

Marta Dell'Ovo, Stefano Capolongo,
Dipartimento ABC, Politecnico di Milano, Italia

marta.dellovo@polimi.it
stefano.capolongo@polimi.it

Abstract. La rapida obsolescenza delle strutture ospedaliere e la mancanza nei contesti urbani di aree idonee ad ospitare tali servizi, sta spingendo verso la loro realizzazione all'esterno delle città e dei centri storici.

La complessità e la molteplicità degli aspetti che risultano cruciali per il buon funzionamento delle strutture assistenziali sul lungo periodo richiedono che le decisioni localizzative siano supportate da adeguati strumenti di valutazione.

Uno studio sul trend della localizzazione delle strutture sanitarie nelle capitali europee e nelle maggiori città italiane, l'analisi di casi studio europei e una revisione sistematica della letteratura scientifica, hanno portato alla definizione di un set di criteri che permettono di definire le strategie localizzative delle nuove strutture ospedaliere.

Parole chiave: Salute, Strategie localizzative, Processi decisionali, Valutazione

Introduzione

In Italia, più del 50% degli ospedali è localizzato in contesti storici e circa il 60% del patrimonio edilizio ospedaliero ha superato i 60 anni. Se da un lato la localizzazione in aree centrali comporta vantaggi in termini di accessibilità, dall'altro, sono evidenti i limiti, dovuti essenzialmente alla scarsa flessibilità e suscettività all'espansione delle strutture ospedaliere localizzate nei centri storici densamente costruiti, e agli impatti negativi riconducibili ai carichi ambientali che questo tipo di edifici comportano (Capolongo, 2016, Coppola et al., 2016).

Il panorama architettonico e sociale con il quale conviviamo, ci spinge talvolta a trascurare delle dinamiche imprescindibili per la riuscita di un buon progetto. In particolar modo, l'assenza di strumenti di supporto decisionale, per chi si occupa di programmazione territoriale, non facilita la localizzazione di nuovi interventi (Astley et al., 2015; Corsi et al., 2015; Oppio et al., 2015), in quanto oggi, alle scelte tecniche, prevalgono quelle amministrative e politiche.

Gli strumenti esistenti, quali il LEED e il BREEAM Healthcare

(Buffoli et al., 2015), sono focalizzati sulla valutazione prestazionale delle caratteristiche intrinseche delle strutture sanitarie, ma non su quelle estrinseche, trascurando un'analisi accurata dell'area di progetto e di una scelta guidata dalla sua rispondenza a precisi parametri.

In assenza di orientamenti specifici, il presente lavoro restituisce i risultati di un'indagine relativa alle scelte localizzative di strutture per la salute in Europa e in Italia con una particolare attenzione ai requisiti che le strutture sanitarie contemporanee devono possedere (Fara et al., 2015), i vincoli derivanti dal tessuto urbano consolidato e con l'obiettivo di delineare nuove strategie localizzative.

Trend in Europa e in Italia

È stata condotta un'analisi morfologica e spaziale, più precisamente lo studio è stato affrontato individuando le tipologie più ricorrenti e la loro distribuzione nella città, al fine di comprendere ed analizzare il trend nella localizzazione delle strutture sanitarie nelle capitali europee e nelle maggiori città italiane.

L'analisi è partita dall'individuazione di un confine tra centro storico e aree suburbane. Il confine segnato differenzia la città compatta, identificata come centro storico urbano e definita come la parte della città di più antica formazione, dalle aree suburbane che coincidono con l'*urban sprawl*.

Inoltre, lo studio ha tenuto in considerazione il numero di posti letto e la specificità delle cure erogate da ogni struttura per il calcolo finale delle percentuali di ospedali interni o esterni a questo confine.

In particolar modo si è tenuto conto di quattro range per quanto concerne il numero di posti letto ($n < 250$; $250 < n < 500$;

Architectures for
health: between
historical contexts
and suburban areas
Tool to support
location strategies

Abstract. The rapid obsolescence of healthcare facilities and the lack of suitable areas to host these services in urban contexts, are forcing their locations outside cities and historical centres.

The complexity and variety of crucial aspects, involved in the smooth functioning of healthcare facilities, require, in the long-term, planning decisions supported by appropriate evaluation tools.

Starting from the investigation of hospital location trends in Europe and Italy, the analysis of European case studies and a deep systematic review of the literature, the paper aims to define a set of criteria focused on the design of location strategies for new healthcare facilities.

Keywords: Health, Location strategies, Decision-making process, Evaluation

Introduction

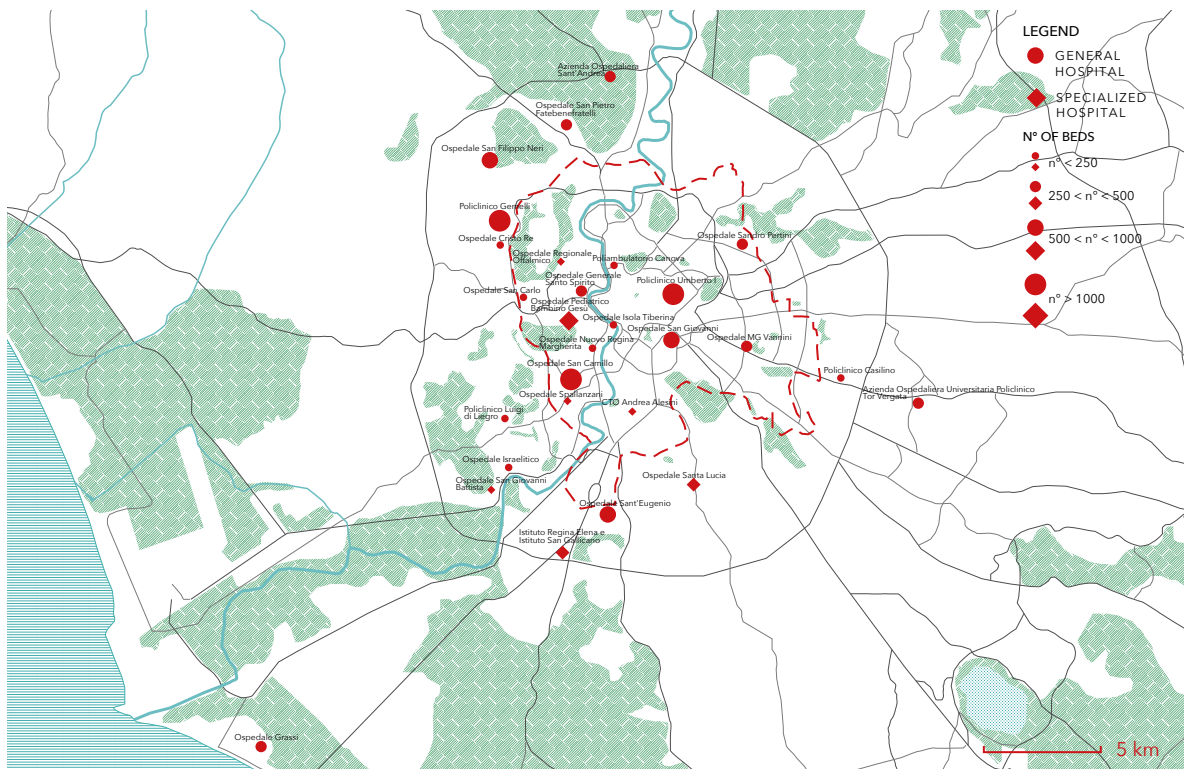
In Italy, more than 50% of healthcare facilities are located in historical contexts and around 60% of the whole hospital heritage exceeds 60 years of age. Siting hospitals in central areas has advantages such as accessibility, but also limits and disadvantages such as flexibility, difficulties related to expansion in densely built historical centres and negative environmental impacts (Capolongo, 2016, Coppola et al., 2016). The current architectural and social setting forces decision makers to ignore fundamental dynamics that are needed for the success of the project. Furthermore, the lack of evaluation tools to support the decision-making process, especially in urban planning, does not support the location of new projects (Astley et al., 2015; Corsi et al., 2015; Oppio et al., 2015), also because administrative and political goals prevail over technical ones.

