

A BIM - GIS VALUATION MODEL OF URBAN GREEN INFRASTRUCTURE PROJECT

Relatore:

Prof. Ing. Angela Poletti

**Tesi di Laurea di:
Maria Anna Di Iorio
Chiara Rovelli**

ABSTRACT

The main aim of the thesis is to develop a toolkit for assessing eco-systemic benefits related to the design of green infrastructure in urban areas. After a review of the literature concerning the valuation of green infrastructure in urban areas, are existing instruments defining their limits and advantages are considered. The point of view assumed in setting the toolkit is to bring out an assessment of costs and benefits of architectural design which goal is to assess the 'Total Economic Value' of the project. The toolkit uses different tools based on BIM and GIS software proprietary and open source, beginning to investigate their interoperability.

The toolkit developed considers the benefits according to different thematic areas: **Climate change adaptation and mitigation, Flood alleviation and water management, Health and well-being, Land and property values and Landscape.**

The thematic **Climate change adaptation and mitigation** in the specific area is relative to the influence of vegetation on the area temperature, carbon dioxide absorbed by the plants and to the mitigation of the wind velocity which affects the decrease of energy expenditure for heating and cooling buildings that overlook the tree lined.

Regarding the area **Flood alleviation and water management**, it is made by GIS analysis of the permeability of the soil, with the aim of quantifying the volume of water not absorbed, since the input of the verification of the sewerage system.

The quantification of the benefits associated with health (**Health and well-being**) has been developed by applying the results of a World Health Organization study, the Health Economic Assessment Tool (HEAT), which allows you to calculate, based on the average statistical value of life in each European country, the value of a new bicycle and pedestrian path.

It's been studied the increase of real estate value of the apartments (**Land and property values**) with a view of the new green infrastructure, by studies in literature. The method adopted by the toolkit is based on the analysis of case studies from which can emerge through statistical combinations results in monetary terms. It's evident as the price of the same "architecture" in proximity of a green infrastructure increases. Through cost-benefit analysis it's possible quantify how much is this added value, linked to the presence and proximity of green infrastructure.

Then for the **Landscape** area indicators of quality-complexity landscaping are analysed: distribution of landscape attributes, spatial organization of landscape attributes, variation and the contrast. The landscape has been assessed according to the subcategories of visual and sound perception. Regarding the Soundscape are analysed decibel levels of noise pollution by the NoiseTube tool.

The goals it's to demonstrate the strong correlation that exists between the architectural and urban design, and bring the benefits of green infrastructure plan, not only in terms of aesthetics, but also in terms of health, climate, social and economic.

The toolkit is tested to evaluate the benefits produced by the creation of a park in the city of Rotterdam. In the case study, it's also applied a traditional financial valuation model to test the toolkit by a private and public operator.

ABSTRACT

L'obiettivo principale della tesi è quello di sviluppare un toolkit per la valutazione dei benefici ecosistemici legati alla progettazione di infrastrutture verdi in ambito urbano. Dopo una analisi della letteratura in tema di valutazione di infrastrutture verdi in ambito urbano, si sono considerati gli strumenti esistenti definendone limiti e vantaggi. L'ottica assunta nella impostazione del toolkit è quella di fare emergere mediante la valutazione del progetto di architettura costi e benefici nel tentativo di catturare il 'Valore Economico Totale' del progetto. Il toolkit utilizza diversi strumenti basati su software BIM e GIS proprietari e open source, iniziando ad indagare la loro interoperabilità.

Il toolkit sviluppato considera i benefici secondo differenti aree tematiche: **Climate change adaptation and mitigation, Flood alleviation and water management, Health and well-being, Land and property values and Landscape.**

L'area tematica **Climate change adaptation and mitigation** è relativa nello specifico all'influsso della vegetazione sulla temperatura dell'area, all'anidride carbonica assorbita dalle piante e alla mitigazione della velocità del vento che si ripercuote sulla diminuzione di spesa energetica per il riscaldamento ed il raffrescamento degli edifici che si affacciano sull'area alberata.

