



CALL FOR PAPER CONFERENZA ESRI ITALIA 2018

UN GIS PER LE RIGENERAZIONI URBANE

IL METODO ELECTRE E LA RIQUALIFICAZIONE DELLE CASERME A PISA

Anna Maria Miracco - Luisa Santini - Alessandro Santucci

Università di Pisa

ABSTRACT

Lo studio si occupa della riqualificazione di tre caserme abbandonate situate all'interno del centro storico di Pisa: una Caserma post-unitaria, un ex Monastero, già sede della Guardia di Finanza e un ex Distretto di Leva. Con l'obiettivo di definire nuove destinazioni d'uso compatibili con le nuove esigenze di sviluppo sostenibile e i ben definiti vincoli dei centri storici, è stata utilizzata l'Analisi Multicriteria Spaziale, che ha permesso di rendere espliciti i contributi delle diverse opzioni di scelta nei confronti dei criteri che definiscono il problema. L'utilizzo del GIS ha consentito di definire criteri e indicatori spaziali, e di creare mappe tematiche del centro storico. Un aspetto fondamentale è stata la determinazione e la quantificazione degli impatti che varie destinazioni d'uso analizzate possono avere sul tessuto urbano: a tale scopo è stato utilizzato il metodo ELECTRE 3, integrato e sviluppato in ambiente GIS ed implementato mediante linguaggio di programmazione proprietario. Questo modello ha consentito di ottenere una classifica delle tre aree per ognuna delle ipotetiche destinazioni d'uso definite attraverso il coinvolgimento diretto degli stakeholders. L'incrocio di queste due componenti, ha consentito infine di individuare, tra le sei funzioni prese in considerazione, le nuove destinazioni d'uso ritenute più idonee.

1. INTRODUZIONE

Lo studio affronta uno dei temi più ricorrenti nei centri italiani: la dismissione del patrimonio dello Stato, in particolare della Difesa. L'ingente capitale pone una questione significativa nella discussione odierna, soprattutto nell'ambito della pianificazione territoriale: il ripensamento dei metodi e delle modalità per un effettivo reinserimento nel tessuto urbano di queste aree. Il tema e le sue problematiche di riconversione ha toccato anche Pisa, la quale detiene al suo interno ben 50.000 mq di aree militari abbandonate. L'obiettivo è dunque quello di implementare un metodo di analisi e valutazione per la progettazione partecipata, che permetta di approfondire gli aspetti più problematici e di raggiungere il consenso su una o più alternative di riuso.

2. APPLICAZIONE AL CASO STUDIO

Il tema della rigenerazione presenta molte criticità che possono essere analizzate tenendo ben presenti diversi fattori che riguardano non solo le prescrizioni normative, ma anche le molteplici prospettive possibili e il loro impatto su porzioni di territorio a volte "morfologicamente" intoccabili come i centri storici, ricchi di peculiarità e vincoli di natura





storico-architettonica. A oggi le aree militari dismesse nel centro storico pisano sono tre e contano non solo molti edifici, ma anche 15.000 mq di verde. L'opportunità di rigenerazione di tali aree si ebbe nel 2001 con la nascita del Progetto Caserme, poi dichiarato inattuabile per i costi di realizzazione e le innumerevoli diatribe sull'idoneità delle nuove destinazioni d'uso; da allora le caserme risultano abbandonate, nonostante ci siano state nel tempo molte proposte di rigenerazione. Per affrontare il problema si è utilizzato un approccio di aiuto alla decisione che prevede l'applicazione di un Metodo di Analisi Multicriteria Spaziale, attraverso il quale la realtà alla scala urbanistica, è stata scomposta e analizzata in ogni sua parte. Lo studio è stato articolato in tre fasi: una prima fase conoscitiva per la quale è stato utile analizzare lo stato di fatto delle aree e il quadro normativo, gli interessi degli *stakeholders* e definire nuove ipotetiche destinazioni d'uso. Una seconda di applicazione dell'Analisi Multicriteria Spaziale e, in ultimo, la fase applicativa del Metodo ELECTRE (Roy 1968) attraverso cui si giunge ad una classificazione dei vari scenari idonei alla risoluzione del problema.

