimonio in termini ampi di paesaggio culturale, quali sono le direzioni intraprese dalle politiche di tutela e valorizzazione? Si riscontra la presenza di iniziative finalizzate alla valorizzazione notturna di tali contesti?*

Dall'analisi del dibattito della comunità scientifica internazionale è emerso un forte interesse nei confronti del paesaggio culturale e delle pratiche di tutela e valorizzazione ad esso associate. In particolare, negli ultimi anni è stato promosso lo sviluppo di dinamiche di ricerca attente all'immagine percepita e agli aspetti scenico-percettivi del paesaggio, proponendo azioni volte alla valorizzazione delle reti di connessione paesaggistica e dei valori visuali. Tuttavia, è stato riscontrato che le politiche e le iniziative attuali sono limitate alla visione diurna, non includendo, nella maggior parte dei casi, nelle azioni di valorizzazione territoriale la definizione e la valorizzazione della corrispondente immagine notturna.

- *Qual è lo stato attuale della ricerca in relazione al tema dell'immagine notturna dei contesti urbani e secondo quali modalità e indicazioni viene gestito il progetto di illuminazione? Concentrando l'attenzione su contesti di paesaggio culturale e patrimonio diffuso a scala territoriale, secondo quali criteri viene affrontato e indirizzato il progetto di illuminazione?*

Le pratiche relative all'illuminazione artificiale pubblica sono cambiate notevolmente nel corso dei decenni, seguendo i cambiamenti sociali, politici e l'evoluzione tecnologica. Per motivi storico-culturali e per esigenze legate alla sicurezza degli utenti la ricerca nel campo per molti anni è stata concentrata in particolare all'ambito urbano, passando progressivamente da una concezione prettamente funzionalistica dell'illuminazione pubblica ad un approccio olistico che tenta di guardare alla città in quanto sistema complesso. Nell'ambito della tesi sono state prese in esame le vigenti normative e le indicazioni relative al progetto di illuminazione, che riguardano prevalentemente l'adempimento a requisiti funzionali, il perseguimento di elevati standard di sostenibilità energetico-ambientale e la valorizzazione del patrimonio storico artistico.

Concentrando l'attenzione a contesti di paesaggio culturale e patrimonio diffuso è emerso come spesso le logiche che indirizzano la definizione dell'immagine notturna siano per lo più legate ad aspetti tecnico-funzionali (dettati dall'adempimento a requisiti prestazionali, al contenimento dell'inquinamento luminoso e dei consumi energetici) e il risultato di interventi di illuminazione non coordinati, che si vanno a sommare e sovrapporre, mettendo in luce l'insieme o le parti degli insediamenti secondo logiche che rispondono a esigenze funzionali e/o di valorizzazione di singoli elementi, progettati in funzione di punti di osservazione interni all'insediamento urbano, trascurando di considerare il risultato percepito da punti di osservazione esterni ad essi e l'immagine complessiva del sistema paesaggio.

CONCLUSIONI E PROSPETTIVE FUTURE

È emersa quindi una generale carenza di attenzione verso il concetto di immagine notturna del paesaggio culturale e di conseguenza verso una sua definizione e progettazione.

- *Quale influenza e quali ricadute hanno o potrebbero avere l'innovazione tecnologica e le trasformazioni che interessano il settore dell'illuminotecnica, ad esempio in merito agli interventi di retrofit sugli impianti di illuminazione pubblica, sul sistema paesaggio?*

L'innovazione tecnologica che ha interessato il settore dell'illuminazione, in particolare dell'illuminazione pubblica, ha determinato l'introduzione di innovativi sistemi (apparecchi di illuminazione LED e sistemi di gestione e controllo) in grado di fornire efficace risposta alle esigenze di sostenibilità ambientale ed energetica, contenendo i costi e garantendo al contempo migliori prestazioni illuminotecniche. Parallelamente tali soluzioni comportano anche conseguenze in termini di alterazione dell'immagine notturna percepita. In quest'ottica il rinnovamento in corso dei sistemi di illuminazione pubblica tradizionali può rappresentare un'opportunità nella definizione di strategie innovative volte a creare scenari di illuminazione, basati non solo su esigenze di carattere economico-ambientale, bensì anche in un'ottica di valorizzazione dei valori visuali e definizione dell'immagine notturna del paesaggio culturale a scala territoriale.

- *È possibile definire una metodologia di intervento che, nell'ambito di un approccio olistico, tenga conto anche del carattere visivo come criterio di progettazione dell'immagine del paesaggio notturno? Quali tipologie di contesti sarebbero particolarmente idonei ad un ragionamento in tale direzione?*

Sulla base di quanto emerso dallo stato dell'arte è risultata evidente la necessità di individuare strategie e indicazioni finalizzate a introdurre anche la valutazione del carattere visivo nel processo di progettazione dell'illuminazione pubblica e architettuale del paesaggio culturale, in particolare per morfologie territoriali caratterizzate da rapporti di reciproca visibilità da molteplici punti di osservazione, non solo interni agli insediamenti urbani, ma soprattutto esterno di essi.

Al fine di definire indicatori per il progetto è stato definito un approccio metodologico riassumibile in fasi successive e che ha previsto in particolare la definizione di:

- indicazioni per lo svolgimento di una preliminare **analisi multidisciplinare** del sito oggetto di studio, necessaria ai fini di approfondirne i caratteri principali e interpretare in un'ottica multidisciplinare l'immagine percepita;
- indicazioni per l'individuazione di punti di osservazione significativi da cui analizzare l'immagine percepita del patrimonio diffuso (nella presente ricerca priorità è stata attribuita allo studio di punti di osservazione esterni ai singoli insediamenti urbani, da cui risultano particolarmente significative le relazioni visuali e i rapporti di inter-visibilità);
- approccio per quantificare la **percezione soggettiva** (carattere visivo) dell'immagine notturna dei siti, attraverso l'identificazione di criteri di

- valutazione e la redazione di un questionario per mappare la percezione soggettiva dell'immagine notturna di siti con spiccate connotazioni paesaggistiche;
- modalità di svolgimento di un'**analisi quantitativa**, basata sull'acquisizione di dati oggettivi indicativi della condizione di illuminazione del caso studio dai diversi punti di vista individuati (misure di luminanza);
 - definizione di elaborazioni finalizzate ad estrarre parametri oggettivi significativi per descrivere la condizione d'illuminazione;
 - idonee tecniche per **elaborare e mettere in relazione i dati** ricavati dall'analisi soggettiva (questionario) e oggettiva (dati fotometrici).

Nel presente contesto di ricerca una serie di Municipalità localizzate nel sito UNESCO "Paesaggi vitivinicoli del Piemonte: Langhe-Roero e Monferrato" hanno costituito l'ambito di sperimentazione dell'approccio metodologico proposto, al fine di testarne l'applicabilità e acquisire primi risultati.

L'elaborazione dei dati acquisiti, grazie anche all'applicazione di tecniche statistiche, ha permesso di ottenere primi risultati relativi al caso studio.

In particolare, l'analisi dei dati provenienti dall'analisi soggettiva ha permesso di determinare le correlazioni che intercorrono tra i criteri definiti per la valutazione dell'immagine notturna del paesaggio culturale e identificare fattori latenti, semplificando in tal modo le successive elaborazioni dei dati.

L'elaborazione dei dati oggettivi acquisiti nella campagna di misura *in situ* ha permesso di estrapolare significativi parametri oggettivi.

Dalla valutazione congiunta dei risultati dell'analisi soggettiva e oggettiva sono state identificate correlazioni tra fattori soggettivi e parametri oggettivi e sono stati messi in evidenza valori e range significativi, che possono costituire prime indicazioni, circoscritte al caso studio, per la progettazione.

L'applicazione dell'approccio metodologico definito a una serie di casi studio con caratteristiche variabili permetterebbe di acquisire i dati necessari per definire indicatori e promuovere la valutazione dei valori visuali come criterio di progettazione.