Per quanto riguarda l'area **Flood alleviation and water management**, si è fatta un'analisi mediante GIS della permeabilità del suolo, col di fine di quantificare il volume di acqua non assorbito, dato di input della verifica del sistema fognario.

La quantificazione dei benefici associati alla salute (**Health and well-being**) è stata sviluppata applicando i risultati di uno studio dell'Organizzazione Mondiale della Sanità, Health Economic Assessment Tool (HEAT), che consente di calcolare, sulla base del valore statistico medio della vita in ciascun paese europeo, il valore di un nuovo tratto di percorso ciclopedonale.

Si è studiato l'incremento del valore immobiliare degli appartamenti (**Land and property values**) con la vista sulla nuova infrastruttura verde, mediante studi in letteratura. Il metodo adottato dal TOOL si basa sull'analisi di casi studio dai quali attraverso combinazioni statistiche possono emergere i risultati in termini monetari. E' evidente come il prezzo stesso di "un'architettura" in prossimità di una infrastruttura verde aumenti. Attraverso un'analisi costi-benefici è possibile quantificare a quanto ammonti questo plusvalore, legato alla presenza-vicinanza di un'infrastruttura verde.

In fine per l'area del **Landscape** sono stati analizzati gli indicatori di qualità-complessità paesaggistica: **distribution of landscape attributes, spatial organization of landscape attributes, variation and the contrast.** Il paesaggio è stato valutato secondo le sottocategorie di percezione visiva e sonora. In particolare relativamente al Soundscape sono stati analizzati i livelli di decibel di inquinamento acustico mediante il tool Noisetube.

Tra gli obiettivi vi è quello di dimostrare la forte correlazione che vi è tra il progetto architettonico ed urbanistico, e i benefici apportati dalle infrastrutture verdi progettate, non solo in termini estetici, ma anche in termini di salute, climatici, sociali ed economici.

Il toolkit viene testato per valutare i benefici prodotti dalla realizzazione di un parco nella città di Rotterdam. Al caso studio viene applicato anche un modello di valutazione finanziario tradizionale in modo da testare l'apprezzabilità del toolkit per un operatore privato e/o pubblico.

BOOK INDEX

1. Introduction
2. Ecosystem services valuation Tool
3. As to the interoperability BIM / GIS
4. Climate change adaptation and mitigation
 - a. ENVIMET
 - b. GIS: ARCMAP
 - c. GIS: ARCSCE
 - d. BIM: REVIT-INSIGHT360
5. Flood alleviation and water management
 - a. GIS: ARCMAP
 - b. GIS: ARCSCE
6. Health and well being
 - a. WHO: HEAT walking
 - b. WHO: HEAT cycling
7. Land and property values
 - a. GIS: ARCMAP
8. Landscape
 - a. Visual perception
 - b. Visual complexity
 - c. Sound perception
 - d. NOISETUBE
9. Case study
 - a. Urban analysis
 - b. Local analysis
 - c. State of art and state of project
 - d. Masterplan
 - e. Green boulevard view
 - f. Waterfront square view
 - g. Subway station view
 - h. Costs and revenues
10. Results and discussion
11. Conclusion

PANELS INDEX

1. Urban analysis _ 1:20 000
 - a. Large reading of the city of Rotterdam (built, water and street)
 - b. Zoom to: water, green, built, infrastructures and project area
2. Local analysis _ 1:5 000 maquette
 - a. Maquette reading of the area close to the site:
 - i. Historical analysis of the built
 - ii. Water and green area
 - iii. Infrastructures
3. State of art and state of project _ 1: 2000
 - a. Comparison between the state of art and the state of project
 - b. Scheme of demolished and built (Infrastructures, Streets, Water, Shape and Green)
4. Model _ 1:1 000
 - a. Project maquette
5. Masterplan _ 1:500
 - a. Project masterplan
 - b. Concept
6. Top view _ 3D
 - a. Top view of the project
 - b. Classification of the tree
7. Green boulevard _ 3D
 - a. 3D of the boulevard with some more detail view
8. Waterfront square _ 3D
 - a. 3D of the square with some more detail view
9. Subway station _ 3D and 1:200
 - a. 3D section of the subway
 - b. Plan, elevations and sections of the subway entrance
10. Results