

Processi innovativi per l'adattamento delle città ai cambiamenti climatici: computational masterplanning

Lorenzo Massimiano* e Andrea Galli**

Sessione 11: "Lettura delle strategie di contenimento del consumo di suolo e di adattamento della città al cambiamento climatico"

Abstract

In Italia la scelta di occuparsi dei cambiamenti climatici, nonostante l'estrema urgenza, non è ancora regolata da strumenti urbanistici definiti, e pertanto dipende in larga parte dalla sensibilità dei singoli enti territoriali. Proprio in virtù della mancanza di obblighi, sono pochissime le realtà che si sono dotate degli strumenti adatti a riorganizzare il territorio in base ai cambiamenti climatici. A ciò va aggiunto che le analisi ambientali vengono effettuate con dei dispositivi di rilevazione che spesso non ci consentono di ottenere informazioni dettagliate dal punto di vista spaziale. Eppure oggi abbiamo a disposizione: droni, sensori, scanner 3D e tutta una serie di strumentazioni ICT che ci consentirebbero di attingere dal nostro territorio moltissime informazioni. Basti pensare ai passi in avanti che sono stati compiuti nel campo dell'agricoltura da quando questi mezzi sono stati impiegati, tanto da parlare oggi di "agricoltura di precisione". E non solo la parte hardware, ma anche quella software si è potenziata, permettendoci di gestire ed elaborare moltissimi dati.

Quali sono dunque le opportunità che questi nuovi dispositivi tecnologici ci mettono a disposizione nel campo dell'adattamento delle città ai cambiamenti climatici?

Per rispondere a questa domanda il gruppo di ricerca sta continuando ad esplorare il concetto di "Progettazione Ambientale di Precisione", una metodologia finalizzata ad analizzare le condizioni ecologiche di porzioni contenute di città. In questo paper verrà esposto il lavoro in corso nella costruzione dei diversi aspetti metodologici. L'obiettivo è quello di condividere con la comunità scientifica un approccio innovativo, che impiega tecnologie come ICT e modelli computazionali per rispondere alle sfide ambientali contemporanee.

* Dipartimento di Urbanistica, Università "G.d'Annunzio" di Chieti e Pescara,
lorenzo.massimiano@unich.it

** Ingegnere, ricercatore indipendente e docente di *computational design*,
andr.galli@gmail.com

Introduzione

Il fenomeno globale dei cambiamenti climatici sta interessando le nostre città in misura sempre più rapida e impattante. La consapevolezza di dover agire attraverso misure di adattamento e, per quanto possibile, di mitigazione degli effetti, sta finalmente uscendo dai luoghi deputati alla ricerca scientifica per interessare le agende politiche degli stati di buona parte del pianeta.

In questo nuovo scenario di maggiore sensibilità verso le tematiche ambientali globali, che ruolo può giocare l'architettura e la progettazione del territorio?

Possiamo cominciare col dire che rispetto a pochi anni fa le "cassette degli attrezzi" dell'architetto e del pianificatore si sono arricchite di nuovi strumenti come droni, sensori di parametri ambientali, scanner laser, e molte altre innovazioni nel campo delle ICT che consentono di acquisire una mole consistente di informazioni sul territorio.

L'elaborazione di questi dati offre la possibilità di effettuare diagnosi molto accurate sullo "stato di salute" di porzioni urbane sempre più circoscritte e di porre in essere specifiche azioni progettuali, mirate a rendere le città e i territori maggiormente resilienti rispetto agli effetti del fenomeno dei cambiamenti climatici.