Al di là dei risultati specifici ottenuti dall'applicazione del metodo di valutazione proposto al caso studio, i risultati principali della tesi sono rintracciabili innanzitutto nell'aver sottolineato l'importanza e la necessità di introdurre un approccio nuovo che preveda, accanto all'adempimento ai vigenti requisiti imposti da normativa, la valutazione dell'immagine notturna come criterio di progettazione.

Un secondo risultato significativo è costituito dall'aver sviluppato una metodologia di valutazione dell'immagine notturna, basata su una revisione bibliografica multidisciplinare, e un approccio all'elaborazione dei dati acquisiti.

Infine, dall'applicazione della metodologia definita ad un caso studio sono emersi primi risultati che forniscono prime indicazioni, sia a livello di approccio metodologico (analisi e elaborazione dei dati), sia a livello di risultati (relazione tra giudizi soggettivi e parametri oggettivi misurati e calcolati).

CONCLUSIONI E PROSPETTIVE FUTURE

Si sottolinea che lo studio e la metodologia sono stati definiti nell'ottica di un'applicazione a determinate morfologie territoriali, ovvero contesti di paesaggio culturale e patrimonio diffuso (scala extra-comunale), caratterizzati dalla forte presenza di rapporti di reciproca visibilità da molteplici punti di osservazione, non solo interni agli insediamenti urbani, ma soprattutto esterni ad essi (ad esempio contesti montani, borghi ubicati su colline ecc.) (cfr. I.3.3. Contesti paesaggistici particolarmente idonei alla valorizzazione dell'immagine notturna). Una limitazione dello studio risiede pertanto nel carattere non generalizzabile del metodo, che è volutamente orientato a fornire indicazioni per determinate tipologie di contesti, in cui la valorizzazione dell'immagine notturna e dei valori visuali da punti di osservazione esterni potrebbe generare positive e significative ripercussioni. Queste tipologie di contesti paesaggistici caratterizzano fortemente il territorio nazionale e hanno una particolare rilevanza dal punto di vista identitario e culturale. Non è stato oggetto della presente ricerca sondare l'interesse e l'applicabilità del metodo a livello internazionale e studi successivi potranno orientarsi in tale direzione. Sulla base tuttavia di quanto sancito e auspicato dalla Convenzione Europea del Paesaggio, si ritiene che anche a livello internazionale possano esserci contesti e siti idonei ad un'applicazione del metodo proposto.

Un'ulteriore limitazione della ricerca è legata all'aver applicato la metodologia di valutazione ad un unico caso studio che, sebbene costituito da una serie di Municipalità, presenta caratteri per lo più omogenei. Tale aspetto potrebbe aver influito nella definizione dei criteri di valutazione e delle analisi da svolgere, che potrebbero pertanto necessitare di modifiche ed integrazioni al fine di pervenire ad un approccio generalizzabile a contesti differenti. Sarebbe pertanto utile testare la metodologia di valutazione proposta ad un numero significativo di casi studio con caratteri variabili, al fine di verificare la sua efficacia e l'adeguatezza delle analisi dei dati proposte.

In quest'ottica, l'applicazione della metodologia a larga scala potrebbe consentire di sviluppare l'approccio alle analisi e all'elaborazioni dei dati. Si riconosce infatti che in particolare nell'elaborazione dei dati oggettivi, l'individuazione di regioni e aree specifiche sulle immagini è legato a un alto grado di difficoltà e aleatorietà. L'implementazione dell'analisi con altri strumenti potrebbe pertanto consentire di migliorare la validità e la solidità del metodo.

Prospettive future della ricerca

Le prospettive future della ricerca riguardano innanzitutto la necessità di applicare la metodologia definita ad un ampio numero di casi studio differenti, al fine di valutarne la validità anche in contesti con caratteri variabili e poter acquisire un numero significativo di dati. L'applicazione a larga scala permetterà di pervenire alla definizione di indicatori, finalizzati a fornire pratiche indicazioni per progettare l'immagine notturna e gli aspetti relativi ai valori visuali del paesaggio culturale.

Il passo successivo riguarderà quindi la necessità di rendere operativi gli indicatori definiti. A tal fine, nell'ottica di un approccio olistico, sarà opportuno definire secondo quali modalità gli indicatori potranno essere integrati con tutte le altre esigenze di progetto (funzionali, di sostenibilità, di valorizzazione da punti di vista interni, ecc.). Sarà quindi necessario studiare strategie di integrazione tra le diverse sfere che definiscono la progettazione, evitando che le rispettive indicazioni vadano in conflitto. Il raggiungimento di questo obiettivo consentirà di dare risposta affermativa all'ultimo quesito posto in fase di avvio della ricerca: *è possibile contemperare le esigenze di valorizzazione del paesaggio con tematiche di sostenibilità economica e ambientale, promuovendo il risparmio energetico e il contenimento dell'inquinamento luminoso?*

Si riconosce a tal proposito che, nonostante sia emersa l'importanza di una progettazione più consapevole della percezione notturna del paesaggio culturale, l'approccio che viene proposto potrebbe determinare significative conseguenze e un aumento nel livello di complessità del progetto illuminotecnico. Come già sottolineato nello stato dell'arte infatti, attualmente la progettazione dell'illuminazione in ambito urbano si basa essenzialmente sull'adempimento a requisiti funzionali (sicurezza, requisiti energetici ed economico-ambientali) e sulla valorizzazione del patrimonio architettonico e monumentale delle città. L'approccio proposto introdurrebbe un nuovo livello nella progettazione dei sistemi di illuminazione, prendendo in considerazione il patrimonio diffuso e punti di osservazione esterni. La definizione di indicatori finalizzati a introdurre come criterio di progettazione gli aspetti visuali condurrebbe alla necessità di integrare i requisiti esistenti (relativi agli aspetti funzionali, all'illuminazione architettonica e alle esigenze degli utenti interni) con nuovi requisiti, volti alla valorizzazione dell'immagine notturna dei siti, anche da punti di vista esterni.

Infine, un ulteriore contributo allo sviluppo della ricerca potrebbe derivare dall'attivazione di dialoghi di natura multidisciplinare con gli Enti operativi sul territorio (ovvero amministrazioni locali, responsabili della pianificazione territoriale, Soprintendenze, associazioni culturali, ecc.), sviluppando strategie in grado di superare i confini comunali per pervenire a una visione extra-municipale articolata e coordinata, condivisa da più soggetti e collegata ai circuiti di valorizzazione del paesaggio culturale. Si potrebbe in tal modo pervenire allo sviluppo di un efficace approccio alla progettazione e valorizzazione del paesaggio culturale, anche in termini di definizione della sua immagine notturna, per illuminare in modo più consapevole, sostenibile e coerente, garantendo il corretto utilizzo del patrimonio diffuso e non di un patrimonio isolato.

Bibliografia

AAVV. (2003). *Penser la ville par la lumière [Thinking the city by lighting]*. Paris: Editions de La Villette.

AAVV. (2006). Atti del convegno "Urban Nightscape 2006". Atene: Hellenic Illumination Committee.

AAVV. (2016). *Valorizzare un Patrimonio UNESCO. Il primo progetto finanziato con la Legge 77/2006 nei Paesaggi Vitivinicoli del Piemonte*. Bra (CN): Associazione per Il Patrimonio dei Paesaggi Vitivinicoli. Tratto da https://www.paesaggivitivinicoli.it/wp-content/uploads/2018/02/Valorizzare-un-Patrimonio-UNESCO_2016.pdf

Aghemo, C., Pellegrino, A., Fisanotti, D., Piccablotto, G., Taraglio, R., Paruzzo, A., & Roscio, G. (2018). Environmental and Energy Performance of Public Lighting Installations: Results of a Measurement Campaign. *2018 IEEE International Conference on Environment and Electrical Engineering and 2018 IEEE Industrial and Commercial Power Systems Europe (EEEIC/I&CPS Europe)*, (pp. 1-6). doi:10.1109/EEEIC.2018.8494348

Albrecht, B., & Magrin, A. (A cura di). (2017). *Il Bel Paese. 1 progetto per 22.621 centri storici*. Soveria Mannelli (CZ): Rubbettino Editore.