2.1. Analisi del problema

Le aree di studio prescelte, di seguito "**ALTERNATIVE**", sono:

ALTERNATIVA 1: Caserma "Vito Artale" - complesso di edifici post-unitario che comprende ancora oggi un intero isolato del quartiere della Piazza del Duomo

ALTERNATIVA 2: Il Monastero di San Vito - ex sede della Guardia di Finanza - abbandonata nel 2007 e situata sul Lungarno

ALTERNATIVA 3: L'ex Distretto di Leva "Curtatone e Montanara" - dismessa dal 1994 e dotato di uno dei parchi più grandi di tutto il centro storico.

Nel corso degli anni le proposte di rigenerazione più concrete sono state avanzate in particolare da 5 *stakeholders*: l'Amministrazione Comunale, l'Università di Pisa, la Cassa Depositi e Prestiti, i cittadini e le associazioni locali. Ognuno di essi è stato intervistato con diverse modalità di inchiesta (questionari, interviste, ecc.) per individuare una serie di ipotesi di attività da localizzare nelle caserme stesse. Le destinazioni d'uso ipotizzate (**FUNZIONI OBIETTIVO**) sono: *Museo, Centro Servizi, Residenze, Residenza studentesca, Struttura Turistica e Conservatorio*. Lo step successivo della ricerca ha avuto l'obiettivo di stabilire quali fossero le funzioni obiettivo più adeguate per le tre alternative, affrontando la questione "spaziale". L'uso del GIS ha consentito, infatti, di localizzare sul territorio le attività e di analizzare il complesso sistema di relazioni che in un centro urbano si instaurano tra attività e sistema territoriale nonché tra le attività stesse.

2.2. Applicazione dell'Analisi Multicriteria Spaziale

Per l'applicazione dell'Analisi Multicriteria, l'ipotesi di base è che sia sempre possibile scomporre l'oggetto dell'analisi in fattori semplici, ossia in criteri, e che questi siano poi analizzabili separatamente (Cappellano - Skonieczny – Torrisi 2005). I criteri, infatti, consentono di comparare tra loro le diverse alternative di riuso in relazione ad ogni funzione obiettivo analizzata singolarmente dal decisore. I criteri possono essere di tipo qualitativo, quantitativo e spaziale (Malczewski 2006); sono dunque l'aspetto misurabile del giudizio al quale le alternative sono sottoposte e possono venire suddivisi in ulteriori sub-criteri che meglio rappresentano alcuni aspetti. Per ciascuna delle funzioni obiettivo dello studio in oggetto è stato definito un insieme di quattro criteri nei quali convergono 18 sub-criteri totali (fig.1).