Gli strumenti computazionali

Nell'ultimo decennio gli strumenti computazionali che sfruttano algoritmi matematici per la modellazione 3D hanno reso possibile dei sostanziali passi in avanti a livello progettuale. Software di nuova generazione consentono di andare oltre la sola fase rappresentativa tipica del *Computer Aided Design* (CAD), introducendo nuovi processi capaci di supportare la fase progettuale vera e propria. Questo nuovo approccio si basa sulla creazione di relazioni tra le parti elementari di un sistema complesso. Esso funziona in modo tale che il mutamento anche di un singolo elemento produca in automatico l'auto-organizzazione dell'insieme di elementi interconnessi; il tutto in maniera coerente con i principi stabiliti a priori dal progettista. Questo comportamento è considerato "adattivo" proprio in virtù dell'inedita capacità del progetto di adattarsi automaticamente in base agli input che gli vengono forniti e alle regole di configurazione inserite nel sistema. In altre parole, oggi il progettista può utilizzare lo strumento computazionale per tracciare schemi logici, costruire relazioni, disegnare regole, e non più soltanto per rappresentare la sua idea. I vantaggi associati a questo nuovo approccio sono numerosi, ma quello che più ci interessa sottolineare riguarda la possibilità di costruire una metodologia con la quale controllare il progetto urbano dal punto di vista delle performance ambientali, facendo in modo che il risultato finale mantenga le prestazioni stabilite anche al variare dei suoi elementi compositivi. Nel paragrafo seguente entreremo nel dettaglio di una possibile metodologia che impieghi queste potenzialità.

Quadro metodologico per il *computational masterplanning*

Come dicevamo all'inizio, il progetto adattivo si basa sulla costruzione di algoritmi e ciò ci consente di gestire l'intero processo progettuale in un unico flusso di informazioni interconnesse. In questo modo diventa possibile intervenire in ogni momento nei diversi punti dell'algoritmo, per sperimentare l'effetto della modifica dei parametri sul risultato finale e confrontare i diversi scenari di progetto che emergono di conseguenza.

Le sperimentazioni che il gruppo di ricerca ha svolto durante gli ultimi anni hanno portato a delineare un *framework* metodologico tagliato per la progettazione di masterplan alla scala urbanistica, che potremmo chiamare "computational masterplanning". Esso si costituisce di quattro macro fasi: analisi del contesto; definizione della griglia infrastrutturale; definizione delle volumetrie (*massing*); ottimizzazione e analisi multiscenario.

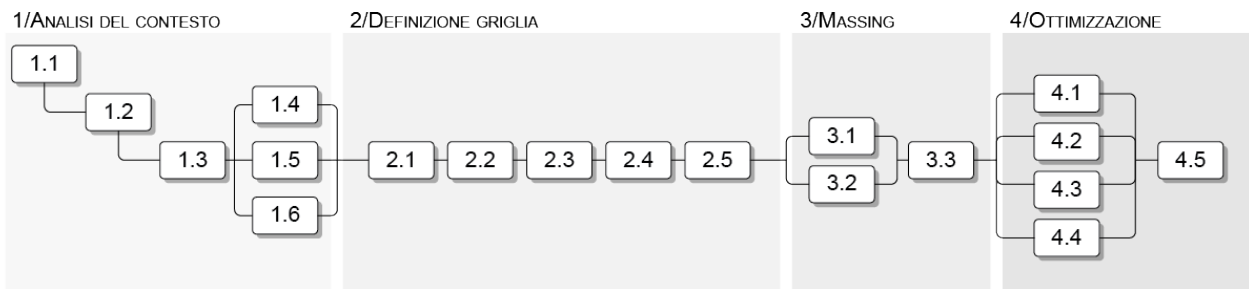


Figura 1 | Framework metodologico per il computational masterplanning. Fonte: Andrea Galli 2019

Ad ognuna di queste quattro fasi corrisponde un gruppo di algoritmi, che rappresentano i diversi *step* attraverso cui viene man mano sviluppato il masterplan. Essi vengono posti in una relazione gerarchica che segue lo schema riportato nella figura 1. Di seguito sono descritti sinteticamente:

1. *Analisi del contesto*: è considerata una fase preparatoria in cui si effettuano le analisi necessarie alla conoscenza del contesto. Nello specifico esso si divide in:
 - 1.1. Importazione della base topografica 3D su scala territoriale a partire dai differenti *database* disponibili. A questo scopo possono essere utilizzate piattaforme *on-line open source* o ad esempio file *GeoTIFF* messi a disposizione dalla NASA.
 - 1.2. Modellazione del contesto urbano esistente. Essa può essere ottenuta sovrapponendo diversi livelli di dati geolocalizzati (aperti o forniti da soggetti privati) ed eventualmente essere completata dall'utente.
 - 1.3. Individuazione dei punti di interesse/attrattori locali che possono essere identificati dall'utente o provenire da ulteriori *database* geolocalizzati.
 - 1.4. Analisi e simulazioni relative all'impatto dei venti dominanti sul contesto esistente.
 - 1.5. Analisi e simulazioni finalizzate a comprendere l'ombreggiamento generato dal contesto esistente.
 - 1.6. Analisi e simulazioni relative alle caratteristiche del soleggiamento del contesto esistente.

2. *Definizione della griglia infrastrutturale*: in questa fase si ricostruisce la rete di infrastrutture per la viabilità multimodale all'interno dell'area coinvolta.
 - 2.1. Definizione degli accessi principali alla porzione di territorio soggetta all'intervento.
 - 2.2. Definizione della griglia infrastrutturale principale; essa viene realizzata a partire dagli assi viari principali per poi sovrapporvi i punti di interesse di maggior importanza e altre caratteristiche di carattere generale che servono a stabilire una gerarchia di flussi.
 - 2.3. Definizione della griglia infrastrutturale secondaria.
 - 2.4. Assegnazione per ogni asse viario delle caratteristiche geometriche e tipologiche delle strade (ad es. larghezza, tipologia, volume di traffico, ecc..)

- 2.5. Delimitazione dei macro-blocchi risultanti dalle caratteristiche geometriche della griglia.
3. *Definizione delle volumetrie (massing)*: questa fase si concentra sull'edificato. Si definiscono qui le relazioni geometriche da porre alla base dello sviluppo plani-volumetrico che si vuole ottenere nel masterplan.
 - 3.1. Definizione delle superfici edificabili (*parcels*), risultanti dalla definizione di vincoli quali arretramenti stradali, distanze minime tra edifici, ecc... questi vincoli possono derivare direttamente dalle norme tecniche di attuazione o avere caratteristiche più restrittive.
 - 3.2. Definizione dei connotati delle diverse tipologie funzionali ed edilizie, quali altezza massima/minima, sviluppo verticale/a corte/a schiera, ecc...
 - 3.3. Definizione delle regole di distribuzione delle tipologie in base agli obiettivi definiti nel *brief* di progetto e alle normative urbanistiche vigenti.
4. *Ottimizzazione e analisi multiscenario*: la quarta fase ha lo scopo di attribuire ai vari elementi del masterplan le caratteristiche ottimali in base agli ambiti tematici sui quali si vuole intervenire (ecologico, infrastrutturale, etc..) e di verificarne poi le prestazioni simulando diversi scenari. Questa fase si realizza attribuendo per le diverse aree tematiche dei parametri/soglia che si desidera ottenere.
 - 4.1. Assegnazione delle regole di ottimizzazione nella distribuzione delle tipologie e della densità abitativa.
 - 4.2. Assegnazione delle regole di ottimizzazione delle caratteristiche ambientali.
 - 4.3. Assegnazione delle regole di ottimizzazione della mobilità.
 - 4.4. Assegnazione delle regole di ottimizzazione costi di costruzione/rendita.
 - 4.5. Comparazione di diversi scenari progettuali ottenuti attraverso solutori finalizzati alla massimizzazione della performance di un unico parametro o di solutori multi-obiettivo in cui è possibile far variare i pesi di diversi parametri.

Analisi ambientali

Recentemente il gruppo di ricerca ha lavorato sull'affinamento del *framework* descritto nel paragrafo precedente, orientandolo in maniera più netta sulle questioni ambientali. Con la presente ricerca si vogliono dunque evidenziare una serie di integrazioni che hanno lo scopo di potenziare il processo dal punto di vista della performance ambientale e dell'adattamento ai cambiamenti climatici. Le implementazioni riguardano in primo luogo la fase di analisi del contesto: al suo interno sono stati introdotti due ulteriori passaggi (*step 1.7 e step 1.8*) tagliati per ricavare informazioni sul profilo climatico dell'area di studio.