Alves, T. (2007). Art, light and landscape new agendas for urban development. *European Planning Studies*, 15(9), 1247-1260. doi:10.1080/09654310701529243

Anastasi, M. (2003). Illuminazione e conservazione dei beni culturali. *Atti del Convegno nazionale AIDI "Illuminazione della città d'arte"*. Firenze: AIDI.

Annunziato, M., Giuliani, G., Gozo, N., Honorati Consonni, C., Frascione, A., Bucci, F., & Lo Bue, B. (2011). Progetto Lumière: Efficienza Energetica nell'Illuminazione Pubblica. Percorso e metodologia di sviluppo. ENEA Report RdS/2011/275.

Appleton, J. (1996). *The Experience of Landscape*. Chichester, United Kingdom: John Wiley and Sons Ltd.

Avotins, A., Apse-Apsitis, P., Kunickis, M., & Ribickis, L. (2014). Towards smart street LED lighting systems and preliminary energy saving results. *2014 55th International Scientific Conference on Power and Electrical Engineering of Riga Technical University (RTUCON)*, (p. 130-135). Riga. doi:10.1109/RTUCON.2014.6998219

Bacilieri, C. (A cura di). (2017). *I borghi più belli d'Italia. Il fascino dell'Italia nascosta*. Roma: STR Press srl.

- Beccali, M., Bonomolo, M., & Ciulla, G. (2015). Improvement of energy efficiency and quality of street lighting in South Italy as an action of Sustainable Energy Action Plans. The case study of Comiso (RG). *Energy*, 92(3), 394-408. doi:10.1016/j.energy.2015.05.003
- Beccali, M., Bonomolo, M., Galatioto, A., & Pulvirenti, E. (2017). Smart lighting in a historic context: a case study. *Management of Environmental Quality: An International Journal*, 28, 282-298. doi:10.1108/MEQ-06-2015-0109
- Beccali, M., Bonomolo, M., Leccese F., Lista, D., & Salvadori, G. (2018). On the impact of safety requirements, energy prices and investment. *Energy*, 165, Part B, 739-759. doi:10.1016/j.energy.2018.10.011
- Beccali, M., Bonomolo, M., Lo Brano, V., Ciulla, G., Di Dio, V., Massaro, F., & Favuzza, S. (2019). Energy saving and user satisfaction for a new advanced public lighting system. *Energy Conversion and Management*, 195, 943-957. doi:10.1016/j.enconman.2019.05.070
- Bell, S. (1999). *Landscape: Pattern, Perception and Process*. London: E&FN Spon.
- Benente, M. (2010). Il paesaggio culturale: dalla Convenzione UNESCO al Codice dei Beni culturali e del Paesaggio. The cultural landscape: from UNESCO Convention to the Code of the Cultural Heritage and Landscape. In M. Giusti, & E. Romeo (A cura di), *Paesaggi culturali. Cultural landscapes*. Aracne.
- Bisegna, F., Gugliermetti, F., Barbalace, M., & Monti, M. (2010). Metodologie di progettazione e valutazione. ENEA Report RdS/2010/239.
- Bordonaro, E. (2006). Luce e Città: linee Guida per la progettazione dell'illuminazione urbana. Torino: Politecnico di Torino, Facoltà di Architettura, Dottorato in Innovazione tecnologica per l'architettura e il disegno industriale, 18 ciclo. Rel. Chiara Aghemo ; Coord.: Marco Filippi.
- Bourassa, S. (1991). *The Aesthetics of Landscape*. London: Belhaven.
- Boyce, P. (2014). *Human Factors in Lighting* (3rd edition). Boca Raton, FL: CRC Press.
- Boyce, P., Fotios, S., & Richards, M. (2009). Road lighting and energy saving. *Lighting Research & Technology*, 41(3), 245-260. doi:10.1177/1477153509338887
- Buonacorsi, S. (2018). Apparecchi storici di illuminazione tra conservazione ed innovazione tecnologica: il caso di Torino. Politecnico di Torino. Tesi di Laurea in Architettura per il progetto sostenibile (sessione di febbraio 2018). Rel. Chiara Aghemo, Anna Pellegrino; Corr.: Alessandra Paruzzo.
- Bureau of Land Management. (1980). Visual Resource Contrast Rating, BLM Manual Handbook H-8431 (Washington, DC: United States Department of Internal Affairs). Washington, DC. Tratto da <http://www.blm.gov/nstc/VRM/8431.html>

BIBLIOGRAFIA

CAM. (2018). Criteri Ambientali Minimi per servizio di illuminazione pubblica. Decreto ministeriale 28 marzo 2018.

Carli, R., Dotoli, M., & Pellegrino, R. (2015). ICT and optimization for the energy management of smart cities: The street lighting decision panel. *IEEE 20th Conference on Emerging Technologies & Factory Automation (ETFA)*, (p. 1-6). Luxembourg. doi:10.1109/ETFA.2015.7301435

Cassatella, C. (2011). Assessing Visual and Social Perceptions of Landscape. In C. Cassatella, & A. Peano, *Landscape Indicators. Assessing and Monitoring Landscape Quality* (p. 105-140). Springer Netherlands. doi:10.1007/978-94-007-0366-7

Cassatella, C. (2011). L'ingresso sulla scena degli aspetti percettivi. In A. Peano (A cura di), *Fare paesaggio : dalla pianificazione di area vasta all'operatività locale*. Firenze: Alinea.

Cassatella, C. (2012). Lo sguardo sulla città. In C. Cassatella, & F. Bagliani (A cura di), *Paesaggio e bellezza. Enjoy the landscape* (p. 93-105). Torino: Celid - Fondazione OAT.

Cassatella, C. (2014). Linee guida per l'analisi, la tutela e la valorizzazione degli aspetti scenico-percettivi del paesaggio. [Guidelines for the analysis, protection and enhancement of the landscape characteristic]. Research report. MIBACT Direzione Regionale per i beni culturali e paesaggistici del Piemonte, Regione Piemonte, Dipartimento Interateneo di Scienze, Progetto e Politiche del Territorio (DIST), Politecnico e Università di Torino.

Cassatella, C. (2015a). Bellezze panoramiche '22-'22. Innovare le norme di tutela. *XVIII Conferenza Nazionale SIU - Società Italiana degli Urbanisti "ITALIA '45-'45. Radici, condizioni, prospettive"*. Venezia.

Cassatella, C. (2015b). Landscape Scenic Values: Protection and Management from a Spatial-Planning Perspective. In R. Gambino, & A. Peano, *Nature Policies and Landscape Policies: Towards an Alliance* (p. 341-351). Eds. Cham: Springer International Publishing.

Cassatella, C., & Paludi, G. (A cura di). (2018). Atti e rassegna tecnica. *Il Piano paesaggistico del Piemonte. The landscape plan of Piedmont Region*. Torino: Società degli Ingegneri e degli Architetti in Torino. Tratto da <http://art.siat.torino.it/lxxii-n-3/>

Cellucci, L., Burattini, C., Drakou, D., Gugliermetti, F., Bisegna, F., Vollaro, A., Golasi, I. (2015). Urban Lighting Project for a Small Town: Comparing Citizens and Authority Benefits. *Sustainability*, 14230-14244. doi:10.3390/su71014230

Cellucci, L., Monti, L., Gugliermetti, F., & Bisegna, F. (2012). Proposta di una procedura schematizzata per semplificare la redazione dei Piani Regolatori di Illuminazione Comunale (PRIC). ENEA, Report RdS/2012/281.

CIBSE. (2016). *Lighting for the built environment. Lighting Guide 6: The exterior environment*. Lavenham, Suffolk: The Lavenham Press Ltd.

CIBSE/ILE. (1995). *Lighting the Environment*. Birmingham, UK: SP Printgroup.

Città di Torino, & IRIDE Servizi S.p.A. (2011). *Piano della Luce Decorativa*. Torino.

Città di Torino, & IRIDE Servizi S.p.A. (2011). *Piano Regolatore dell'Illuminazione Comunale*. Torino.

