

USO DELLA SIMULAZIONE PER IL DIMENSIONAMENTO DEI SERVIZI DI
EMERGENZA-URGENZA SU SCALA TERRITORIALE PROVINCIALE

F. Carlucci¹, A. Cirà², G. Quattrone³

SOMMARIO

La misurazione dei livelli di efficienza dell'offerta dei servizi sanitari ha da sempre destato attenzione da parte dello Stato per la particolare rilevanza in termini di ricadute sulle condizioni di salute della popolazione, ma anche per il notevole impegno di risorse pubbliche necessario per l'assistenza sanitaria. Le specificità sociali ed economiche del servizio sanitario impongono un elevato livello di rigore analitico per quanto concerne, la valutazione, da un lato, dell'andamento tendenziale delle esigenze collettive, dall'altro, della capacità del servizio di rispondere al reale bisogno della domanda nella sua articolazione territoriale.

L'emergenza-urgenza costituisce un particolare segmento dell'offerta di servizi sanitari che si caratterizza per l'elevata complessità causata dall'aleatorietà degli eventi e dalla forte interazione spaziale tra il luogo di origine della domanda e il luogo in cui è possibile erogare il relativo servizio.

Se l'erogazione deve avvenire in un contesto territoriale caratterizzato da una morfologia eterogenea (montana e collinare) come quella della Regione Sicilia appare evidente il grado di complessità a cui si va incontro nella progettazione e gestione del servizio stesso.

In tale ambito, il presente lavoro è teso ad illustrare un modello per ottimizzare la localizzazione e il livello di fornitura dei servizi in considerazione delle variabili territoriali (distanze e vie di comunicazione, etc.) e sociali (popolazione, attività economiche, etc.).

¹ Dipartimento di Scienze Economiche e Statistiche DiSES, Università degli Studi di Salerno, Via Giovanni Paolo II, 132, 84084, Fisciano (SA), e-mail: fcarlucci@unisa.it

² Dipartimento di Scienze Economiche, Aziendali, Ambientali e Metodologie Quantitative (SEAM), Università di Messina, Via dei Verdi, 75, 98122, Messina, e-mail: acira@unime.it

³ Dipartimento di Scienze Economiche e Sociali, Università Cattolica del Sacro Cuore, Via Emilia Parmense 84, 29100, Piacenza, e-mail: Giuseppe.quattrone@unicatt.it

1 Introduzione

Nella spesa complessiva del sistema sanitario italiano regionale, una delle principali voci è quella relativa all'offerta dei servizi di emergenza-urgenza.

Nonostante i due termini siano impiegati nel linguaggio comune per identificare un bisogno di assistenza prioritario rispetto ad altri, allo scopo di analizzare nei dettagli un modello organizzativo del sistema dell'emergenza-urgenza, è sembrato opportuno premettere una definizione più particolareggiata dell'argomento.

Nel 1994, secondo la Federazione Italiana di Medicina d'Urgenza e di Pronto Soccorso (FIMUPS), il termine urgenza indicherebbe situazioni di pertinenza esclusivamente clinica, per le quali occorre l'istituzione di provvedimenti immediati; il termine emergenza, invece, viene inteso più sul piano dell'analisi dell'organizzazione che su quello assistenziale, rappresentando, in tal caso, un meccanismo organizzativo complesso e strutture operative a rapida ed efficace attivazione, destinate ad affrontare situazioni più complicate, che richiedono l'apporto di più persone con professionalità specifiche.

Tali considerazioni rendono particolarmente arduo il compito di distinguere la fattispecie dell'urgenza da quella dell'emergenza, perché questi due vocaboli racchiudono una molteplicità di forme patologiche intermedie di difficile classificazione; entrambi però hanno in comune il fatto che dipendono da un bisogno di cure non programmato, il cui esito è strettamente correlato alla tempestività dell'intervento.