Existing evaluation tools, such as LEED and BREEAM Healthcare (Buffoli et al., 2015), are focused on the assessment of intrinsic characteristics of healthcare facilities, while disregarding extrinsic ones, and thus fail to carry out a detailed analysis of the project area and do not respect predefined requirements.

Given these premises, the current work shows the location choices for hospitals in Europe and Italy, paying attention both to the parameters that have to be met by contemporary structures (Fara et al., 2015) and to the constraints of the consolidated urban fabric, with the aim of using evaluation for aiding new location strategies.

Trend in Europe and in Italy

A morphologic and spatial analysis has been conducted, defining recurring typologies and their distribution in the city, in order to understand and

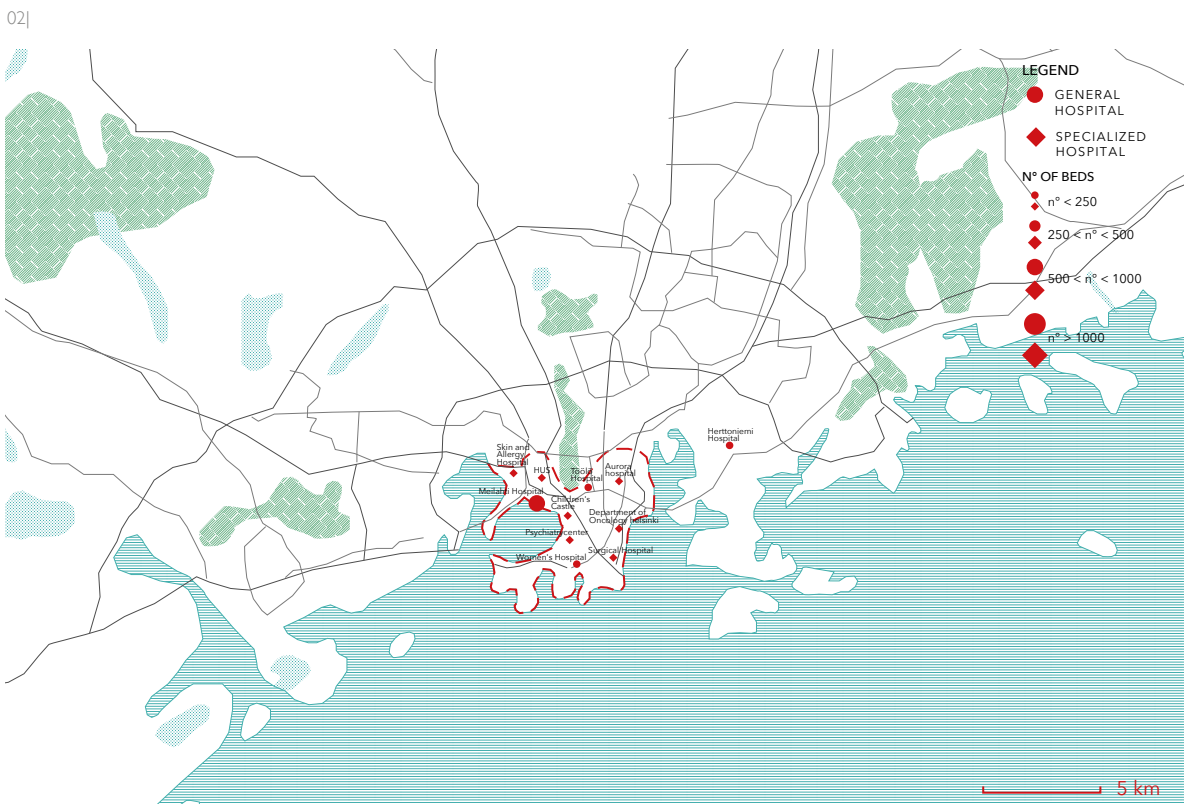


01 | Localizzazione di strutture ospedaliere nella città di Roma
Healthcare facilities location in Rome

01|

500<n°<1000; n°>1000) e di due categorie per la tipologia di cure erogate (ospedali generali; ospedali specialistici). (Fig. 1, Fig. 2) La ricerca è stata condotta attraverso la consultazione di database online e di sitografia ragionata sul tema.