Coeterier, J. (1996). Dominant attributes in the perception and evaluation of the Dutch landscape. *Landscape and Urban Planning*, 34(1), 27-44. doi:10.1016/0169-2046(95)00204-9

Commision Internationale de l'Éclairage. (1997). CIE 126:1997, Guidelines for minimizing sky glow. CIE Technical Report.

Commision Internationale de l'Éclairage. (2017). CIE 150:2017, Guide to the Limitation of Obtrusive Light from Outdoor Lighting Installations, 2nd Edition. Vienna: CIE. doi:10.25039/TR.150.2017

Commision Internationale de l'Éclairage. (2019). CIE 234:2019, A guide to urban lighting masterplanning. CIE Technical Report.

Commision Internationale de l'Éclairage. (2019). Proceedings of the 29th CIE SESSION Washington D.C., USA, June 14 – 22, 2019. Washington DC (USA): CIE Central Bureau.

Council of Europe. (2000). *European Landscape Convention*. Firenze.

Daniel, T. (2001). Whither Scenic Beauty? Visual Landscape Quality Assessment in the 21st Century. *Landscape and Urban Planning*, 54, 267-281. doi:10.1016/S0169-2046(01)00141-4

Daniel, T., & Boster, R. (1976). *Measuring Landscape Esthetics: The Scenic Beauty Estimation Method*. USDA Forest Service. Research paper RM-167.

Daniel, T., & Meitner, M. (2001). Representational validity of landscape visualizations: the effects of graphical realism on perceived scenic beauty of forest vistas. *Journal of Environmental Psychology*, 21(1), 61-72. doi:10.1006/jevp.2000.0182

Daniel, T., & Vining, J. (1983). Methodological Issues in the Assessment of Landscape Quality. In I. Altman, & J. Wohlwill (A cura di), *Behavior and the Natural Environment. Human Behavior and Environment (Advances in Theory and Research)*. vol 6. Boston, MA: Springer. doi:10.1007/978-1-4613-3539-9_3

De Paz, J., Bajo, J., Rodríguez, S., Villarrubia, G., & Corchado, J. (2016). Intelligent system for lighting control in smart cities. *Information Sciences*, 372, 241-255. doi:10.1016/j.ins.2016.08.045

BIBLIOGRAFIA

Devoti, C., & Naretto, M. (2017). Dai “beni minori” al patrimonio diffuso: conoscere e salvaguardare il “non monumentale”. In A. Longhi, & E. Romeo (A cura di), *Patrimonio e tutela in Italia a cinquant'anni dall'istituzione della Commissione Franceschini (1964-2014)* (p. 143-154). Ariccia (Roma): Ermes Edizioni Scientifiche.

Di Lecce, P., Mancinelli, A., Mazzocchi, A., & Rossi, G. (2017). Outdoor Adaptive Lighting in the new UNI 11248 Italian Standard and Result of Experience. *Proceedings Lux Europa 2017*, (p. 59-65). Ljubljana.

Djuretic, A., & Kostic, M. (2018). Actual energy savings when replacing high-pressure sodium with LED luminaires in street lighting. *Energy*, *157*, 367-378. doi:10.1016/j.energy.2018.05.179

Dogani, K. (2016). L'immagine notturna della città : la trasformazione con l'avvento delle sorgenti LED. Politecnico di Torino. Tesi di Laurea in architettura per il progetto sostenibile (sessione di dicembre 2016). Rel.: Chiara Aghemo. Corr.: Gabriele Piccablotto.

Ebbensgaard, C. (2014). Illuminights: a sensory study of illuminated urban environments in Copenhagen. *Space and Culture*, *18*, 112-131. doi:10.1177/1206331213516910

Ebbensgaard, C. (2015). Cities of Light - Two Centuries of Urban Illumination. *European Planning Studies*, *28*(3), 1671-1674. doi:10.1080/09654313.2015.1046635

Edensor, T. (2015). Light design and atmosphere. *Visual Communication*, *14*(3), 331–350. doi:10.1177/1470357215579975

English Heritage. (2004). Historic Landscape Characterisation. London. Tratto da <https://historicengland.org.uk/research/methods/characterisation/historic-landscape-characterisation/#Section6Text>

English Heritage. (2012). Seeing the History in the View. Tratto da <https://thegardenstrust.org/wp-content/uploads/2016/11/EH-Seeing-the-History-in-the-View-with-revision-note-2012-1.pdf>

Escolar, S., Carretero, J., Marinescu, M.-C., & Chessa, S. (2014). Estimating energy savings in smart street lighting by using an adaptive control system. *International Journal of Distributed Sensor Networks*. doi:10.1155/2014/971587

European Commission. (2004). *EURELECTRIC, Electricity for More Efficiency: Electric Technologies and their Energy Savings Potential. Volume 121*. Brussels: European Commission.

European Committee for Standardization (CEN). (2015). EN 13201:2015, Road lighting. Brussels, Belgium: CEN.

Farrington, D., & Welsh, B. (2002). Improved street lighting and crime prevention. *Justice Quarterly*, *19*(2), 313-342. doi:10.1080/07418820200095261

- Ferretti, V., & Gandino, E. (2017). Co-designing the solution space for rural regeneration in a new World Heritage site: A Choice Experiments approach. *European Journal of Operational Research*, 268. doi:10.1016/j.ejor.2017.10.003
- Floris, F. (2020). La percezione notturna del paesaggio culturale. Effetti generati dalla riconversione degli impianti di illuminazione nei borghi di Batignano e Montepescali. Politecnico di Torino. Tesi di Laurea in Architettura per il progetto sostenibile (sessione di febbraio 2020). Rel. Anna Pellegrino; Corr.: Lodovica Valetti.
- Fry, G., Tveit, M., Ode, Å., & Velarde, M. (2009). The ecology of visual landscapes: Exploring the conceptual common ground of visual and ecological landscape indicators. *Ecological Indicators*, 9(5), 933-947. doi:10.1016/j.ecolind.2008.11.008
- Ganslandt, R., & Hofmann, H. (1. edition 1992). *Handbook of Lighting Design*. Berlin: ERCO Edition.
- Giacchi, S. (2019). Analisi e applicazione della regolazione adattiva nella Smart Street Lighting. Politecnico di Torino. Tesi di Laurea in ingegneria energetica e nucleare (sessione di dicembre 2019). Rel. Anna Pellegrino; Corr.: Gabriele Piccablotto.
- Gil-de-Castro, A., Moreno-Munoz, A., Larsson, A., & de la Rosa, J. (2012). LED street lighting: A power quality comparison among street light technologies. *Lighting Research and Technology*, 45, 710-728. doi:10.1177/1477153512450866
- Ginesi, A. (2000). *Per una teoria dell'illuminazione dei beni culturali*. Milano: Editoriale Domus.
- Giordano, E. (2018). Outdoor lighting design as a tool for tourist development: the case of Valladolid. *European Planning Studies*, 26(1), 55-74. doi:10.1080/09654313.2017.1368457
- Giusti, M., & Romeo, E. (2010). *Paesaggi culturali. Cultural Landscapes*. Aracne editrice S.r.l.
- Gozo, N., Blaso, L., Caiaffa, E., Fumagalli, S., Giuliani, G., Leonardi, G., Marino, F., Novelli, C., Pizzuti, S., Zini, P.. (2015). Metodologia, progettazione macrofunzionale e casi d'uso di una infrastruttura pubblica energivora. Report RdS/PAR2015/001 .
- Grassia, A. (2018). Riconversione a LED dei centri storici. *Convegno nazionale AIDI "Luce e luoghi. Cultura e qualità"* (p. 95-99). Roma: AIDI.
- Greater London Authority. (2012). London View Management Framework. Supplementary planning guidance. London: Greater London Authority. Tratto da <https://www.london.gov.uk/what-we-do/planning/implementing-london-plan/planning-guidance-and-practice-notes/london-view-management>
- Gugliermetti, F., Bisegna, F., & Monti, L. (2011). *Illuminazione urbana e scenari di progettazione*. ENEA RdS/2011/195.