Per tale motivo, la letteratura scientifica, si è occupata più volte di fornire una chiara definizione dei termini "emergenza" ed "urgenza", distinguendo i due sulla base delle condizioni di sopravvivenza del paziente. Tale classificazione prevede che si parli di emergenza, se sono compromessi i parametri vitali e se occorrono interventi immediati per garantire la sopravvivenza; laddove, invece, occorre un intervento pronto, ma non immediato (dilazionabile nel tempo) si parla di urgenza.

In ogni caso, poiché i servizi di emergenza-urgenza rientrano, da un punto di vista strettamente economico, fra le attività di intervento pubblico dirette alla salvaguardia della vita e della salute dei cittadini, non è possibile procedere ad effettuare delle semplici analisi costi benefici per valutare il livello ottimo di intervento. Queste scelte, infatti, appartengono alla sfera delle decisioni politiche⁴, laddove le strategie di organizzazione e gestione dei servizi di trasporto di emergenza ed urgenza dovrebbero rientrare nell'alveo delle competenze degli studiosi di economia dei trasporti. Se volessimo inserire il trasporto di emergenza ed urgenza in una delle categorie tradizionali di beni potremmo utilizzare la sfera dei beni di

⁴ Per un'analisi più approfondita della natura dell'intervento pubblico nei servizi sanitari si veda Viscosi e Vernon 2005 pp. 717-745.

merito (*merit goods*) e, come tali, da assegnare con criteri non economici ma di tipo paternalistico.

Inoltre, dato che la gestione di questa tipologia di servizi avviene in condizioni di assenza o scarsità di informazioni sulla probabilità del verificarsi della domanda, occorre trovare sistemi che permettano una razionalizzazione del servizio nel rispetto dei vincoli di bilancio che sono tipici di un sistema produttivo di tipo aziendalistico.

Si intuisce come le motivazioni che hanno spinto negli ultimi anni a una radicale trasformazione dei servizi di emergenza (DPR 27 marzo 1992, PSR 2011-2013), siano orientate al difficile passaggio da una tradizionale offerta “puntuale” di prestazioni, sia territoriali che ospedaliere, ad un vero e proprio “sistema emergenza” con tutte le sue articolazioni funzionali ed organizzative (Ottone, 1996). Secondo la Federazione Italiana di Medicina Emergenza Urgenza Catastrofi, “il raggiungimento di un tale risultato è subordinato a investimenti strutturali, ed organizzativi, risorse tecniche ed umane adeguate al volume di attività ed alla tipologia delle prestazioni cliniche offerte nel contesto della Rete della Emergenza⁵”. Va considerato altresì che, visti i vincoli di spesa cui sono tenute molte regioni italiane, risulta complesso pianificare un servizio in grado di raggiungere la massima copertura del territorio. Operazione ancora più complessa in caso di territori, come la Sicilia, caratterizzati da aree geografiche disomogenee e un’infrastruttura stradale che limita l’accessibilità in tempi brevi.

Ritenendo quindi, di fondamentale importanza lo sviluppo di un metodo quantitativo a supporto della pianificazione del servizio d’emergenza-urgenza, viene proposto l’utilizzo di strumenti che permettono di rappresentare in modo dinamico il flusso di pazienti all’interno di un’area geografica, studiandone le interazioni tra domanda e offerta di servizio extra ospedaliero, tenuto conto dei tempi di percorrenza, dei diversi mezzi di soccorso per gli spostamenti fra luoghi di richiesta di assistenza e strutture ospedaliere presenti sul territorio.

A tal fine, l’applicazione di un modello quantitativo permetterà di condurre delle simulazioni e analisi di scenario in modo da testare la risposta del sistema sanitario locale rispetto alle seguenti ipotesi:

- carico di rottura tra domanda e offerta di ricovero d’urgenza;
- dimensionamento ottimale della flotta di mezzi;
- dimensionamento ottimale della dotazione di posti letto tenuto conto dell’accessibilità effettiva e potenziale della struttura di ricovero.