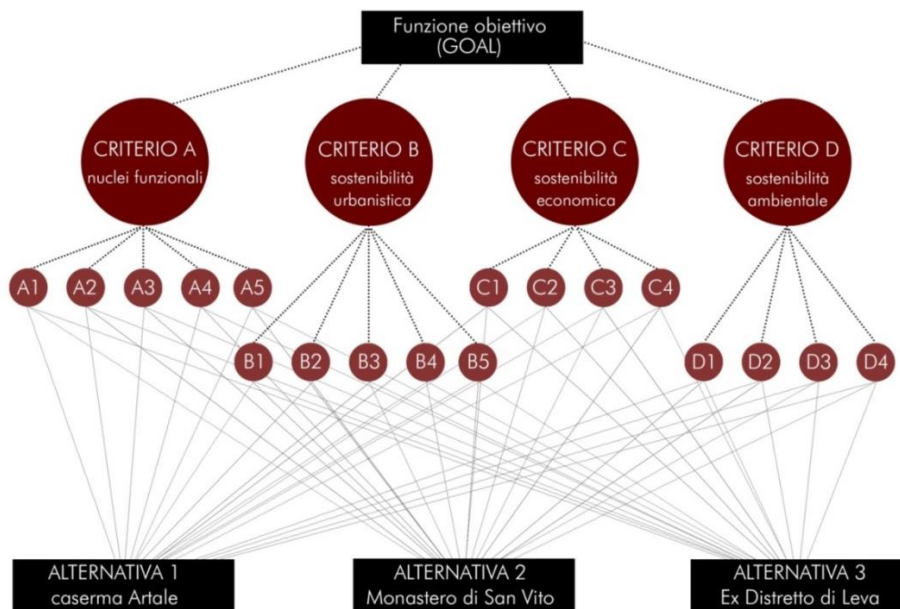


Fig. 1 Strutturazione dell'Analisi Multicriteria Spaziale (funzioni obiettivo, criteri, sub-criteri, alternative)

2.2.1. Criterio A: disponibilità dei nuclei funzionali

Questo criterio ha l'obiettivo di valutare la compatibilità delle alternative con le funzioni obiettivo selezionate. Ciò è stato possibile solo dopo un approfondito studio delle caratteristiche progettuali delle diverse ipotesi. Lo stesso criterio è stato suddiviso in cinque sub-criteri (A1, A2, A3, A4, A5) che individuano in modo globale la possibilità di poter distribuire le principali funzioni di ciascun obiettivo nelle tre alternative. Le caratteristiche più importanti sono le altezze dei vani, l'accessibilità, la presenza di servizi e di locali- impianti, ecc. Naturalmente i sub-criteri di questa famiglia variano a seconda della funzione da valutare e la loro quantificazione deve rispettare i vincoli derivanti dalle prescrizioni normative in materia di recupero di aree storiche.

2.2.2. Criterio B: sostenibilità urbanistica

Il tema della sostenibilità degli interventi è alla base delle altre tre famiglie di criteri. Per garantire uno sviluppo sostenibile, occorre prendere in considerazione tre dimensioni inscindibili: l'economia, l'ambiente e la società. La pianificazione comporta implicazioni in tutte e tre le dimensioni, e dunque ogni scelta dovrà rispondere a determinati requisiti per ciascuna di esse. I sub-criteri B riguardano dunque la coerenza con le previsioni urbanistiche (B1) e con le funzioni presenti nell'area di influenza (B3), le relazioni con gli altri servizi (B2), l'accessibilità e la mobilità (B4) ed infine il livello di vivibilità del quartiere (B5).

2.2.3. Criterio C: sostenibilità economica

Attraverso l'individuazione di altri 4 sub-criteri, è stata valutata anche la sostenibilità della dimensione economica. In questo caso i sub-criteri sono finalizzati a valutare in prima analisi quali siano i pro e i contro della scelta di una funzione obiettivo rispetto a un'altra. In particolare, sono stati individuati sub-criteri che considerano non solo la qualità dell'intervento in relazione alla sua unicità (C1) ma anche i costi per lo sviluppo di studi di fattibilità (C2), per gli interventi a scala urbana (C3) e per il ripristino preventivo dei luoghi (C4).





2.2.4. Criterio D: sostenibilità ambientale

L'ultima famiglia di sub-criteri si riferisce alla sostenibilità ambientale. I dati riportati dall'ISPRA mettono in luce la situazione del nostro paese, dove il consumo di suolo comporterà in tempi brevi la completa saturazione delle aree urbane (ISPRA 2017). Una delle azioni che deve essere intrapresa rimane proprio quella della riconversione di immobili abbandonati, ponendo molta attenzione alla loro resa eco sostenibile. In questa direzione i sub criteri individuati fanno riferimento all'impatto ambientale (D1) e alla massimizzazione delle aree verdi (D4), all'efficienza energetica (D2) e alla conservazione della vocazione storica (D3).