BIBLIOGRAFIA

Hartig, T. (1993). Nature experience in transactional perspective. *Landscape and Urban Planning*, 25(1-2), 17-36. doi:10.1016/0169-2046(93)90120-3

History of Street Lighting. (2020). Tratto il giorno gennaio 15, 2020 da <http://www.historyoflighting.net/electric-lighting-history/history-of-street-lighting/>

Howley, P. (2011). Landscape aesthetics: assessing the general publics' preferences towards rural landscapes. *Ecological Economics*, 72, 161-169. doi:10.1016/j.ecolecon.2011.09.026

Iacomussi, P., Rossi, G., & Soardo, P. (2012). Energy saving and environmental compatibility in road lighting. *Light and Engineering*, 20(4), 55-63.

Islam, G., Darbayeva, E., Rymbayev, Z., Dikhanbayeva, D., & Rojas-Solórzano, L. (2019). Switching-off conventional lighting system and turning-on LED lamps in Kazakhstan: A techno-economic assessment. *Sustainable Cities and Society*, 51. doi:10.1016/j.scs.2019.101790

Jankowski, W. (1993). *Lighting exteriors and landscapes*. New York.

Jiang, Y., Li, S., Guan, B., Zhao, G., Boruff, D., Garg, L., & Patel, P. (2018). Field evaluation of selected light sources for roadway lighting. *Journal of Traffic and Transportation Engineering*, 5(5), 372-385. doi:10.1016/j.jtte.2018.05.002

Kaplan, R., & Kaplan, S. (1989). *The Experience of Nature: A Psychological Perspective*. New York: Cambridge University Press.

Kelly, R. (1952). Lighting as an Integral Part of Architecture. *College Art Journal*, 12(1), 24-30.

Kostic, M., & Djokic, L. (2009). Recommendations for energy efficient and visually acceptable street lighting. *Energy*, 34, 1565-1572. doi:10.1016/j.energy.2009.06.056

Kruisselbrink, T., Dangol, R., & Rosemann, A. (2018). Photometric measurements of lighting quality: An overview. *Building and Environment*, 138(April), 42-52. doi:10.1016/j.buildenv.2018.04.028

Leccese, F. (2014). Il quadro normativo in tema di inquinamento luminoso. *Seminario dell'Ass.ne Termotecnica Italiana sulla normativa nel Settore del Benessere Ambientale: stato dell'arte e prospettive* (p. 55–64). Firenze: At Firenze (Italy).

Leccese, F., & Tuoni, G. (2003). On the environmental pollution and energy waste due to urban lighting. *WIT Transactions on Ecology and the Environment*, 63, 285-297.

Lothian, A. (1999). Landscape and the Philosophy of Aesthetics: Is Landscape Quality Inherent in the Landscape or in the Eye of the Beholder? *Landscape and Urban Planning*, 44(4), 177-198. doi:10.1016/S0169-2046(99)00019-5

LUCI. (2015). Lighting heritage sites. *Cities and Lighting*, 2, 14–27.

- Lynch, K. (1964). *L'immagine della città*. (P. Ceccarelli, A cura di) Venezia: Marsilio Editori.
- Mansfield, K. (2018). Architectural lighting design: A research review over 50 years. *Light. Res. Technol.*, 50(1), 80–97.
- Mascari, G., Mautone, M., Moltedo, L., & Salonia, P. (2009). Landscapes, Heritage and Culture. *Journal of Cultural Heritage*, 10(1), 22-29. doi:10.1016/j.culher.2008.07.007
- Meier, J., Hasenöhr, U., Krause, K., & Pottharst, M. (A cura di). (2015). *Urban lighting, light pollution and society*. New York: Routledge.
- Meyer, M., & Sullivan, R. (2016). The National Park Service Visual Resource Program: Supporting Parks in Scenery Conservation. *National Association of Environmental Professionals Annual Conference*. Chicago, IL.
- MiBAC, Osservatorio Nazionale per la qualità del paesaggio (2017). *Rapporto sullo Stato delle politiche per il Paesaggio*. MiBAC.
- Micelli, E., & Pellegrini, P. (2018). Wasting heritage. The slow abandonment of the Italian Historic Centers. *Journal of Cultural Heritage*, 31, 180-188. doi:10.1016/j.culher.2017.11.011
- Morgan Pattison, P., Hansen, M., & Tsao, J. (2018). LED lighting efficacy: Status and directions. *Comptes Rendus Physique*, 19(3), 134-145. doi:10.1016/j.crhy.2017.10.013
- Narboni, R. (1995). *La lumière urbaine: éclairer les espaces publics [Urban light, lighting public areas]*. Paris: Le Moniteur.
- Narboni, R. (2004). *Lighting the landscape*. Basle: Birkhäuser publications.
- Narboni, R. (2016). *Landscape lighting*. London: Design Media Publishing Limited.
- Nassauer, J. (1983). Framing the Landscape in Photographic Simulation. *Journal of Environmental Management*, 16(4).
- National Academies of Sciences, Eng., and Med. (2013). *Evaluation of Methodologies for Visual Impact Assessments*. (C. Churchward, J. Palmer, J. Nassauer, & C. Swanwick, A cura di) Washington, DC: The National Academies Press. doi:10.17226/22644
- Niemeijer, D. (2002). Developing indicators for environmental policy: data-driven and theory-driven approaches examined by example. *Environmental Science & Policy*, 5(2), 91-103. doi:10.1016/S1462-9011(02)00026-6
- Niglio, O. (2012). *Le carte del restauro: documenti e norme per la conservazione dei beni architettonici ed ambientali*. Roma: Aracne Editore.
- Ode, Å., & Tveit, M. (2013). Perceptions of stewardship in Norwegian agricultural landscapes. *Land Use Policy*, 31, 557-564. doi:10.1016/j.landusepol.2012.09.001

BIBLIOGRAFIA

- Ode, Å., Tveit, M., & Fry, G. (2008). Capturing landscape visual character using indicators: Touching base with landscape aesthetic theory. *Landscape Research*, 33(1), 89-117. doi:10.1080/01426390701773854
- Ode, A., Tveit, M., & Fry, G. (2010). Advantages of using different data sources in assessment of landscape change and its effect on visual scale. *Ecological Indicators*, 10, 24–31. doi:10.1016/j.ecolind.2009.02.013
- Ordine degli Architetti PPC di Firenze, Ordine degli Architetti PPC di Prato, Fondazione centro studi e ricerche Professione Architetto – ONLUS. (2003). Carta della luce delle città d'arte. Firenze: AIDI.
- Orians, G. H., (1980). Habitat selection: general theory and application to human behavior. In: J. S. Lockard, a cura di *The Evolution of Social Behavior*. New York: Elsevier Science Ltd, p. 49 – 66.
- Ortalda, F. (1998). *La survey in psicologia. Manuale di metodologia di base*. Roma: Carocci editore.
- Ożadowicz, A., & Grela, J. (2017). Energy saving in the street lighting control system. A new approach based on the EN-15232 standard. *Energy Efficiency*, 10, 563–576. doi:10.1007/s12053-016-9476-1
- Pagden, M., Ngahane, K., & Amin, S. (2019). Changing the colour of night on urban streets - LED vs. part-night lighting system. *Socio-Economic Planning Sciences*. doi:10.1016/j.seps.2019.02.007
- Palladino, P. (2005). *Manuale di Illuminazione*. (P. Palladino, A cura di) Milano: Tecniche Nuove.
- Palladino, P. (2018). *Manuale del Lighting Designer. Teoria e Pratica della professione*. Tecniche Nuove.
- Palmer, J., & Hoffman, R. (2001). Rating reliability and representation validity in scenic landscape assessments. *Landscape and Urban Planning*, 54(1-4), 149-161. doi:10.1016/S0169-2046(01)00133-5
- Pellegrino, A., Fisanotti, D., Piccablotto, G., Taraglio, R., Paruzzo, A., & Roscio, G. (2018). Metodologia di verifica e risultati relativi alle prestazioni ambientali ed energetiche nell'ambito di un progetto di rinnovamento dell'illuminazione pubblica urbana. *Convegno nazionale AIDI. "Luce e luoghi. Cultura e qualità"* (p. 167-174). Roma: AIDI.
- Pellerey, F. (2007). *Elementi di statistica per le applicazioni. Con esercizi*. CELID.
- Pellerey, F., Fontana, R., Bonino, D., & Crucinio, F. (2017). *Elementi di statistica per l'ingegneria e l'architettura. Teoria ed esercizi svolti*. Esculapio.