Tale studio ha evidenziato non solo l'assenza di un criterio comune per la scelta dell'area, ma anche la mancanza e l'esigenza di strumenti e metodi di valutazione opportuni. I risultati finali mostrano complessivamente una lieve predilezione per la loca-



02 | Localizzazione di strutture ospedaliere nella città di Helsinki
Healthcare facilities location in Helsinki

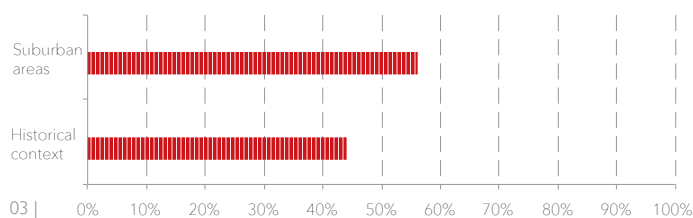
02|

TAB. 1 | Percentuali delle strutture ospedaliere in contesti storici ed in aree suburbane nelle capitali europee e nelle maggiori città italiane
Percentage of hospitals in historical contexts and suburban areas for European capitals and major Italian cities

lizzazione degli ospedali nelle aree suburbane (56% contro 44% interni al centro storico), mentre per ogni città è possibile visualizzare la loro diposizione sul territorio e leggere i risultati parziali. (Tab. 1) (Fig. 3)

Per le città italiane un ulteriore approfondimento basato sull'anno di costruzione ha rilevato dagli anni '50 in poi una tendenza nell'urbanizzazione delle aree periferiche a discapito dei centri storici. Tale trend è influenzato dal fatto che si è preferito rilocare e di conseguenza riprogettare esternamente ai contesti storici le strutture ospedaliere considerate obsolete, invece che ristrutturarle e riqualificarle (Baglioni et al., 2002).

Dopo una prima parte di analisi morfologica e spaziale, sono stati selezionati 10 casi studio nel panorama europeo, interni ed esterni al centro storico consolidato, al fine di capire le scelte delle amministrazioni locali in merito alla selezione dell'area e di individuare



criteri idonei per la definizione di uno strumento di supporto alle scelte localizzative. La volontà di considerare ospedali localizzati in aree disomogenee, permette di capire se questa caratteristica influenza i parametri considerati nell'analisi. L'evoluzione delle esigenze della popolazione negli anni e la maggiore attenzione a temi riguardanti la salute (Capolongo et al., 2015; Capasso et al., 2015), hanno reso più significativo l'approfondimento nell'indagine delle strutture ospedaliere costruite negli ultimi 30 anni.

Stato dell'arte: Casi studio Gli ospedali selezionati per la seconda parte di analisi sono localizzati nelle città precedentemente indagate e sono stati selezionati in base all'anno di realizzazione e alla loro distribuzione spaziale. Sono stati infatti considerati ospedali situati in aree non omogenee tra di loro, sia in contesti storici che in aree suburbane

TAB. 1 |

CAPITAL	COUNTRY	Historical context	Suburban areas	CAPITAL	COUNTRY	Historical context	Suburban areas
Amsterdam	Netherlands	28%	72%	Prague	Czech Republic	14%	86%
Andorra la Valle	Andorra	0%	100%	Reykjavik	Iceland	78%	22%
Athens	Greece	44%	56%	Riga	Latvia	55%	45%
Belgrade	Serbia	68%	32%	Roma	Italy	50%	50%
Berlin	Germany	31%	69%	Sarajevo	Bosnia & Herzegovina	84%	14%
Bern	Switzerland	0%	100%	Skopje	Macedonia, Rep of	29%	71%
Bratislava	Slovakia	43%	57%	Sofia	Bulgaria	74%	26%
Brussels	Belgium	47%	53%	Stockholm	Sweden	26%	74%
Bucharest	Romania	71%	29%	Tallinn	Estonia	71%	29%
Budapest	Hungary	52%	48%	Tirana	Albania	100%	0%
Chisinau	Moldavia	26%	74%	Vaduz	Liechtenstein	100%	0%
Copenhagen	Denmark	38%	62%	Valletta	Malta	0%	100%
Dublin	Ireland	34%	66%	Wien	Austria	41%	59%
Helsinki	Finland	92%	8%	Vilnius	Lithuania	17%	83%
Kiev	Ukraine	21%	79%	Warsaw	Poland	49%	51%
Lisbon	Portugal	44%	56%	Zagreb	Croatia	6%	94%
Ljubljana	Slovenia	85%	15%	ITALIAN CITY	REGION	Historical context	Suburban areas
London	United Kingdom	37%	63%	Ancona	Marche	22%	78%
Luxembourg	Luxembourg	55%	45%	Bologna	Emilia-Romagna	36%	64%
Madrid	Spain	23%	77%	Florence	Tuscany	45%	55%
Minsk	Belarus	25%	75%	Milan	Lombardy	54%	46%
Monaco	Monaco	100%	0%	Naples	Campania	38%	62%
Moscow	Russia	43%	57%	Palermo	Sicily	67%	33%
Nicosia	Cyprus	11%	89%	Rome	Lazio	50%	50%
Oslo	Norway	25%	75%	Turin	Piedmont	71%	29%
Paris	France	52%	48%	Venice	Veneto	18%	82%
Podgorica	Montenegro	0%	100%	Verona	Veneto	54%	46%

	Ospedale Sandro Pertini	Policlinico Tor Vergata	Istituto Europeo di Oncologia	Ospedale Pediatrico Meyer	Ospedale Buccheri La Ferla	Hospital Universitario de Getafe	Queen's Hospital	Hopital Européen Georges Pompidou	Hospital da Luz	Unfallkrankenhaus
Location	Historical context	Suburban areas	Suburban areas	Suburban areas	Historical context	Suburban areas	Suburban areas	Historical context	Suburban areas	Suburban areas
Centre of urban redevelopment	no	yes	no	no	no	no	yes	yes	yes	no
Flexibility (sqm/sqm)	0,4	0,39	0,13	0,57	1,8	1,5	0,86	1,77	1,1	1,45
Building density (level)	4	3	1	2	5	3	4	5	4	5
Accessibility	private	yes	yes	yes	no	yes	yes	yes	yes	yes
	public	yes	yes	no	yes	yes	yes	yes	yes	yes
	alternative	no	yes	no	no	no	yes	yes	no	no
Proximity to services (n° typologies)	3	1	1	1	3	3	2	2	2	4
Connection to green areas	yes	yes	yes	yes	no	yes	yes	no	yes	yes
Noise pollution	yes	yes	no	no	yes	no	yes	yes	no	no
Air pollution	no	yes	no	no	no	yes	yes	yes	no	no
Unhealthy industries	yes	no	no	yes	no	yes	yes	no	yes	yes

e con peculiarità diverse. Gli ospedali oggetto di studio sono:

1. Ospedale Sandro Pertini (Roma); 2. Azienda Ospedaliera Universitaria Policlinico Tor Vergata (Roma); 3. Istituto Europeo di Oncologia (Milano); 4. Ospedale Pediatrico Meyer, (Firenze); 5. Ospedale Buccheri La Ferla (Palermo); 6. Hospital Universitario de Getafe (Madrid); 7. Queen's Hospital (Londra); 8. Hopital Européen Georges Pompidou (Parigi); 9. Hospital da Luz (Lisbona); 10. Unfallkrankenhaus (Berlino).