2.3. L'assegnazione dei pesi ai criteri e la scelta degli indicatori

Per attribuire un ordine di importanza relativa ai set di criteri e sub-criteri è stato necessario assegnare loro un "PESO", ossia un valore numerico adimensionale. In questo caso è stato applicato il Metodo dell'Autovalore di SAATY (Saaty 1988), il quale è basato sul confronto a coppie dei criteri e dei sub-criteri sulla base della loro prestazione; a questo confronto si associa un numero scelto sulla Scala Lineare, detta appunto di Saaty. Il risultato è una matrice positiva, diagonale e simmetrica dalla quale, attraverso il calcolo dell'Autovalore Massimo, dell'Indice di Consistenza e della verifica del Rapporto di Consistenza (per dettagli vedi Saaty 1980), si ricavano i PESI. Una volta definiti quest'ultimi, vi è la fase più delicata dell'intera analisi: la scelta degli INDICATORI. L'INDICATORE è l'elemento numerale che permette di definire in termini sintetici e verificabili oggettivamente i criteri e, in questo caso, i sub-criteri. Data la natura dei criteri e la loro eterogeneità, ogni indicatore può avere natura qualitativa o quantitativa e diverse *unità di misura*. Per questo studio, è stato individuato un set di 18 sub-criteri riferiti ad ognuna delle tre alternative. La tabella seguente sintetizza il metodo di elaborazione dei sub-criteri (vedi anche fig.2 con un esempio di calcolo). Una volta definiti pesi e indicatori, si passa all'applicazione del **Metodo ELECTRE**, sviluppato da Bernard Roy (Roy 1985) a partire dalla metà degli anni '80. L'acronimo deriva da *ELimination Et Choix TRaduisant la REalité* (Eliminazione e scelta traducendo a realtà) ed è un metodo di valutazione multicriteriale che permette di compilare una classifica delle alternative rispetto ai criteri di valutazione delineati e agli obiettivi di studio.

CRITERIO	SUB CRITERI	INDICATORE	U.M.	METODO DI ELABORAZIONE
A	A1	INDICATORE QUANTITATIVO		Rilievo dello stato di fatto delle aree ed elaborazione mediante il programma di disegno tecnico AutoCAD.
	A2	Metrature disponibili per l'insediamento	mq	
	A3	dei nuclei funzionali delle nuove		
	A5	destinazioni d'uso (18 metaprogetti)		
B	B1	INDICATORE QUALITATIVO		scala di valutazione
		Compatibilità dell'intervento con il quadro normativo vigente	0 - 1	
	B2	INDICATORE QUANTITATIVO	m	ALGORITMO DI DIJKSTRA per i cammini minimi e le distanze medie; elaborazione dei dati mediante funzioni implementate all'interno di sw GIS
	B3	INDICATORE QUANTITATIVO	%	Elaborazione delle percentuali di consistenza dei numeri civici mediante funzioni implementate all'interno di sw GIS
		Consistenza della funzione residenziale. in un raggio di influenza di 500 m da ogni alternativa		





	B4	INDICATORE QUANTITATIVO Distanza media delle alternative dai principali nodi della mobilità e dell'accessibilità	m	ALGORITMO DI DIJKSTRA per i cammini minimi e le distanze medie; elaborazione dei dati mediante funzioni implementate all'interno di sw GIS
	B5	INDICATORE QUANTITATIVO Consistenza degli immobili abbandonati in un raggio di influenza di 500 m per ogni alternativa	%	Elaborazione delle percentuali mediante funzioni implementate all'interno di sw GIS
C	C1	INDICATORE QUANTITATIVO Presenza di funzioni simili e/o uguali nel raggio di 500 m da ogni alternativa	num.	Conteggio dei dati mediante funzioni implementate all'interno di sw GIS
	C2	INDICATORE QUALITATIVO Necessità di ulteriori studi sulle alternative di studio	scala di valutazione 0 - 1	Valutazione del tecnico
	C3	INDICATORE QUANTITATIVO Costo sommario di preparazione del sito per ognuna delle funzioni obiettivo su ogni alternativa	€	Misurazione delle metrature da demolire o da ricostruire tramite il programma di disegno tecnico AutoCAD
	C4	INDICATORE QUALITATIVO Necessità di interventi preventivi per la messa in sicurezza delle aree di studio	scala di valutazione 0 - 1	Valutazione del tecnico
D	D1	INDICATORE QUALITATIVO Impatto acustico della funzione obiettivo su ognuna delle alternative di studio	scala di valutazione 0 - 1	Elaborazione dei dati mediante funzioni implementate all'interno di sw GIS
	D2	INDICATORE QUANTITATIVO Superfici di copertura adatte a ospitare impianti fotovoltaici anche integrati	mq	Misurazione delle metrature tramite il programma di disegno tecnico AutoCAD
	D3	INDICATORE QUALITATIVO Coerenza della funzione obiettivo con la vocazione storica e architettonica delle alternative di studio	scala di valutazione 0 - 1	Valutazione del tecnico
	D4	INDICATORE QUANTITATIVO Aree di verde pubblico e di libero accesso nel raggio di 500 m da ogni alternativa	mq	Elaborazione dei dati mediante funzioni implementate all'interno di sw GIS