Per la tipologia di ricovero verranno prese in esame solo strutture pubbliche poiché non risultano presenti in provincia strutture private dotate di reparti di Terapia intensiva o Unità coronarica, ritenute indispensabili per interventi d’urgenza.

⁵ FIMEUC, Lettera al Ministro della Salute, “Oggetto: Il sistema di Emergenza e Urgenza deve rappresentare un punto di forza del Servizio Sanitario Nazionale e deve essere inserito nel Governo Clinico” (2012)

La ricerca pertanto, si sviluppa in tre fasi:

- Definizione e caratterizzazione del bacino d'utenza;
- Misurazione del grado di accessibilità al servizio d'urgenza;
- Conduzione di analisi di scenario con ipotesi di variazione dei dati di input.

Per questo studio si è deciso di non introdurre variabili non spaziali data la limitata influenza che queste esercitano sul comportamento dei pazienti che richiedono il servizio in condizioni d'urgenza.

2 Quadro territoriale e definizione del campione delle variabili da esaminare

La Sicilia è una regione con una popolazione di circa 5 milioni di abitanti con il territorio più esteso del Paese (25.711 Km²). La densità abitativa è pari a 194 abitanti/Km², distribuiti su 390 comuni. Tali caratteristiche si riflettono direttamente sui costi del sistema sanitario regionale che, nel 2011, sono risultati pari a 8.558 milioni di euro, finanziati per il 49% con fondi regione siciliana, per il 24% con addizionali IRAP ed IRPEF, per il 26% con il fondo sanitario regionale e per il 1% con entrate proprie.

Nonostante l'attività di logistica sanitaria rappresenti, allo stato attuale, un costo minimo rispetto alla spesa complessiva del servizio sanitario regionale (circa l'1,7 %) costituito esclusivamente dall'attività di soccorso (nel 2013 si prevede una spesa complessiva per il servizio di emergenza urgenza di 130 mil. di euro), il legislatore regionale attribuisce un ruolo essenziale alla logistica sanitaria quale motore per la razionalizzazione della spesa complessiva del servizio sanitario regionale.

Al fine di razionalizzare tale spesa è stato redatto il piano sanitario regionale che individua, quale nodo centrale per il miglioramento dell'efficienza del sistema sanitario regionale, la logistica sanitaria nonché i servizi di intervento di emergenza urgenza affidati ad una società regionale denominata SEUS 118.

La razionalizzazione del servizio di emergenza urgenza fa perno sull'attività di logistica sanitaria, in raccordo con le altre aree funzionali (presidi di continuità assistenziale, PTE, Ospedali ecc.); in tale ambito la Regione Siciliana, con D.A. n. 481 del 25 marzo 2009 "Linee guida generali sul funzionamento del Servizio di Urgenza Emergenza Sanitaria regionale S.U.E.S. 118", ha provveduto ad una prima regolamentazione degli obiettivi e dei compiti delle Centrali operative, del sistema di soccorso ospedaliero e territoriale dedicato al pronto soccorso, dell'accettazione e della successiva gestione del paziente in emergenza – urgenza.

L'attività dell'emergenza-urgenza è gestita e attualmente coordinata da quattro Centrali Operative del 118, allocate nei DEA, rispettivamente, per il bacino PA-TP nell'Azienda Ospedaliera ARNAS Civico, per il bacino di CT-SR- RG, nell'Azienda Ospedaliera Cannizzaro, per il bacino di ME, nell'Azienda Ospedaliera Papardo-Piemonte, per il bacino di

CL-EN-AG, nel presidio ospedaliero S.Elia dell'ASP di Caltanissetta, attraverso la ricezione delle richieste di soccorso, la valutazione della criticità, l'attivazione e il coordinamento dell'intervento e il raccordo con la protezione civile.

Con convenzioni separate, successivamente, è stata affidato alla società SEUS 118 il compito di gestire gli altri servizi di mobilità del paziente, quali spostamenti all'interno dei complessi ospedalieri, distribuzione dei farmaci presso le farmacie degli ospedali, ecc.