I criteri considerati, che possono essere verificati per ogni sito ospedaliero e sono valutati necessari e alla base degli studi preliminari per determinare l'idoneità di un'area ad ospitare questa tipologia di servizi, sono: 1. Localizzazione, se l'area è esterna o interna al centro storico consolidato; 2. Generatore di riqualificazione urbana, se l'ospedale rientra in un progetto di riconversione di ex-aree urbanizzate; 3. Flessibilità, data dal rapporto dei mq totali della struttura ospedaliera e la dimensione dell'area (mq/mq); 4. Densità edilizia, calcolata su una scala da 1 a 5 in base

al confronto tra aree libere ed aree edificate (considerando anche l'altezza degli edifici); 5. Accessibilità, a sua volta articolata in privata, pubblica e la presenza di parcheggi e rastrelliere in prossimità dell'ingresso alla struttura; 6. Prossimità ai servizi, più precisamente a 5 tipologie di *facilities* rilevate in un raggio di 800 m dalla struttura (servizi sanitari, servizi pubblici e per l'educazione, servizi sportivi, servizi commerciali, ristoranti ed hotel); 7. Connessione ad aree verdi, presenza in un raggio dai 5 ai 15 minuti a piedi dalla struttura di aree verdi; 8. Inquinamento acustico e 9. Inquinamento dell'aria, analisi del traffico, nonché di possibili fonti di rumore ed inquinamento atmosferico; 10. Industrie insalubri, evidenziandone l'eventuale presenza in prossimità dell'area. Oltre ai parametri sopra citati, per ogni struttura è stata redatta una scheda di sintesi nella quale sono state esplicitate la tipologia di cura erogata dall'ospedale (generale o specialistico), il numero di posti letto e la data del progetto. Dopo la fase di raccolta dei dati si è proceduto con l'analisi comparativa. (Tab. 2)

investigate location trends of healthcare facilities in European capitals and major Italian cities.

The analysis started by drawing a border between the historical centre and suburban areas. The border divides the compact city, recognised as the urban historical centre and defined as the old town of a city, from suburban areas, corresponding with the urban sprawl. Moreover, the study has considered the number of beds available for each structure and the types of treatments provided, with the aim of obtaining an overall percentage of hospitals located inside or outside that border.

More specifically, four ranges have been considered with regards to the number of beds ($n^{\circ} < 250$; $250 < n^{\circ} < 500$; $500 < n^{\circ} < 1000$; $n^{\circ} > 1000$) and two categories with regards to treatments provided (general hospital; specialised hospital). (Fig. 1, Fig. 2)

The research has been carried out consulting online databases on this topic. Data collected have underlined not only the absence of a common criterion to select the area, but also the lack of and need for specific evaluation tools and methods. Final results show a slight preference for the location of hospitals in suburban areas (56% VS 44% inside the historical centre), while for each city it is possible to visualise their distribution over the city territory and see partial results. (Tab. 1) (Fig. 3)

A further analysis based on construction history in Italian cities, shows the trend of building in peripheral areas instead of historical centres, from the 50s onwards. Sometimes outdated healthcare facilities, rather than being renewed (Baglioni et al., 2002), were redesigned and relocated outside historical neighbourhoods. This fact has strongly influenced the current Italian trend.

After this first phase of morphologic and spatial analysis, 10 case studies have been selected in the European scenario, inside and outside the dense historical centre, in order to understand choices made by local administrations regarding site selection and to form suitable criteria in order to define a tool to support location decision-making processes. The choice to consider hospitals located in different areas, allows to identify the effect of this characteristic on other parameters involved in the analysis. The continuous change in population needs and the closer attention to topics related to health, (Capolongo et al., 2015; Capasso et al., 2015) have underlined the necessity to study healthcare facilities built over the last 30 years.

State of the Art: Case studies

The hospitals considered in this second phase are located in the cities previously

TAB. 2 | Analisi comparativa dei casi studio analizzati
Comparative analysis of case studies

Mettendo a sistema le risposte, si possono trarre delle conclusioni e valutare pro e contro nella realizzazione di ospedali all'interno o all'esterno di contesti storici. Non possono essere espressi dei giudizi assoluti, ma possono essere rintracciate delle tendenze sottostanti alla localizzazione delle aree. Aree interne a contesti storici hanno una densità edilizia maggiore. In contesti densamente abitati, infatti, è più probabile avere una disponibilità e varietà maggiore di servizi. Al contrario le aree periferiche sono facilmente accessibili dalla mobilità privata poiché in prossimità di snodi stradali quindi raggiungibili sia dalle aree extra-urbane che dalle città vicine. Si può notare inoltre che la maggior parte dei casi studio analizzati hanno aree verdi fruibili e raggiungibili a piedi ad una distanza massima di 15 minuti. Questa caratteristica difficilmente si può riscontrare nelle aree che sorgono in contesti storici poiché sono saturate e sempre meno sono le aree libere destinate a verde. Per quanto riguarda l'accessibilità pubblica, si può notare che per entrambe le localizzazioni, le amministrazioni locali hanno attuato e fatto scelte per garantire la possibilità di avere in prossimità dell'ospedale stazioni ferroviarie, stazioni della metro, o almeno una fermata dell'autobus. Non potendo analizzare direttamente le percentuali di inquinanti nell'aria per ogni area, lo studio si è soffermato nell'individuazione di possibili fonti di inquinamento e di rumore. Le considerazioni fatte precedentemente sui fattori positivi dell'essere in prossimità di autostrade, ad esempio, portano con sé alcune esternalità negative. La scelta di localizzare strutture sanitarie vicino a snodi stradali, infatti, può esporre i pazienti a maggiore rischio di inquinamento acustico e atmosferico. Lo stesso può accadere nei centri storici, dove le cause possono essere il traffico e altri tipi di inquinanti. A questo riguardo, avendo dato maggiore importanza al tema dell'accessibilità, si dovrà provvedere, in fase di realizzazione, ad ac-

corgimenti progettuali al fine di eliminare rischi per la salute umana. Le industrie insalubri, sono state riscontrate in percentuale maggiore in zone suburbane. Dopo questa prima parte di analisi su specifici e limitati casi studio, si può concludere che ogni scelta, comportando vantaggi e svantaggi deve essere ponderata dalle amministrazioni locali. In questa fase bisogna essere cauti in quanto alcune caratteristiche possono essere migliorate ed implementate, mentre altre sono condizioni di sistema sulle quali è più difficile intervenire.