- Peña-García, A., Hurtado, A., & Aguilar-Luzón, M. (2015). Impact of public lighting on pedestrians' perception of safety and well being. *Safety Science*, 78, 142–148. doi:10.1016/j.ssci.2015.04.009.
- Pouta, E., Grammatikopoulou, I., Hurme, T., Soini, K., & Uusitalo, M. (2014). Assessing the quality of agricultural landscape change with multiple dimensions. *Land*, 3(3), 598-616. doi:10.3390/land3030598
- Presidenza Repubblica Italiana. (2004). Decreto Legislativo 22 gennaio 2004, n. 42, Codice dei beni culturali e del paesaggio, GU n.45 del 24-2-2004 – Suppl. Ordin. n. 28, pp. 1–42.
- Quin, G., Meizhen, L., Jin-Hua, M., & Jun-Lei, Z. (2011). The development of urban night tourism based on the nightscape lighting projects. A case study of Guangzhou. *Energy Procedia*, 5, 477-481. doi:10.1016/j.egypro.2011.03.083
- Radulovic, D., Skokb, S., & Kirincicb, V. (2011). Energy efficiency public lighting management in the cities. *Energy*, 36(4), 1908-1915. doi:10.1016/j.energy.2010.10.016
- Ravizza, D. (2006). *Architetture in luce : il progetto d'illuminazione d'esterni : ruoli e funzioni della luce, criteri e metodologia di progetto, materiali e tecnologie, realizzazioni*. Milano: Franco Angeli.
- Regione Piemonte. (2003). Linee Guida per la limitazione dell'inquinamento luminoso e del consumo energetico. Regione Piemonte.
- Regione Piemonte. (2009). Piano Paesaggistico Regionale [Piedmont Region, Regional Landscape Plan].
- Regione Piemonte. (2013). DGR del 30 settembre 2013, n. 34-6436. Candidatura UNESCO "I Paesaggi vitivinicoli del Piemonte: Langhe-Roero e Monferrato". Specificazioni sulla protezione della buffer zone.
- Regione Piemonte. (2015). Linee guida per l'adeguamento dei Pieni Regolatori e dei Regolamenti edilizi alle indicazioni di tutela per il sito UNESCO. Approvato con D.R.G. n.26-2131 del 21 settembre 2015.
- Regione Piemonte. (2017). *Piano Paesaggistico Regionale [Piedmont Region, Regional Landscape Plan]. Approvato con Deliberazione del Consiglio regionale 3 ottobre 2017, n. 233 - 35836*.
- Regione Piemonte. (2018). Legge Regionale Piemonte, 24 marzo 2000, n.31 “Disposizioni per la prevenzione e la lotta all'inquinamento luminoso e per il corretto impiego delle risorse energetiche”. Aggiornata con Legge Regionale 9 febbraio 2018, n.3.
- Regione Toscana. (2018). Piano di indirizzo territoriale con valenza di piano paesaggistico.

BIBLIOGRAFIA

- Rodrigues, C., Almeida, P., Soares, G., Jorge, J., Pinto, D., & Braga, H. (2011). An experimental comparison between different technologies arising for public lighting: LED luminaires replacing high pressure sodium lamps. *Proceedings 2011 IEEE International Symposium on Industrial Electronics*, (p. 141-146). Gdansk, Poland. doi:10.1109/ISIE.2011.5984147
- Romeo, E. (A cura di). (2004). *Il monumento e la sua conservazione. Note sulla metodologia del progetto di restauro* (Celid ed.). Torino.
- Rossi, G., Iacomussi, P., Mancinelli, A., & Di Lecce, P. (2015). Adaptive systems in road lighting installations. *Light & engineering*, 23(4), 33-40.
- Rossi, G., Iacomussi, P., Mancinelli, A., & Di Lecce, P. (2016). Adaptive systems in road lighting installations. *Proceedings of the 28th Session of the CIE. 2015*. Manchester, UK: CIE.
- Roth, M. (2006). Validating the use of Internet survey techniques in visual landscape assessment - An empirical study from Germany. *Landscape and Urban Planning*, 78(3), 179-192. doi:10.1016/j.landurbplan.2005.07.005
- Santopuoli, N., & Sodano, C. (2014). Il concetto di paesaggio nella normativa italiana. The concept of landscape in the italian laws. *La cultura del restauro e della valorizzazione. Temi e problemi per un percorso internazionale di conoscenza.* , 3, p. 1173-1180.
- Seltman, H. (2018). *Experimental design and analysis*. Carnegie Mellon University. Tratto da <http://www.stat.cmu.edu/~hseltman/309/Book/Book.pdf>
- Seshadri, K. (1997). City beautification at night. *Journal of the illuminating engineering institute of japan*, 81(Appendix):139-140.
- Settis, S. (2010). *Paesaggio Costituzione Cemento. La battaglia per l'ambiente contro il degrado civile*. Torino: Einaudi.
- Sevenant, M., & Antrop, M. (2009). Cognitive attributes and aesthetic preferences in assessment and differentiation of landscapes. *Journal of Environmental Management*, 90(9), 2889-2899. doi:10.1016/j.jenvman.2007.10.016
- Sevenant, M., & Antrop, M. (2010). The use of latent classes to identify individual differences in the importance of landscape dimensions for aesthetic preference. *Land Use Policy*, 27(3), 827-842. doi:10.1016/j.landusepol.2009.11.002
- Soardo, P., Iacomussi, P., Rossi, G., & Fellin, L. (2008). Compatibility of road lighting with star visibility. *Lighting Research and Technology*, 40, 307-322. doi:10.1177/1477153508092099

Sottini, V., Bernetti, I., Pecchi, M., & Cipollaro, M. (2018). Visual perception of the rural landscape: A study case in Val di Chiana aretina, Tuscany (Italy). *Aestimum*, 72, 5-26. doi:10.13128/Aestimum-23967

Steg, L., Van del Berg, A., & de Groot, J. (2013). *Manuale di psicologia ambientale e dei comportamenti ecologici*. FerrariSinibaldi.

Strumse, E. (1996). Demographic differences in the visual preferences for agrarian landscapes in Western Norway. *Journal of Environmental Psychology*, 16(1), 17-31. doi:10.1006/jevp.1996.000.

Swanwick, C., & Land Use Consultants. (2002). *Landscape Character Assessment — Guidance for England and Scotland*. Edinburgh: Countryside Agency, Cheltenham and Scottish Natural Heritage. Tratto da <https://www.nature.scot/sites/default/files/2018-02/Publication%202002%20-%20Landscape%20Character%20Assessment%20guidance%20for%20England%20and%20Scotland.pdf>

Tähkämö, L., & Halonen, L. (2015). Life cycle assessment of road lighting luminaires. Comparison of light-emitting diode and high-pressure sodium technologies. *Journal of Cleaner Production*, 93, 234-242. doi:10.1016/j.jclepro.2015.01.025

Terzi, C. (2001). *I piani della luce*. Rozzani (Milano): Editoriale Domus.

Terzi, C. (2003). I piani della luce delle città d'arte di piccola e media grandezza. *Atti del convegno nazionale AIDI 2003* (p. 69–70). AIDI.

Thejo Kalyani, N., Swart, H., & Dhoble, S. (2017). Chapter 4 - Artificial Lighting: Origin—Impact and Future Perspectives. In N. Thejo Kalyani, H. Swart, & S. Dhoble (A cura di), *Woodhead Publishing Series in Electronic and Optical Materials, Principles and Applications of Organic Light Emitting Diodes (OLEDs)* (p. 87-113). Woodhead Publishing. doi:10.1016/B978-0-08-101213-0.00004-7

Tosco, C. (2014). *I beni culturali. Storia, tutela e valorizzazione*. Bologna: Il Mulino.