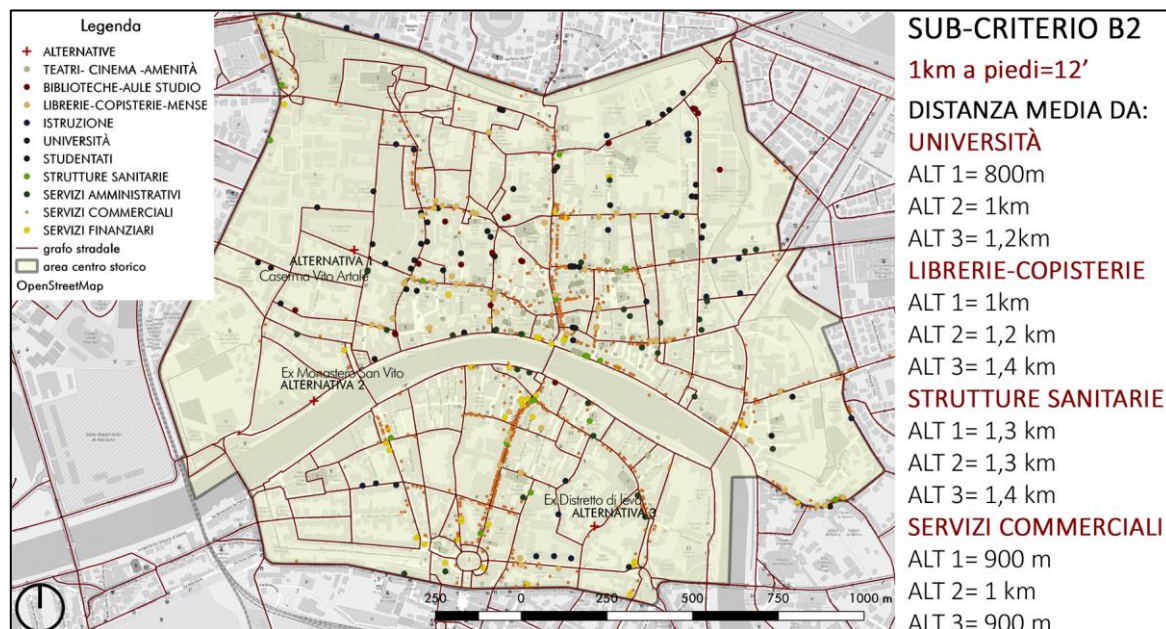


Fig. 2 Esempio della costruzione dell'indicatore B2 del sub-criterio B2 per la funzione "Residenza studentesca": calcolo su programma GIS della distanza media dalle alternative ai servizi (METODO: ALGORITMO DI DIJKSTRA)