Stato dell'arte: Literature review

Contestualmente all'analisi dei casi studio, è stata affrontata un'indagine degli articoli scientifici sul tema della localizzazione di strutture sanitarie, al fine di comprendere come è stato scomposto il problema decisionale. Negli ultimi anni 15 anni numerose sono le ricerche condotte nell'ambito della pianificazione urbanistica con l'obiettivo di definire strumenti di valutazione a supporto delle scelte localizzative. Daskin e Dean (2004) spiegano come un'errata localizzazione di servizi possa essere causa di mortalità e di aumento di malattie ed identificano tre approcci di *location modeling* utilizzati per casi studio relativi a strutture sanitarie nei quali viene sottolineata l'importanza dell'accessibilità. Wu et al. (2007) applicano l'Analytic Hierarchy Process (Saaty, 1980) per selezionare l'area più idonea per localizzare un nuovo ospedale a Taiwan e determinarne l'efficacia. Essi definiscono un set di criteri e sub-criteri al fine di risolvere il problema decisionale, in riferimento alle seguenti macro aree: 1. Condizioni di fattore; 2. Condizioni di domanda; 3. Società di strategia, struttura e rivalità; 4. Industrie connesse e di supporto; 5. Governo; 6. Potenziali impatti negativi nel settore sanitario. Lo step successivo consiste nel confrontare a coppie le alternative a seconda dei parametri selezionati, attraverso

investigated and have been selected according to the year of construction and to their spatial distribution. In fact, they are located in areas with different characteristic, belonging to various contexts, both in historical neighbourhoods and in suburban areas.

The hospitals studied are:

1. Ospedale Sandro Pertini (Rome);
2. Azienda Ospedaliera Universitaria Policlinico Tor Vergata (Rome);
3. Istituto Europeo di Oncologia (Milan);
4. Ospedale Pediatrico Meyer, (Florence);
5. Ospedale Buccheri La Ferla (Palermo);
6. Hospital Universitario de Getafe (Madrid);
7. Queen's Hospital (London);
8. Hospital Européen Georges Pompidou (Paris);
9. Hospital da Luz (Lisbon);
10. Unfalikrankenhaus (Berlin).

The chosen criteria, that can be verified for each site and are considered essential for a preliminary study aimed at establishing the suitable area to host health-

care facilities, are: 1. *Location*, if the site is inside or outside the historical centre; 2. *Generator of urban redevelopment*, if the hospital is part of a project of urban regeneration; 3. *Flexibility*, given by the ratio of the total area of the hospital and the size of the area (sqm/sqm); 4. *Building density*, calculated into a range from 1 to 5 according to the comparison between built-up areas and available ones (the parameter takes also into consideration the buildings' height); 5. *Accessibility*, divided again in private, public and the presence of parking lots and bike racks close to the entrance of the hospital; 6. *Proximity to services*, with respect to 5 types of facilities in a radius of 800 m from the building (healthcare facilities; public services and services for education; sport facilities; commercial facilities; restaurant and hotels); 7. *Connection to green areas*, according to the walking distance (from 5 to 15 minutes

on foot) from the hospital; 8. *Noise pollution*; 9. *Air pollution*, analysing traffic and other pollution sources and 10. *Unhealthy industries*, if present in proximity to the site under investigation.

Moreover, for each healthcare facility, a factsheet has been filled in order to clarify the treatments provided by the structure (general hospital or specialized hospital), the number of beds and the date of the project. This part of data collection was useful for the consequent comparative analysis (Tab. 2).

The results of this analysis show pros and cons of hospital locations inside or outside historical contexts; however, while no absolute judgement can be drawn, it is possible to understand characteristics and trends related to the site location. Areas within historical centres have a higher building density, in fact, in densely populated contexts, a wider variety of services occur.

In contrast, peripheral areas are easily accessible by private mobility due to their proximity to traffic junctions and interchanges making them easily reachable by suburban areas and nearby cities. Furthermore, most of the case studies analysed are in proximity to green areas (maximum 15 minutes of walking distance), while in historical contexts, already heavily built-up, this parameter cannot be observed.

In terms of public accessibility, local administrations guaranteed proximity to railway stations, metro stations, or at least one bus stop for both locations.

As a direct survey for analysing the percentage of air pollutants was not possible, the comparison was based on considerations of pollution sources and location.

It is clear that the proximity to highways has advantages but also negative effects, meaning that being close to a road junc-

so l'AHP (Analytic Hierarchy Process, AHP). Anche Vahidnia et al. (2009) adottano un processo di analisi multicriteriale in combinazione con il GIS (Geographic Information System) per determinare la localizzazione di un nuovo ospedale a Tehran. I criteri guida individuati in questo caso sono i seguenti: 1. Distanza dalle arterie stradali; 2. Tempo impiegato per raggiungere gli ospedali esistenti; 3. Contaminazione; 4. Costo dell'area; 5. Densità abitativa. Soltani e Marandi (2011) si pongono come obiettivo la selezione di un sito per la realizzazione di un nuovo ospedale nella Regione 5 dell'area metropolitana di Shiraz in Iran usando un approccio basato sulla combinazione del Fuzzy Analytical Network Process system (Zadeh, 1968) con il GIS, in modo da facilitare la pianificazione territoriale. Lo studio si compone in più fasi e nella parte di screening i parametri considerati sono: 1. Distanza da arterie stradali e da strade principali; 2. Distanza da centri sanitari esistenti; 3. Densità abitativa; 4. Dimensioni dell'area. Abdullahi et al. (2014) confrontano i risultati ottenuti con due tecniche di valutazione differenti, Ordinary Least Square (OLS) e AHP, utilizzati per individuare un sito idoneo per un nuovo ospedale nella città di Qazvin in Iran. Al fine della ricerca è stata introdotta anche la componente spaziale attraverso l'uso del GIS. Le caratteristiche tenute in considerazione per l'analisi delle aree sono quindi: 1. Dimensione dell'area; 2. Distanza dal sistema fognario; 3. Distanza da fiumi e canali; 4. Distanza da aree inquinate; 5. Distanza dalle stazioni dei taxi; 6. Distanza dalle stazioni dei bus; 7. Distanza da piazze; 8. Distanza da strade principali; 9. Distanza da stazioni dei pompieri; 10. Distanza da ospedali esistenti; 11. Distanza da densità abitativa; 12. Costo dell'area. Alle aree analizzate, infine, è stato assegnato un punteggio da 1 a 5 (dove 1= non idoneo e 5= molto idoneo), per determinare l'idoneità nel rispondere all'obiettivo prefissato.