Touring Club Italiano. (2017). *Borghi da vivere*. Milano: Touring Editore srl e Touring Club Italiano.

Trochim, W., & Donnelly, J. (2006). *The Research Methods Knowledge Base. 3rd Edition*. Cincinnati: Atomic Dog.

Tuan, Y.-F. (1974). *Topophilia*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.

Tudor, C., & Natural England. (2014). *An Approach to Landscape Character Assessment*. London: Natural England.

Tural, M., & Yener, C. (2006). Lighting monuments: Reflections on outdoor lighting and environmental appraisal. *Build. Environ.*, 41(6), 775–782.

BIBLIOGRAFIA

Tveit, M., Ode, Å., & Fry, G. (2006). Key concepts in a framework for analysing visual landscape character. *Landscape Research*, 31(3), 229-255. doi:10.1080/01426390600783269

Tveit, M. (2009). Indicators of visual scale as predictors of landscape preference; a comparison. *Journal of Environmental Management*, 90, 2882–2888.

Ulrich, R. (1979). Visual Landscapes and Psychological Well-Being. *Landscape Research*, 4(1), 17-23. doi:10.1080/01426397908705892

UNESCO World Heritage Centre. (1972). Convention for the Protection of the World Cultural and Natural Heritage [Convenzione sulla tutela del patrimonio mondiale culturale e naturale]. Parigi.

UNESCO World Heritage Centre. (1992). Convention concerning the protection of the world cultural and natural heritage [Convenzione sulla protezione del patrimonio mondiale culturale e naturale]. Santa Fe, USA: World Heritage Committee Sixteenth session.

UNESCO World Heritage Centre. (2003). Cultural Landscapes: Challenges for Conservation. *World Heritage 2002: Shared Legacy, Common Responsibility. Associated Workshops*. Ferrara (Italy): UNESCO World Heritage Centre.

UNESCO World Heritage Centre. (2005). Declaration on the Conservation of Historic Urban Landscapes. WHC-05/15.GA/7. Paris.

UNESCO World Heritage Centre. (2011). Recommendation on the Historic Urban Landscape. Parigi.

UNESCO World Heritage Centre. (2014a). *WHC-14/38.COM/16. Report of the Decisions adopted by the World Heritage Committee at its 38th session (Doha, 2014)*. WHC-14/38.COM/16. Doha: UNESCO. Tratto da <http://whc.unesco.org/en/documents/131277>

UNESCO World Heritage Centre. (2014b). *The Vineyard Landscape of Langhe-Roero and Monferrato. Advisory body evaluation. no.1390*. UNESCO. Tratto da <https://whc.unesco.org/en/list/1390/documents/>

UNESCO World Heritage Centre. (2014c). *The Vineyard Landscape of Piedmont: Langhe-Roero and Monferrato. Nomination file 1390rev*. UNESCO. Tratto da <https://whc.unesco.org/en/list/1390/documents/>

UNESCO World Heritage Centre. (2019). Operational guidelines for the implementation of the world heritage convention. Parigi: Intergovernmental Committee for the Protection of the World Cultural e Natural Heritage.

UNI 10819:1999. (1999). Impianti di illuminazione esterna. Requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso.

UNI 11248:2016. (2016). Illuminazione stradale - Selezione delle categorie illuminotecniche.

UNI EN 13201:2016. (2016). Illuminazione stradale.

University of Pittsburgh. (2010). LED streetlights best buy for cities, researchers report. University of Pittsburgh: ScienceDaily. Tratto da <https://www.sciencedaily.com/releases/2010/03/100308132136.htm>

Valetti, L., & Pellegrino, A. (2019). Analysis and design approach for a nocturnal image of the cultural landscape. *Proceedings of the 29th CIE session, Washington D.C., USA, 14-22/06/2019*. Washington D.C., USA.

Valetti, L., Aghemo, C., & Pellegrino, A. (2018). Paesaggio culturale e immagine notturna: esigenza di una metodologia di progetto della luce. *Atti del Congresso Nazionale AIDI Luce e Luoghi: Cultura e Qualità, Roma 17-18/05/2018*. Roma: AIDI Editore.

Valetti, L., Pellegrino, A., & Aghemo, C. (2020). Cultural landscape: towards the design of a nocturnal lightscape. *Journal of Cultural Heritage, 42*, 181-190. doi:10.1016/j.culher.2019.07.023.

Valpreda, F., Iacomussi, P., & Rossi, G. (2019). Innovative design and metrological approaches to smart lighting. *Proceedings of the 29th CIE session* (p. 1817-1822). Washington D.C., USA: CIE. doi:10.25039/x46.2019

van den Berg, A., & Koole, S. (2006). New Wilderness in the Netherlands: An Investigation of Visual Preferences for Nature Development Landscapes. *Landscape and Urban Planning, 78*(4), 362-372. doi:10.1016/j.landurbplan.2005.11.006

van den Berg, A., Vlek, C., & Coeterier, J. (1998). Group differences in the aesthetic evaluation of nature development plans: a multilevel approach. *Journal of Environmental Psychology, 18*(2). doi:10.1006/jevp.1998.0080

Vecco, M. (2010). A definition of cultural heritage: From the tangible to the intangible. *Journal of Cultural Heritage, 11*(3), 321-324. doi:10.1016/j.culher.2010.01.006

Weisbuch, C. (2018). Historical perspective on the physics of artificial lighting. *Comptes Rendus Physique, 19*(3), 89-112. doi:10.1016/j.crhy.2018.03.001

Wherrett, J. (2000). Creating Landscape Preference Models Using Internet Survey Techniques. *Landscape Research, 25*(1), 79-96. doi:10.1080/014263900113181

Wilson, E. (1984). *Biophilia, the human bond with other species*. Cambridge (Massachusetts): Harvard University Press.

BIBLIOGRAFIA

Yu, K. (1995). Cultural variations in landscape preference: comparisons among Chinese sub-groups and Western design experts. *Landscape and Urban Planning*, 32(2), 107-126. doi:10.1016/0169-2046(94)00188-9

Yoomak, S., Jettanasen, C., Ngaopitakkul, A., Bunjongjit, S., & Leelajindakrairerk, M. (2018). Comparative study of lighting quality and power quality for LED andHPS luminaires in a roadway lighting system. *Energy and Buildings*, 159, 542–557. doi:10.1016/j.enbuild.2017.11.060

Žák, P., & Vodráčková, S. (2016). Conception of public lighting. *Proceedings IEEE Lighting Conference of the Visegrad Countries (Lumen V4)*, (p. 1-4). Karpacz. doi:10.1109/LUMENV.2016.7745514

APPENDICE A

Definizioni analisi e parametri statistici

Outliers (valori anomali)

Valori estremi di una distribuzione che si caratterizzano per essere considerevolmente diversi rispetto al resto del campione e che rappresentano perciò casi isolati rispetto al resto della distribuzione.

Distanza di Cook

Misura l'influenza di un singolo caso sulla stima dei coefficienti di regressione, quando il singolo caso viene rimosso dal processo di stima. Definito un valore soglia, permette di individuare all'interno del campione i dati che influenzano negativamente il modello di regressione, di cui è opportuno verificare la validità e che potrebbero risultare outliers (un valore elevato di distanza di Cook è indice che escludendo il caso dal modello i coefficienti di regressione cambiano in modo sostanziale).

Tecnicamente la distanza di Cook è calcolata rimuovendo il dato i-esimo dal modello e ricalcolando la regressione.

La distanza di Cook del dato i-esimo è calcolata come:

$$D_i = \frac{\sum_{j=1}^n (\hat{y}_j - \hat{y}_{j(i)})^2}{p\sigma^2}$$

Dove:

\hat{y}_j : risposta ottenuta considerando il campione completo

$\hat{y}_{j(i)}$: risposta ottenuta escludendo l'osservazione i-esima

p: ordine della regressione multipla

σ : varianza stimata del campione, sulla base di tutte le osservazioni

ANALISI DI CORRELAZIONE BIVARIATA

Analisi statistica che permette di evidenziare se intercorrono relazioni tra due o più variabili casuali distinte e valutare l'intensità e il segno del legame lineare. Il tipo di dipendenza oggetto di studio è la "dipendenza statistica", che non implica necessariamente una dipendenza causa-effetto tra le due variabili in esame.