Inoltre la Regione ha provveduto a definire la distribuzione dei mezzi di soccorso, nel rispetto degli standard stabiliti in sede di conferenza Stato-Regioni e secondo criteri di densità abitativa, distanze e caratteristiche territoriali. Il numero totale delle postazioni di Mezzi di Soccorso Avanzato (M.S.A.) previste è assegnato alla sede di Centrale Operativa, fatti salvi i principi di interscambiabilità del personale medico ed infermieristico.

È chiaro a questo punto che si rende necessaria una revisione della dislocazione tale che il sistema non sia statico così come previsto del legislatore regionale, ma muti in conformità con le esigenze del territorio che variano in funzione delle diverse stagioni dell'anno e nel corso degli anni.

Il nostro obiettivo sarà quindi quello di costruire un database di informazioni tali da ottimizzare l'utilizzo delle risorse disponibili dati i vincoli imposti dalla legge per garantire i servizi minimi essenziali.

Le variabili considerate per esaminare il problema sono quelle di seguito riportate.

Popolazione

Per la determinazione della dimensione della domanda proveniente dai comuni della Provincia di Messina sono stati utilizzati i dati del Censimento Nazionale dell'ISTAT reperibili dal sito GEO-DEMO.

Strutture di ricovero

L'elenco delle strutture di ricovero attive nella Provincia di Messina nel periodo 2010 è stato acquisito dal sito del Ministero della Salute. Per ciascuna struttura, il Ministero fornisce indicazioni relative alla localizzazione territoriale.

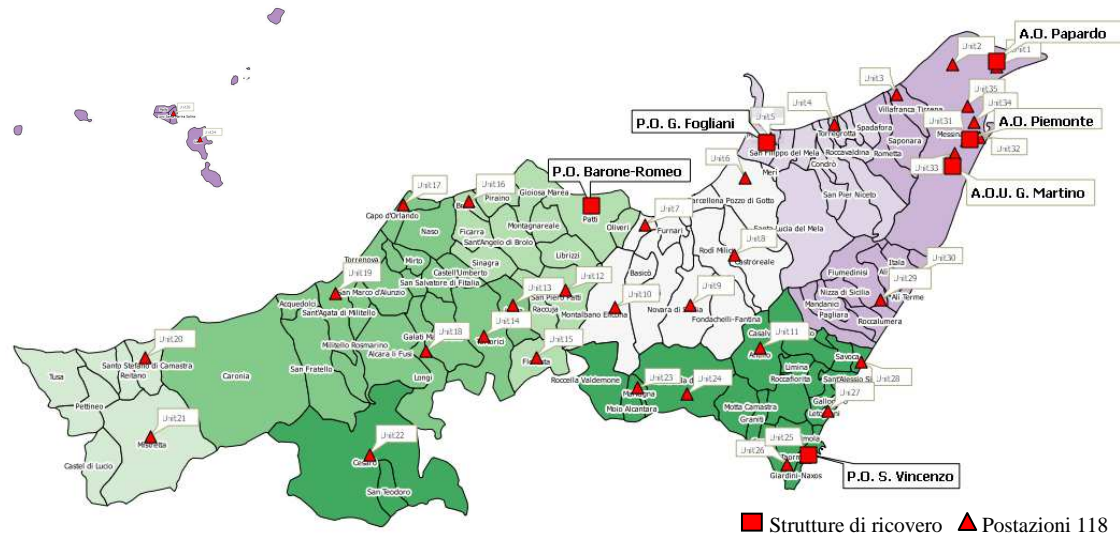


Figura 1 - Strutture di ricovero d'urgenza e postazioni di 118 localizzate in provincia di Messina

Risorse per struttura

I posti letto, per i reparti d'urgenza, sono stati raccolti dal sito del Ministero della Salute .

Ricoveri ospedalieri d'urgenza

I ricoveri ospedalieri sono stati raccolti dal sito del Ministero della Salute sulla base delle SDO relative all'anno 2010. Per il seguente lavoro vengono presi in esame i soli ricoveri eseguiti in regime ordinario.