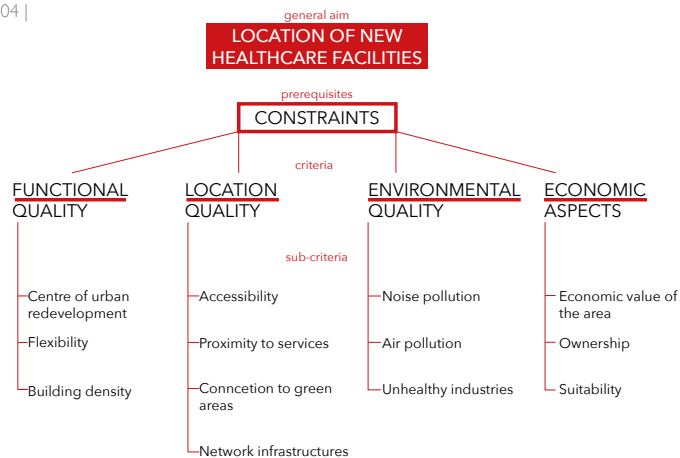
tion can expose patients to a greater risk of air and noise pollution; while in historical centres the pollution could be caused by other factors such as traffic and other sources.

Given that, according to the case studies analysed, the accessibility is a priority and, in order to reduce the pollution, design actions should be provided during the design phase to avoid high risk for human wellbeing. Unhealthy industries are mainly located in suburban areas.

This phase, focussing on a limited number of specific case studies, highlights that every choice, with its pros and cons, should be evaluated by local administrations. This is a delicate process because some characteristic could be implemented while others are intrinsic of the area and it is almost impossible to change them.

State of the Art: Literature review

In addition to the analysis of case studies, a deep literature review on the location of healthcare facilities allows to frame the decision problem. Many scholars, in the last 15 years, have started to investigate this topic related to urban planning with the aim of defining evaluation tools to support location choices. Daskin and Dean (2004) argue that a wrong location of facilities could cause death and increase diseases. They identify three methods of location modelling for healthcare facilities and the main parameter considered is "accessibility". Wu et al. (2007) use the Analytic Hierarchy Process (Saaty, 1980) to select the most suitable area to locate a new hospital in Taiwan and then define its efficiency. A set of criteria and sub-criteria is framed to solve the decision problem; it is divided into the following macro-areas: 1. Factor



Strumento di valutazione

Come si evince dai testi analizzati, non esiste allo stato attuale uno strumento applicabile a contesti generali, ma per ogni caso è stato creato un sistema di valutazione specifico in grado di rispondere al meglio alle esigenze richieste. La presente ricerca si pone l'obiettivo di definire uno strumento di valutazione innovativo in grado di supportare la fase decisionale nella pianificazione territoriale e che possa essere utilizzato in contesti differenti, in quanto si basa su criteri e sub-criteri ampiamente condivisi sia sul piano della prassi ordinaria, sia su quello della ricerca.

Per rispondere al quesito iniziale – se fosse meglio inserire strutture ospedaliere in contesti storici o in aree suburbane –, dopo le analisi effettuate sui casi studio e sulla letteratura scientifica, si è ritenuto opportuno spostare l'attenzione sulla definizione di un *tool* strategico che possa valutare l'idoneità di un'area per la realizzazione di strutture ospedaliere, a prescindere dalla loro localizzazione, ma in base alle loro caratteristiche intrinseche ed estrinseche. Il problema decisionale è scomposto in parti elementari raggruppate in serie omogenee di elementi, tali da formare due livelli gerarchici, criteri e sub-criteri, dipendenti dagli elementi posti al livello superiore della stessa gerarchia. (Fig. 4)

conditions; 2. Demand conditions; 3. Firm strategy; 4. Related and supporting industries; 5. Government; 6. Chance. The next step is the pairwise comparison of alternatives according to selected parameters with the AHP methodology (Analytic Hierarchy Process, AHP). Vahidnia et al. (2009) also use a multi-criteria analysis process combined with GIS (Geographic Information System) to establish the location of a new hospital in Tehran. Criteria analysed are: 1. Distance from arterial street; 2. Travel time area to access existing hospitals; 3. Contamination; 4. Land cost; 5. Population density. Soltani and Marandi (2011) aim to select a site for a new hospital in the Region 5 in the metropolitan area of Shiraz in Iran combining the Fuzzy Analytical Network Process system (Zadeh, 1968) with GIS in order to support the urban planning. The analysis is

composed in different phases with the following parameters being considered in the screening phase: 1. Distance to arterials and major roads; 2. Distance to other medical centres; 3. Population density; 4. Parcel size. Abdullahi et al. (2014) compares results obtained with two different evaluation techniques, Ordinary Least Square (OLS) and AHP, used to identify a suitable site to locate a new hospital in the city of Qazvin in Iran. The research was concluded taking into consideration spatial components and using GIS.

Parameters analysed in this final phase are: 1. Area dimension; 2. Distance to sewerage system; 3. Distance to rivers and canals; 4. Distance to polluted areas; 5. Distance to noisy areas; 6. Distance to taxi station; 7. Distance to bus station; 8. Distance to squares; 9. Distance to main roads; 10. Distance to fire station; 11. Distance to existing hospitals; 12. Dis-

Le strategie localizzative delle nuove strutture ospedaliere sono pertanto definite attraverso uno strumento di valutazione multidimensionale che si basa su un'analisi della rispondenza delle aree rispetto al set di criteri individuato. (Oppio et al., 2016).

Sono stati inoltre definiti alcuni prerequisiti che devono essere obbligatoriamente soddisfatti: 0.1 Dissesti idraulici e idrogeologici; 0.2 Aziende a rischio di incidente rilevante; 0.3 Vincoli urbanistici; 0.4 Prossimità ad ospedali esistenti.