Coefficiente di correlazione di Spearman (rho di Spearman, ρ):

Indice di correlazione non parametrico. Permette di valutare la forza e la direzione del rapporto tra due variabili. Viene utilizzato nei casi in cui le assunzioni per il modello di correlazione parametrica (coefficiente di correlazione di Pearson) non sono soddisfatte e in particolare quando la distribuzione delle variabili non risulta normale o per variabili di tipo ordinale.

Il coefficiente di correlazione di Spearman può assumere valori compresi tra - 1 e + 1 indicando nel segno e nel valore il tipo e la forza della correlazione. Una correlazione positiva è indice di una correlazione direttamente proporzionale, una correlazione negativa indica una correlazione inversamente proporzionale. Valori di ρ prossimi ad 1 indicano una perfetta correlazione, valori di ρ tendenti a 0 indicano una correlazione nulla.

È calcolato come:

$$\rho = 1 - \frac{6 \sum d_i^2}{n(n^2 - 1)}$$

Dove:

$d_i = (r_i - s_i)$ è la differenza dei ranghi (essendo r_i e s_i rispettivamente il rango della prima variabile e della seconda variabile della i -esima osservazione).

n = numero di osservazioni.

Significatività (Sig., p -value):

Indica la probabilità di compiere un errore nel rifiutare l'ipotesi nulla (H_0) quando questa è vera (errore I di specie). Nel caso si stia testando l'uguaglianza tra due popolazioni (in media o in distribuzione), allora l'ipotesi nulla (H_0) prevede che non esistano differenze significative tra i gruppi riguardo al parametro considerato ed eventuali differenze osservate siano da attribuire solo caso.

Tanto più il valore di significatività è basso e tanto più è possibile rifiutare H_0 , cioè l'inconsistenza del modello. Può assumere valori compresi tra 0 ed 1. Valori di p -value prossimi a 0 sono indice che è possibile rifiutare l'ipotesi nulla; valori di p -value al di sopra di un definito valore soglia al contrario non rappresentano un evidente segnale che l'ipotesi nulla sia falsa.

MODELLI MISTI LINEARI (LINEAR MIXED EFFECTS MODEL - LME)

Particolare tipo di analisi di regressione multipla lineare. Fornisce un approccio generale e flessibile che può essere utilizzato per modellare i dati correlati ottenuti da misurazioni ripetute. Il termine “mixed” si riferisce all’utilizzo di effetti sia fissi (*fixed effects*) che casuali (*random effects*) nella medesima analisi. In particolare, gli effetti fissi sono variabili esplicative che influenzano la risposta media di tutti i risultati; gli effetti casuali sono campi i cui valori possono essere considerati un campione casuale di una popolazione di valori più ampia.

L'idea di base è che gli effetti fissi forniscano stime del tasso medio di cambiamento della popolazione, mentre gli effetti casuali siano indice della variabilità generale tra i soggetti, non realizzabile con una semplice analisi di regressione.

In generale, il modello LME per una variabile di risposta Y, che dipende dall'i-esimo variabile, può essere presentato nella forma:

$$Y_i = (a + \alpha_i) + b_1 \cdot X_1 + b_2 \cdot X_2 + \dots + \varepsilon_i$$

Dove:

X₁, X₂: parametri effetti fissi

b₁, b₂: coefficienti dei parametri effetti fissi

a: componente fissa dell'intercetta

α_i: componente random dell'intercetta

ε_i: variazione residua o inspiegabile, considerata un effetto casuale.

Stima dell'intercetta

È il valore stimato dal modello per l'intercetta della retta di regressione.

Errore standard (associato alla stima)

Errore standard associato al valore dell'intercetta stimato.

Valore t

Calcolato come il valore della *stima* diviso per *l'errore standard*.

Valori di t bassi (in valore assoluto) sono indice che lo specifico individuo (la sua intercetta) si discosta poco dal comportamento medio (corrispondente al valore “a” nella formula soprariportata), al contrario valori di t elevati (in valore assoluto) sono indice che lo specifico individuo (la sua intercetta) è significativamente diverso dal comportamento medio.

ANALISI FATTORIALE

Insieme di tecniche statistiche che permettono di individuare, sulla base di un determinato numero di variabili osservate, variabili latenti (o fattori) in grado di spiegare il modello di correlazione tra le variabili osservate.

È spesso utilizzata nella riduzione di set di dati, mediante l'identificazione di fattori in grado di spiegare gran parte della varianza osservata tra un maggior numero di variabili iniziali, senza determinare una perdita significativa a livello di informazioni iniziali.

Metodo delle componenti principali

Metodo di estrazione fattoriale. Prevede di derivare dalle n variabili iniziali un numero inferiore di fattori (nuove variabili), in grado di rappresentare una quota considerevole della varianza delle variabili originarie. Ogni componente estratta deriva da una combinazione lineare di tutte le variabili osservate. L'estrazione avviene una componente alla volta e il primo componente spiega la percentuale di varianza maggiore (autovalore più grande). A seguito dell'estrazione di un componente, viene calcolata la matrice dei residui e su questa viene ripetuta l'estrazione. I componenti successivi spiegano quindi porzioni più piccole di varianza.

Metodo di rotazione Varimax con normalizzazione di Kaiser

Quando stesse variabili presentano saturazioni elevate su più fattori, rendendo difficile l'interpretazione dei risultati, diventa necessaria una trasformazione della matrice delle saturazioni delle variabili dei fattori. Tale trasformazione viene effettuata ruotando i fattori, ovvero spostandone la posizione nello spazio, in modo tale che una singola variabile correli con un solo fattore e per nulla o poco con gli altri.

Il metodo di rotazione Varimax è un tipo di rotazione ortogonale (gli assi rispetto ai quali i fattori si posizionano vengono quindi mantenuti ortogonali, rimanendo tra loro non correlati), finalizzato a semplificare l'interpretazione dei fattori. La rotazione massimizza la somma delle varianze, ossia i quadrati delle saturazioni delle variabili sui fattori, aumentando le saturazioni iniziali elevate e riducendo quelle con valori iniziali bassi. La matrice delle saturazioni fattoriali, contenente le correlazioni tra variabili e fattori, esprime anche il peso che un fattore ha su ciascuna variabile.

È una trasformazione utile soprattutto in presenza di più fattori ed è inoltre raccomandabile se si vuole ottenere una separazione netta tra i fattori e se la rotazione è effettuata senza precisi criteri di riferimento.

Fattore

Corrisponde alla dimensione/costrutto non misurabile direttamente (quindi latente) e riassume le relazioni tra le variabili originariamente misurate.

Punteggio fattoriale (factor score)

Conoscendo i punteggi di un soggetto sulle variabili originarie è possibile definire il suo punteggio fattoriale, ovvero il suo punteggio relativo alla combinazione di variabili che determina il fattore. Può essere calcolato usando varie forme di regressione multipla.

Autovalore

Varianza dei fattori latenti.

Varianza

Corrisponde al quadrato della deviazione standard. È uno dei principali indici di variabilità di una distribuzione statistica.

Nell'ambito dell'analisi fattoriale, per identificare il numero di variabili necessarie a descrivere in modo sufficientemente accurato il sistema si valuta la varianza spiegata, ovvero la misura dell'informazione di varianza contenuta nelle prime m componenti principali considerate. In particolare, si calcolano i rapporti tra varianza di ogni componente principale e varianza totale, cumulando i risultati ottenuti e definendo un livello minimo di varianza spiegata dal modello si ottiene il numero di componenti principali da mantenere.

La varianza spiegata risulta quindi essere l'indicatore di quanto ciascun fattore spiega l'informazione iniziale. La percentuale di varianza spiegata complessiva esprime la capacità della soluzione adottata di rendere ragione delle correlazioni tra le variabili.

Varianza cumulata

Percentuale di varianza cumulata (%), data dalla somma delle varianze relative ai fattori analizzati fino a quel punto.