Le informazioni complessivamente raccolte, saranno analizzate per la costruzione di dati di input per il modello. I risultati saranno riportati in forma tabellare ed elaborati con il software di georeferenziazione QGis per la costruzione delle relative mappe territoriali.

3 Modelli per la pianificazione del servizio

Dal punto di vista metodologico, gli studi che si occupano di pianificazione del servizio sul territorio si concentrano su due tipologie di strumenti: *accessibility models* e *covering models*. Sui primi, Guagliardo (2004) identifica i modelli più comunemente adottati nella misurazione del livello di accessibilità alle cure, classificandoli in quattro categorie: *Provider-to-population ratios*, *Travel impedance to nearest provider*, *Average travel impedance to provider*, e *Gravity models*. Questi ultimi, basati sulla legge di gravitazione universale di Newton, sono finalizzati a valutare l'equità nella distribuzione del servizio secondo un principio di interazione tra forze di attrazione. In questo tipo di modello, l'accessibilità alla struttura di servizio, è data dalla somma dei rapporti tra la domanda e l'offerta, ponderata per

la distanza che intercorre tra le stesse. Il coefficiente di impedimento β misura la relazione tra popolazione e servizio assumendo altri fattori costanti che influenzano l'interazione.

La maggior parte degli studiosi sostiene la validità del modello gravitazionale per la precisione con cui è in grado di descrivere il fenomeno (Fabbri and Robone, 2010) riconoscendo come elemento critico, per una valida formulazione del modello, la determinazione del coefficiente di impedimento (Luo and Qi, 2009). In tal senso, numerosi studi che misurano l'impedenza alla mobilità legata alla distanza, presentano risultati diversi a seconda che si tratti di aree urbane (Langford and Higgs 2006; Yang et al. 2006) o aree rurali (McGrail and Humphrey 2009). Ulteriore critica mossa a tale tipologia di modelli è dovuta alla loro limitata capacità di adattamento rispetto all'evoluzione del fenomeno studiato essendo basati su informazioni statiche attuali o pregresse (Daskin and Dean, 2004).

Un altro filone di ricerca, prevede l'uso di modelli di localizzazione, impiegati in ricerca operativa, con l'obiettivo di determinare il corretto posizionamento e il numero di strutture, minimizzando il relativo costo. I più comunemente adottati in ambito sanitario, rientrano nella famiglia dei modelli discreti e sono i *Covering-based models* e i *Median based models* (Rahman and Smith, 2000). Mentre i primi sono orientati alla determinazione del numero minimo di unità di servizio, i secondi localizzano le strutture in base alla minima distanza percorsa. Esempi di applicazione sono: la pianificazione della copertura della rete ospedaliera (Daskin e Dean, 2004, Harper, 2005) e la localizzazione ottimale di unità mobili per il pronto intervento (Goldberg, 2004, Schmid, 2010, Knight, 2012). La principale critica mossa nei confronti dei *Covering-based models* è legata essenzialmente al fatto che trattano il servizio come una variabile binaria la cui distanza assume valore $\{0,1\}$ a seconda che rientri o meno entro dei limiti predefiniti. Tale vincolo viene superato dall'applicazione dei *Median based models* la cui funzione obiettivo minimizza la distanza media ponderata tra la domanda e offerta.

3.1 Il modello di trasporto multi-modale per l'assegnazione dei flussi di ricovero

Il modello proposto in questa sede è frutto di una combinazione tra modelli gravitazionali, per la determinazione dell'attrazione e l'applicazione del metodo del semplice per la risoluzione del problema di trasporto.

In questo studio, si assume un impianto logistico su due livelli, con la presenza di strutture fisse di pronto soccorso e unità mobili di pronto intervento dislocate sul territorio; ogni unità mobile è costituita da un'equipe di pronto intervento. Il paziente che origina da uno dei comuni della provincia di Messina raggiungerà la struttura di ricovero utilizzando tre possibili vettori di trasporto: 1) Elisoccorso, 2) Ambulanza o 3) Mezzi propri, secondo lo schema riportato in figura 2.