Il problema decisionale relativo alla localizzazione è così articolato: 1. Qualità funzionale, che considera le caratteristiche dell'area ed infatti è composta da 1.1 Centro di riqualificazione urbana; 1.2 Flessibilità e 1.3 Densità abitativa; 2. Qualità localizzativa, che permette di considerare la raggiungibilità dell'area e i servizi che la servono, 2.1 Accessibilità (privata, pubblica, alternativa e parcheggi); 2.2 Distanza dai servizi; 2.3 Connessione alle aree verdi e 2.4 Connessione alle infrastrutture a rete; 3. Qualità ambientale, la quale definisce problemi relativi all'inquinamento e alle sue fonti 3.1 Inquinamento acustico 3.2 Inquinamento dell'aria e 3.3 Industrie insalubri; l'ultimo criterio considera gli 4. Aspetti economici, in modo da razionalizzare le risorse e capire il valore dell'area, 4.1 Valore economico dell'area; 4.2 Proprietà e 4.3 Livello di idoneizzazione.

Per ogni macro-area è stata definita una scheda esplicativa dell'obiettivo da raggiungere e per ogni sub-criterio una scheda volta a precisare i requisiti da rispettare, i potenziali benefici derivanti dal soddisfacimento del criterio e le modalità di attribuzione dei punteggi prestazionali.

Il giudizio finale è dato dal punteggio ottenuto a livello dei sub-criteri e dal peso assegnato ad entrambi i livelli della gerarchia in relazione alla loro rilevanza nel raggiungimento dell'obiettivo

tance to population density; 13. Land cost. A score is assigned in order to understand if different areas meet the selected criteria (where 1=not suitable and 5=most suitable).

Evaluation tool

From the analysis of the literature review the lack of a common evaluation tool to be applied in different contexts has emerged: case by case, a specific one has been defined, in order to meet specific requirements.

The objective of this research is the design of an innovative evaluation tool able to support the decision-maker in the urban planning field in several contexts, since criteria and sub-criteria are both shared by the common practice and by the research.

To answer to the original question – is it better to locate healthcare facilities in historical contexts or in suburban ar-

reas? –, after the analysis of case studies and the literature review, it is necessary to move our attention to the definition of a strategic tool aimed at assessing the land suitability for hosting new healthcare structures, according to its intrinsic and extrinsic characteristic and regardless its position in the city. The decision problem is divided into basic parts grouped together into a homogeneous series of elements, such as to form two hierarchical levels, based on criteria and sub-criteria, dependent on the elements located on the upper level of the same hierarchy. (Fig. 4)

Location strategies for new healthcare facilities are then identified through a multidimensional evaluation tool based on the correspondence of areas selected and the set of criteria framed. (Oppio et al., 2016)

Moreover, mandatory prerequisites are defined: 0.1 *River banks and hy-*

draulic and hydrological instability; 0.2 *Companies at risk of major accident*; 0.3 *Urban restrictions*; 0.4 *Proximity to healthcare network*. The location decision problem has been modelled as follows: 1. *Functional Quality*, that considers characteristics of the area and is composed by 1.1 *Centre of urban redevelopment*; 1.2 *Flexibility*; 1.3 *Building density*; 2. *Location Quality* to take into account the accessibility of the area and the presence of services, 2.1 *Accessibility* (private, public, alternative and parking); 2.2 *Proximity to services*; 2.3 *Connection to green areas*; 2.4 *Infrastructure network*; 3. *Environmental Quality* to define issues related to pollution and its sources, 3.1 *Noise pollution*; 3.2 *Air pollution*; 3.3 *Unhealthy industries*; the last criterion is related to 4. *Economic Aspects* that includes 4.1 *Economic value of the area*; 4.2 *Ownership*; 4.3 *Suitability*.

generale. Al fine di una pesatura oggettiva, è preferibile somministrare questionari ad esperti competenti sulle tematiche rispetto alle quali sono chiamati ad esprimere un giudizio. Assegnando punteggi a tutti i sub-criteri, e fissando dei *range* specifici per ognuno, è possibile ottenere risultati parziali al fine di individuare gli aspetti sotto i quali l'area esaminata risulta non idonea o critica. La complessità dei dati inseriti viene tradotta dal *tool* attraverso l'aggregazione di pesi e punteggi e tramite la definizione di tre livelli: "Non idoneo", "Critico", "Idoneo". I risultati sono inoltre facilmente leggibili attraverso il supporto di grafici che permettono di individuare i punteggi ottenuti per ogni criterio e gli aspetti sotto i quali l'area non è soddisfacente.

Il sistema di criteri così configurato costituisce la base per la messa a punto di un modello spaziale di supporto alle decisioni riguardanti la pianificazione urbana e la localizzazione delle nuove strutture ospedaliere, tale da prefigurarne gli impatti e valutarne conseguentemente l'appropriatezza. Lo strumento di valutazione così delineato può essere anche di supporto alla progettazione, in quanto individua le criticità dell'area e di conseguenza gli accorgimenti progettuali da apportare all'edificio.

Conclusioni

Le scelte riguardanti la localizzazione delle strutture sanitarie si caratterizzano per l'elevata complessità degli aspetti di natura tecnica e politica, nonché per l'incertezza legata ai lunghi tempi degli iter burocratici e amministrativi. Dall'analisi dei casi studio emerge come non ci sia una tendenza localizzativa prevalente e una chiarezza in merito ai criteri decisionali. L'appropriatezza delle scelte localizzative deve essere valutata in rapporto a un set di criteri significativi rispetto alle esigenze e alle condizioni

A data sheet with the aim to be achieved has been defined for each criterion, while, for each sub-criterion, requirements to be met, the potential benefits from the fulfilment of the criterion and how to assign the performance scores have been defined.

The final judgment is given by scores obtained for each sub-criterion and weights assigned to both levels of the hierarchy according to the impact in achieving the general aim. To obtain an objective weighting, it is advisable to carry out a questionnaire with experts that have specific skills in the field under investigation.

Assigning scores for each sub-criterion and establishing a specific range for all of them, it is possible to obtain partial results in order to identify for which aspects the area results are critical or not suitable. Data complexity is converted by the tool, aggregating weights and

del contesto territoriale di riferimento. In questo quadro lo strumento di valutazione elaborato favorisce l'analisi del contesto decisionale e l'individuazione dell'alternativa localizzativa preferibile in una prospettiva adattiva, ossia capace di tener conto di dinamiche di cambiamento non sempre prevedibili.