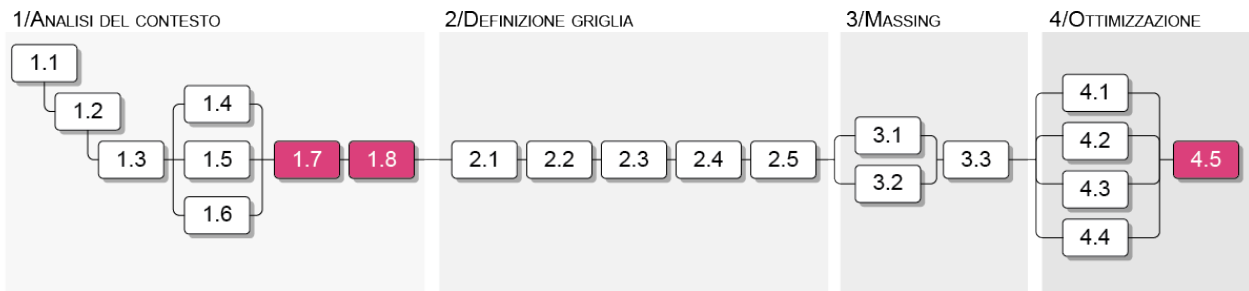


Figura 2 | Framework metodologico per il computational masterplanning integrato per la progettazione ambientale di precisione. Fonte: Andrea Galli 2019

Step 1.7: individuazione degli *hotspot*.

Il contesto territoriale costruito negli step precedenti al punto 1.7 servirà come base di lavoro sulla quale intervenire con analisi ambientali più approfondite e circoscritte. Il risultato è una mappa nella quale emergono gli *hotspot*, zone sensibili in cui il progettista è chiamato a porre maggiormente l'attenzione.

Step_1.8: analisi di precisione.

Una volta elaborata la mappa e selezionate le aree su cui si intende intervenire, si scende di scala per analizzare più in dettaglio la singola zona sensibile. Il modello 3D del contesto viene pertanto processato attraverso algoritmi di analisi, nel nostro caso sviluppati con l'ausilio del software *Grasshopper* e di *plug-in* specifici. Tali analisi mirano ad estrarre dei parametri di riferimento, quali ad esempio:

- Superficie permeabile/impermeabile (espressa in percentuale rispetto al totale)
- Superficie pedonale (espressa in percentuale rispetto al totale)
- Superficie ciclabile (espressa in percentuale rispetto al totale)
- Superficie destinata a mezzi privati (espressa in percentuale rispetto al totale)
- Superficie destinata a mezzi pubblici (espressa in percentuale rispetto al totale)
- Superficie destinata a parcheggi (espressa in percentuale rispetto al totale)
- Numero di mezzi parcheggiati ed esposti al sole
- Soleggiamento/ombreggiamento: isola di calore (estensione e intensità)
- *Canopy* (quantità di chiome degli alberi)
- Coefficiente di albedo del suolo
- Coefficiente di albedo superfici irradiate
- Qualità dell'aria
- Altro...

Questi parametri consentono di ottenere una “mappa interpretativa” dello stato di fatto. Maggiori saranno i parametri analizzati, tanto più accurata sarà l'analisi che ne deriva. Il rischio che si corre, però, è quello di non riuscire a leggere o a controllare la mole di informazioni legate all'area. Per questo motivo è molto importante elaborare un modello di visualizzazione che renda chiari e leggibili i dati ottenuti. Un modo per avere un quadro sintetico del risultato è creare dei “cruscotti di controllo” (*dashboards*) che evidenzino con colori diversi il livello raggiunto dai diversi parametri, confrontando il dato ricavato con un valore soglia prestabilito (dalle normative vigenti o dal progettista). Sapremo così, ad esempio: se la zona ha dei valori di irradiazione solare preoccupanti, se la percentuale di

verde è accettabile, se il livello di permeabilità del suolo è buono, etc., facendo emergere immediatamente i punti critici sui quali andare ad intervenire nel progetto.