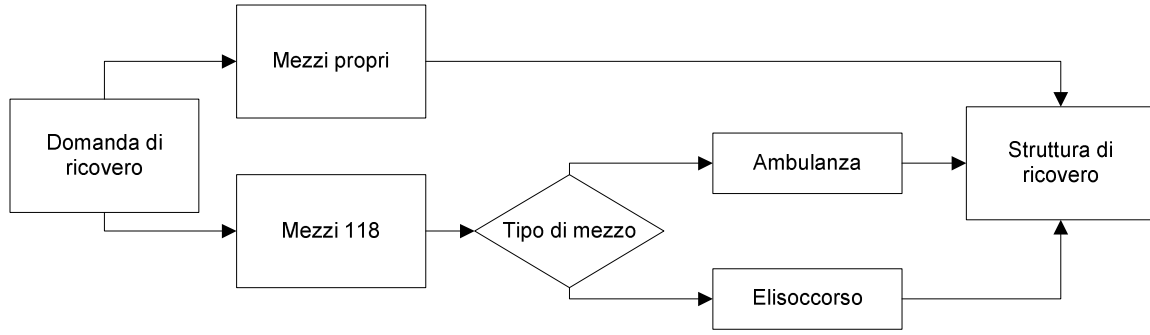


Figura 2 - Modalità di arrivo dei pazienti presso le strutture di ricovero

L'insieme delle informazioni alla base del modello è raccolto in tre matrici bidimensionali: H_{ij} in caso di trasporto con mezzi propri, A_{ij} in caso di trasporto in ambulanza e S_{ij} qualora si adoperi l'elisoccorso. Ciascuna matrice riporta la funzione di costo associata al mezzo di trasporto p impiegato nel percorrere il tratto che separa i nodi di origine dai nodi di destinazione. Con R_i si identifica la domanda di ricovero che origina dai comuni i ($1, \dots, m$) della provincia di Messina mentre con L_j si identifica la capacità di offerta dei servizi j ($1, \dots, n$) localizzati in corrispondenza delle strutture di ricovero e delle postazioni di 118.

La notazione impiegata per la formulazione del modello di trasporto è tale per cui:

$$Z = \min \quad z_p = \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} c_{ijp}^* x_{ij} \quad (1)$$

$$\text{subject to:} \quad \sum_{j \in J} x_{ij} = R_{ip} \quad \forall i = 1, \dots, m \quad (2)$$

$$\sum_{i \in I} x_{ij} = L_{jp} \quad \forall j = 1, \dots, n \quad (3)$$

$$x_{ij} \geq 0 \quad \forall ij \quad (4)$$

$$\forall p = 1, 2, 3 \quad (5)$$

La funzione obiettivo (1) è strutturata in modo tale che per ciascuna delle tre matrici venga determinato il minimo costo totale del trasporto. I vincoli (2) e (3) impongono che il numero dei ricoveri sia esattamente uguale al numero di pazienti che le strutture sono in grado di ricoverare. Infine, il vincolo (3) impone che il flusso di domanda verso una struttura di ricovero sia un numero non negativo.

Il costo del trasporto, in questa prima valutazione è rappresentato da un indicatore di accessibilità spaziale c_{ijp}^* , calcolato attraverso un modello gravitazionale la cui formulazione è espressa dalla seguente notazione:

$$c_{ijp}^* = - \left(\frac{\sum_i L_{jp}}{R_{ip} d_{ijp}^{\beta(\alpha_p-1)}} \right) \quad \beta \in \mathbb{R}; \alpha_p \geq 1 \quad (6)$$