Attualmente lo strumento è in fase di revisione e implementazione. Data la natura spaziale del maggior numero dei criteri, si sta procedendo alla definizione di mappe di valore. L'uso dei GIS, in combinazione con l'analisi multicriteria, consente infatti di facilitare le procedure di selezione dell'area e di prendere in considerazione porzioni di territorio maggiori, non limitando il campo d'azione ad un numero determinato di alternative. Considerando così l'intera città di riferimento, ad esempio, sarebbe possibile individuare immediatamente le aree disponibili ad ospitare una struttura sanitaria e leggere il loro grado di idoneità sulla base delle loro caratteristiche e la conformità ai criteri e sub-criteri selezionati, a prescindere esclusivamente dalla loro localizzazione sul territorio urbano ed extra-urbano.

REFERENCES

- Abdullahi, S., Mahmud, A.R.B. and Pradhan, B. (2014), "Spatial modelling of site suitability assessment for hospitals using geographical information system-based multicriteria approach at Qazvin city, Iran", *Geocart Intern*, Vol. 29, No. 2, pp. 164-84.
- Astley, P., Capolongo, S., Gola, M. and Tartaglia, A. (2015), "Operative and design adaptability in healthcare facilities", *Technè*, Vol. 9, pp. 162-170.
- Baglioni, A. and Capolongo, S. (2002), "Ergonomics in planning and reconstruction", *Giornale italiano di medicina del lavoro ed ergonomia*, Vol. 24, No. 4, pp. 405-409.
- Buffoli, M., Capolongo, S., di Noia, M., Gherardi, G., Gola, M. (2015), "Healthcare sustainability evaluation systems", in Capolongo, S., Bottero, M.C., Buffoli, M. and Lettieri, E. (Ed), *Improving Sustainability During Hospital Design and Operation: A Multidisciplinary Evaluation Tool*, Springer, Cham, CH, pp. 23-30.
- Capasso, L., Capolongo, S., Faggioli, A., Petronio, M.G., D'Alessandro, D. (2015), "Do Italian housing regulations and policies protect poor people's health?", *Ann Ig.*, Vol. 27, No. 4, pp. 688-689.
- Capolongo, S. (2016), "Social aspects and well-being for improving healing processes' effectiveness", *Ann Ist Super Sanità*, Vol. 52, No. 1, pp. 11-14.
- Capolongo, S., Mauri, M., Peretti, G., Pollo, R. and Tognolo, C. (2015), "Facilities for Territorial Medicine: the experiences of Piedmont and Lombardy Regions", *Technè*, Vol. 9, pp. 230-236.
- Coppola, L., Ripamonti, E., Cereda, D., Gelmi, G., Pirrone, L. and Rebecchi, A. (2016), "2015-2018 Regional Prevention Plan of Lombardy (Northern Italy) and sedentary prevention: a cross-sectional strategy to develop evidence-based programmes", *Epidemiologia & Prevenzione*, Vol. 40, No. 3-4, pp. 243-248.
- Corsi, S., Oppio, A. and Dendena, B. (2015), "ESIA (Environmental and Social Impact Assessment). A tool to minimize territorial conflicts", *Chem Engin Transact*, Vol. 43, pp. 2215-2220.
- Daskin, M. S. and L. K. Dean (2004), "Location of Health Care Facilities", in Sainfort, F., Brandeau, M. and Pierskalla, W. (Ed), *Handbook of OR/MS in Health Care: A Handbook of Methods and Applications*, Kluwer Academic Publisher, Boston, Dordrecht, London, pp. 43-76.
- Fara, G.M., D'Alessandro, D. (2015), "Population ageing: Impacts on the satisfaction of social demand and medical needs", *Technè*, Vol. 9, pp. 21-26.
- Oppio, A., Buffoli, M., Dell'Ovo, M. and Capolongo, S. (2016), "Addressing decisions about new hospitals' siting: a multidimensional evaluation approach", *Ann Ist Super Sanità*, Vol. 52 No. 1, pp. 78-87.
- Oppio, A., Corsi, S., Mattia, S. and Tosini, A. (2015), "Exploring the relationship among local conflicts and territorial vulnerability: The case study of Lombardy Region", *Land Use Pol.*, Vol. 43, pp. 239-247.
- Saaty, T.L. (1980), *The analytic hierarchy process*, Mc-Graw-Hill, New York, NY.
- Soltani, A. and Marandi, E.Z. (2011), "Hospital site selection using two-stage fuzzy multi-criteria decision making process", *J Urban Environ Engin*, Vol. 5, No. 1, pp. 32-43.
- Vahidnia, M.H., Alesheikh, A.A. and Alimohammadi, A. (2009), "Hospital site selection using fuzzy AHP and its derivatives", *J Environ*, Vol. 90, No. 10, pp. 3048-3056.
- Wu, C.R., Lin, C.T. and Chen, H.C. (2007), "Optimal selection of location for Taiwanese hospitals to ensure a competitive advantage by using the analytic hierarchy process and sensitivity analysis", *Building and Environment*, Vol. 42, No. 3, pp. 1431-1444.
- Zadeh, L.A. (1968), "Communication. Fuzzy Algorithms", *Information and Control*, Vol. 12, pp. 94-112.
- scores and defining three levels: "Not suitable"; "Critical"; "Suitable". Results are illustrated with graphs that allow to identify the level obtained for each criterion and where and why it is not adequate.
- This set of criteria could be at the base of a spatial model to support decisions about urban planning and the location of new healthcare facilities in order to develop future impacts and then evaluate the applicability. This evaluation tool can even support the design process, in fact showing limits and critical aspects of the area, it is possible to address design actions.
- Conclusions**
Choices about healthcare location are characterized by complex political and technical aspects and the uncertainty related to the duration of bureaucratic and administrative procedures. From the analysis of case studies, the lack of a specific location trend and lack of clarity about the decision-making criteria comes to light. The adequacy of location choices should be evaluated according to a relevant set of criteria that meets the requirements and context conditions. Considering these preconditions, the evaluation tool supports the analysis of the decision-making environment and the selection of the most suitable alternative in an adaptive manner, meaning it is capable to take unpredictable dynamics of change into account. Currently the tool is in its revision and implementation phase. Since most of the criteria have spatial characteristic, the research is providing value maps.
- GIS combined with multi-criteria analysis facilitates the site selection phase and moreover, allows to consider several part of the land and to expand the alternatives' domain. Analysing the whole city, for example, it is possible then to identify immediately available areas to host hospitals and to define their level of suitability according to their features in accordance with the criteria and sub-criteria selected. This study selects areas based on suitability of the site regardless of their location in the urban or suburban territory.