Una volta effettuate le analisi di precisione fin qui descritte, nella fase 4.5 di “ottimizzazione e analisi dello scenario di progetto” sarà possibile intervenire progettualmente sui parametri più critici tenendo sotto controllo, grazie ai cruscotti, le conseguenze che ogni decisione genera sul resto del progetto. Sarà inoltre possibile definire molteplici scenari, ognuno con le proprie performance ambientali, al fine di verificarne i pro e i contro. Questi scenari diventano estremamente utili se messi a disposizione del decisore pubblico o dei vari stakeholders, che potranno confrontarli considerando gli impatti economici e sociali degli interventi proposti.

“Progettazione Ambientale di Precisione”

Nel corso del paper abbiamo descritto un approccio sul tema dell’adattamento ai cambiamenti climatici messo a punto dal nostro gruppo di ricerca, con l’obiettivo di condividere con la comunità scientifica i risultati ottenuti. Potremmo definire la metodologia di intervento come “*Progettazione Ambientale di Precisione*”, riferendoci con questo termine alla possibilità di utilizzare un *tool* di strumenti innovativi (droni, sensori, software generativi, etc.) per analizzare le condizioni di porzioni urbane anche molto circoscritte, al fine di individuare interventi progettuali puntuali capaci di migliorarne le performance ambientali. Il termine è mutuato dall’ “agricoltura di precisione”, approccio che già da alcuni anni sta generando considerevoli passi in avanti per ciò che riguarda l’impiego di tecnologie e metodologie all’avanguardia. La scelta di trasporre un tale approccio in ambito urbano è motivata dall’urgenza di dare una risposta efficace alle conseguenze dovute ai cambiamenti climatici. Riteniamo infatti che per realizzare delle città effettivamente resilienti sia necessario intervenire non solo fisicamente sul territorio, ma anche sugli strumenti urbanistici, di analisi e di progetto che lo conformano. Per fare ciò ci vengono in aiuto le numerose possibilità che questa epoca ci consente, soprattutto quelle conseguenti alla rivoluzione digitale.

Il prosieguo della ricerca vedrà impegnato il gruppo nel verificare la validità della metodologia elaborata applicandola a contesti urbani specifici. Attraverso l’insieme dei casi concreti elaborati seguendo questa metodologia si potrebbe arrivare a definire le Linee Guida degli interventi per l’adeguamento di edifici, quartieri o intere città ai cambiamenti climatici, da proporre quali esempi per l’adozione di soluzioni di intervento in territori diversi da quelli oggetto di studio, che presentino tuttavia analoghe caratteristiche.

Bibliografia

Fusero P., Massimiano L., (2018) “Precision Environmental Planning: strumenti e metodi innovativi per una ‘pianificazione ambientale di precisione’”, atti della XI giornata studi INU, *Urbanistica Informazioni*, n. 278, INU Edizioni

Galli A., Massimiano L. (2015), “Progettazione parametrica della città attraverso gli open data”, atti della IX Giornata Studi INU, *Urbanistica Informazione*, n.263, INU Edizioni

Galli A. (2015), "Urbanistica Parametrica, strumenti e tecniche per la progettazione della città di domani", in *Quaderni di dottorato di ricerca in Ingegneria Edile, sintesi di studi e ricerche*, Litiri Editore, Reggio Calabria.

Herthogs P. et alii (2019), "Big data informed urban design and governance", in S. Cairns, D. Tunas, ed., *Future Cities Laboratory: Indicia 02*, Lars Müller Publishers, Zurich.

Koenig R. et alii (2017), "Interactive urban synthesis: computational methods for fast prototyping of urban design proposals", *CAAD Futures 2017*, Istanbul.

Miao Y. et alii (2018), "Computational urban design prototyping: Interactive planning synthesis methods—a case study in Cape Town", *International Journal of Architectural Computing*, nr 16, p. 212-226.