Nell'equazione (6), la distanza d_{ij} tra comuni di origine e strutture di ricovero è calcolata come tempo medio di percorrenza e sarà condizionata da un coefficiente d'impedimento α_p , differenziato, a seconda della matrice considerata. :

$$\alpha_p \begin{cases} p = 1 & \text{se Elisoccorso} \\ p = 2 & \text{se Ambulanza} \\ p = 3 & \text{se Mezzi propri} \end{cases} \quad (7)$$

In particolare, il tempo medio di percorrenza, sarà calcolato:

- per pazienti che si muovono con mezzi propri, ipotizzando la scelta del percorso stradale più breve, nel rispetto dei vincoli di velocità definiti dal codice stradale;
- per pazienti trasportati con unità mobili terrestri, il tempo di percorrenza è dato dalla somma tra il tempo impiegato dall'ambulanza per raggiungere il luogo dell'infortunio, il tempo di recupero e il tempo di attraversamento del percorso stradale più breve verso la struttura di ricovero, nel rispetto dei vincoli di velocità definiti dal codice stradale;
- per pazienti trasportati con elicottero, il tempo di percorrenza sarà dato dalla somma tra il tempo necessario alle operazioni di attrezzaggio/decollo/atterraggio, il tempo di recupero del paziente, il tempo di volo e il tempo di ricovero nella struttura di destinazione.

In generale, per richieste di intervento in condizioni di urgenza, in zone geografiche con estensione provinciale e morfologia territoriale come la Provincia di Messina, risulta realistico ipotizzare una distanza massima accettabile pari a 60' di viaggio, tempo entro il quale un paziente che si trova in condizioni di emergenza, dovrebbe raggiungere una struttura di ricovero.

Va infine precisato, che la matrice che prevede l'uso di mezzi propri, incorpora una funzione di distanza il cui grado di affidabilità si ritiene sufficiente, nell'ipotesi di disponibilità immediata del mezzo di trasporto; nel caso delle matrici che prevedono l'impiego di unità mobili di pronto intervento, la variabilità circa la localizzazione e la disponibilità del mezzo al momento della chiamata tende a ridurre l'affidabilità della funzione sopracitata.

La scelta del mezzo di soccorso, essendo funzione del costo di utilizzo, verrà opportunamente ponderata in modo da valutare la relazione tra tempi medi di soccorso e costo totale di

trasporto. In questa prima fase si assume sempre disponibile almeno un'unità mobile localizzata in corrispondenza delle attuali postazioni 118.

Il modello così formulato, permette di valutare alternative decisionali riguardo la programmazione del servizio e il dimensionamento delle risorse sul territorio. In particolare la ricerca del minimo costo di trasporto globale, dato dalla combinazione dei costi di trasporto di ciascun automezzo, consentirà di pianificare il parco veicolare secondo un principio di equità nei livelli di accesso alle cure oltre che di economicità del servizio erogato.

4 Considerazioni conclusive

La riforma del servizio sanitario nazionale e il conseguente processo di aziendalizzazione (Legge n. 502 del 1992 che ha trovato applicazione circa sei anni dopo) del sistema di offerta ha portato, assieme ai vantaggi di una maggiore attenzione all'economia sanitaria, anche ad una serie di problemi gestionali di non facile risoluzione.

Di fronte alla richiesta del legislatore di una riduzione sostanziale delle risorse sanitarie, con una domanda stabile e, in determinati casi, incrementale rispetto al passato, l'equilibrio tra domanda e offerta viene gestito per approssimazioni successive e correzioni continue spesso considerate indipendenti l'una dall'altra. Nella realtà, fatta salva la consapevolezza di tali legami, il *decision maker* si trova di fronte a una rete di servizi interdipendenti, riconosciuta ma non formalizzata e di conseguenza difficilmente governata.

L'offerta di cure e in particolare per i casi d'urgenza, non influisce in modo diretto sull'insorgenza delle patologie, ma modifica il comportamento dei pazienti che si muovono nello spazio nel tentativo di trovare risposta immediata al bisogno. In conseguenza di ciò non va trascurato il rapporto di interdipendenza che esiste tra le strutture, anche se questo non viene quasi mai formalizzato o regolato. La dotazione di risorse di una struttura, agisce in modo indiretto sul carico di tutte le strutture della rete ospedaliera, secondo un principio simile a quello dei "vasi comunicanti".