3. ELECTRE 3: IL SOFTWARE E L'ORDINAMENTO DELLE ALTERNATIVE

Una volta definiti i valori reali degli indicatori e il vettore dei pesi da attribuire ai diversi criteri e sub-criteri, si procede con la costruzione delle **soglie di Preferenza, Indifferenza e Veto**, le quali forniscono allo strumento tutte le informazioni necessarie per la classificazione delle alternative sulle funzioni (Lapucci, Santucci, Cofrancesco 2009). Per questa fase è stato utilizzato un software sviluppato in ambiente GIS ESRI con un linguaggio di programmazione proprietario, che ha consentito di applicare il metodo seguendo semplici step computazionali (vedi fig.3). Dopo aver creato una nuova **tabella delle Performances** dove sono esplicitati i punteggi (*scores*) di ciascuna alternativa per ogni criterio di valutazione, viene assegnata una DIRECTORY di lavoro. Successivamente, viene caricata una **tabella delle SOGLIE** che contiene, oltre ai valori per ogni criterio delle **soglie**, anche il valore del peso e il verso (se il punteggio del criterio è da massimizzare o minimizzare). A partire da queste tabelle, il sw crea e calcola le tabelle di DISCORDANZA e CONCORDANZA e i relativi INDICI, i quali forniscono informazioni sulle ragioni che si oppongono e che, al contrario, non si oppongono alla preferenza di un'alternativa rispetto all'altra. Perché un'alternativa possa surclassarne un'altra è necessario che le ragioni a suo favore siano sufficientemente forti rispetto a quelle contrarie: ciò permette di calcolare l'INDICE DI CREDIBILITÀ e la relativa tabella. Per ottenere l'ordinamento globale delle alternative, ELECTRE 3 impiega un *algoritmo di distillazione* che, a partire da una *soglia di discriminazione* $s(\delta)$, cioè dalla distanza massima tra due credibilità, permette di estrarre dalla matrice di credibilità le alternative che entreranno a far parte dell'ordinamento. In realtà vengono applicati due algoritmi, uno dall'alto, che estrae dalla matrice le alternative, dalla migliore alla peggiore, ed uno dal basso che le estrae invece dalla peggiore alla migliore. Si ottengono, quindi, due preordini; soltanto dall'intersezione di questi sarà possibile pervenire all'ordinamento finale (Enea 2017). Alla fine dei due processi, si sommano i due punteggi e si ordinano le alternative per valore decrescente: quella con punteggio massimo è la migliore. Il procedimento descritto è stato eseguito per ognuna delle sei funzioni obiettivo valutate, tra le quali sono risultate "vincenti": la Residenza Studentesca per l'Alternativa 1, il Museo per l'Alternativa 2 e il Centro servizi per l'Alternativa 3.



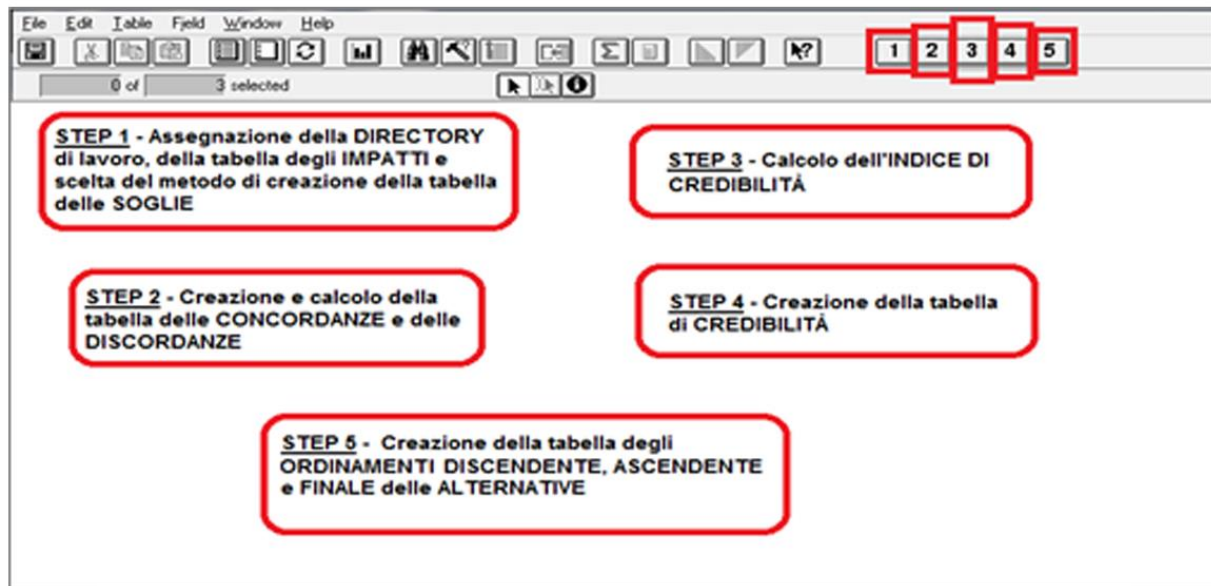


Fig. 3 Struttura del software e descrizione degli step computazionali

4. CONCLUSIONI

ELECTRE 3 concede al decisore di effettuare una buona cernita delle possibilità in campo, basandosi su concetti prettamente normativi e tecnici. L'utilizzo di algoritmi permette di determinare meglio quali siano le alternative di scelta maggiormente valide. In un'ottica di sviluppo sostenibile, le valutazioni multicriteria offrono la possibilità di confrontare oggettivamente tutte le componenti del problema, giungendo ad una soluzione di compromesso difficilmente perseguibile con l'utilizzo di metodi di valutazione mono-criteriali. Un'ulteriore vantaggio, di dichiarata importanza per questo lavoro di ricerca, riguarda l'influenza e l'imprescindibilità dell'uso congiunto il metodo multicriteria e il GIS; questo ulteriore approfondimento permette di valutare il problema anche in termini spaziali, misurando e ponendo a confronto criteri che contraddistinguono scenari presenti e futuri, chiave sostanziale della nuova programmazione urbanistica. Il lavoro svolto non trova in questa sede esaustiva compiutezza, ma cerca di essere uno stimolo affinché nuove riflessioni e soprattutto nuovi metodi si sviluppino all'interno della pianificazione delle nostre città, ponendo le giuste basi per una scienza urbanistica sempre più partecipata, trasparente e sostenibile.

BIBLIOGRAFIA

- Cappellano, D. - Skonieczny, G. - Torrisi, B. (2005). L'analisi multicriterio per la valutazione di progetti pubblici: il software e un'analisi empirica, Statistica applicata Vol.17, n.3
- Enea M. (2017). Tecniche multicriterio di surclassamento, XXII Summer School "F. Turco", Palermo
- Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (2017). XIII Rapporto Qualità dell'ambiente urbano, Edizione 2017, pubblicazione on line (<http://www.isprambiente.gov.it>)
- Lapucci, A. - Santucci, A. - Cofrancesco, A. (2009) L'aiuto alle decisioni multicriteri e le tecniche di analisi spaziale per la valutazione territoriale integrata: L'individuazione di un corridoio stradale di minimo impatto in Atti della XXX Conferenza Italiana di Scienze Regionali





- Malczewski, J. (2006). GIS-based multicriteria decision analysis: a survey of the literature, International Journal of Geographical Information Science
- Roy B. (1968). Classement et choix en présence de points de vue multiples (la méthode ELECTRE), in RIRO, n.8.
- Roy, B. (1985). Méthodologie multicritère d'aide à la décision, Economica
- Saaty, T.L. (1980), The Analytic Hierarchy Process, McGraw Hill, New York
- Saaty, T. L. (1988). Multicriteria decision making - the analytic hierarchy process. Planning, priority setting, resource allocation, RWS Publishing, Pittsburg

Ambito del lavoro: Rigenerazione e sostenibilità urbana, ricerca completata nell'ambito di una tesi di laurea presso il Corso di Laurea in Ingegneria Edile Architettura dell'Università di Pisa. È stato sviluppato un software in ambiente GIS ESRI con un linguaggio di programmazione proprietario.

Parole chiave: *Analisi Multicriteria Spaziale, GIS, ELECTRE 3, Rigenerazione Urbana*

Riferimenti autore:

Luisa Santini, ricercatrice - DESTeC Largo Lucio Lazzarino 2 - 56126 Pisa (Italy), Tel. +39.50.2217796 - Fax +39.50.2217764, MOBILE +39 3394934427, luisa.santini@ing.unipi.it

Descrizione ente:

Dipartimento di Ingegneria dell'Energia, dei Sistemi, del Territorio e delle Costruzioni (DESTeC) Università di Pisa