Con la costruzione di un modello che tiene conto sia della mobilità della domanda di cure sia della capacità di carico delle strutture di servizio, come quello proposto, siamo in grado di valutare in modo puntuale opportunità decisionali ex-ante, nell'ipotesi di scenari sia in termini di una variazione della domanda di cure sia in termini di una riorganizzazione delle risorse a disposizione.

La possibilità infine di inserire nel modello alternative di trasporto con un rapporto di costo/efficacia differenziato, consente di eseguire delle analisi di scenario con alternative di pianificazione delle risorse sia in termini quantitativi che di localizzazione nello spazio. Dal risultato di queste simulazioni, l'informazione messa a disposizione del management assume

un carattere sistemico e funge da concreto supporto al processo decisionale di allocazione delle risorse.

Consapevoli della complessità delle variabili che concorrono al funzionamento del sistema sanitario, con questo lavoro, si intende mostrare uno strumento decisionale quantitativo e dinamico rispetto alla realtà osservata che tenga conto delle esigenze locali su cui è articolato il servizio. Un'estensione del modello da un livello provinciale ad uno regionale, consentirebbe una panoramica di più ampio spettro e una maggiore rappresentatività della realtà osservata.

5 Bibliografia

Daskin M. S. and Dean L. K. (2004) Location of Health Care Facilities. In: Brandeau M., Sainfort F., Pierskalla P. W. (eds.) *Handbook of OR/MS in Health Care: A Handbook of Methods and Applications*, Kluwer 43-76.

Fabbri D. and Robone S. (2010) The geography of hospital admission in a national health service with patient choice *Health Economics*, 19: 1029–1047.

Goldberg J. (2004) Operations Research Models for the Deployment of Emergency Services Vehicles *EMS Management Journal*, 1, 1:20-39.

Guagliardo M.F. (2004) Spatial accessibility of primary care: concepts, methods and Challenges *International Journal of Health Geographics*, 3, 3:1-13.

Harper *et al.* (2005) Planning health services with explicit geographical considerations: a stochastic location–allocation approach *Omega: International Journal of Management Science*, 33:141-152

Joseph A.E. and P.R. Bantock (1982) Measuring potential physical accessibility to general practitioners in rural areas: a method and case study *Social Science & Medicine*. 16, 1: 85-90.

Knight V.A. *et al.* (2012) Ambulance allocation for maximal survival with heterogeneous outcome measures *Omega: International Journal of Management Science* 40:918-926

Luo W. and Wang F. (2003) Measures of spatial accessibility to healthcare in a GIS-based environment: Synthesis and a case study in Chicago region *Environment and Planning*, 30, 6: 865-884.

- Luo W. (2004) Using a GIS-based floating catchment method to assess areas with shortage of physicians *Health and Place*, 10:1-11
- Luo W. and Qi Y. (2009) An enhanced two-step floating catchment area (E2SFCA) method for measuring spatial accessibility to primary care physicians *Health & Place*, 15:1100–1107.
- Ottone G. (1996) *Pronto soccorso. Servizi di emergenza 118*, Centro Scientifico Editore.
- Rahman S. and Smith D.K. (1999) Use of location-allocation models in health service development planning in developing nations *European Journal of Operational Research*, 123:437-452.
- Schmid V. and Doerner K. F. (2010) Ambulance location and relocation problems with time-dependent travel times *European Journal of Operational Research*, 207:1293-1303
- Shuurman N. *et al.* (2010) Measuring potential spatial access to primary health care physicians using a modified gravity model *The Canadian Geographer*, 1:29–45.
- Toregas C. *et al.* (1971) The location of emergency service facilities *Operations Research*, 19:1363–1373.
- Viscusi W. K. and Vernon J. M. (2005) *Economics of Regulation and Antitrust*. Mit Press.