

POLITECNICO DI MILANO

Scuola di Ingegneria Industriale e dell'Informazione  
Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Gestionale



*Crowding di Pronto Soccorso:  
Sperimentazione del modello NEDOCS*

Relatore: Prof. Ing. Emanuele Lettieri

Correlatori: Dott.ssa Cristina Mazzali

Prof. Ing. Davide Chiaroni

Tesi di Laurea Magistrale di:

Federico Nilo Matricola 819614

Anno Accademico 2014-2015

Ringrazio la mia famiglia per avermi dato l'opportunità di compiere questo percorso, i Prof. Lettieri, Chiaroni e la Dott.ssa Mazzali per il supporto durante questo progetto, le Dottoresse Bressan e Guarnone, i Dottori Evangelista e Speciale, Valentina e tutto il personale del Pronto Soccorso del San Matteo per la preziosa collaborazione e infine gli amici e le persone care per avermi supportato e, soprattutto, sopportato in questi anni.

Un sincero e sentito Grazie a tutti.

Fede

# Indice

<i>Indice delle figure</i> .....	III
<i>Indice delle tabelle</i> .....	V
<i>Abstract</i> .....	VII
<i>Abstract (English Version)</i> .....	IX
<i>Executive Summary</i> .....	X
<i>Executive Summary (English Version)</i> .....	XV
<i>Capitolo 1: Introduzione</i> .....	1
<i>Capitolo 2: Revisione della letteratura</i> .....	6
2.1 Keyword e fonti .....	6
2.2 Criteri di selezione .....	8
2.3 Statistica Descrittiva .....	9
2.4 Articoli selezionati importanti .....	24
2.5 Analisi della letteratura .....	27
2.5.1 <i>Crowding</i> .....	29
2.5.2 Cause del <i>Crowding</i> .....	34
2.5.3 Conseguenze del <i>Crowding</i> .....	38
2.5.4 Soluzioni .....	42
2.5.5 In Italia .....	46
2.5.6 NEDOCS .....	47
2.5.7 <i>Boarding</i> .....	56
2.6 Domande di ricerca .....	60
<i>Capitolo 3: Metodologia</i> .....	63
3.1 Mappatura .....	63
3.1.1 Struttura del Pronto Soccorso Accettazione .....	65
3.1.2 Personale di pronto soccorso .....	68
3.1.3 Gestione del paziente .....	69
3.2 NEDOCS .....	73
3.2.1 Genesi .....	73
3.2.2 Calcolo .....	77
3.2.3 Problematiche di calcolo .....	79

3.2.4	Soluzioni .....	84
3.3	Rilevazioni percezioni operatori.....	87
3.4	Confronti .....	94
<i>Capitolo 4:</i>	<i>Analisi dei risultati</i> .....	104
4.1	Descrittiva accessi .....	104
4.2	Rilevazione percezioni.....	113
4.2.1	Rilevazione delle percezioni: Qualità dati .....	113
4.2.2	Descrittiva delle percezioni .....	133
4.2.3	Confronto delle percezioni degli operatori .....	146
4.3	NEDOCS .....	152
4.3.1	Descrittiva NEDOCS.....	153
4.3.2	Descrittiva NEDOCS di Settembre .....	158
4.4	Confronto percezioni e NEDOCS .....	161
4.5	Calibrare modello.....	167
4.6	Descrizione modello ricalibrato .....	168
<i>Capitolo 5:</i>	<i>Discussione</i> .....	176
5.1	Limiti.....	181
<i>Capitolo 6:</i>	<i>Conclusioni</i> .....	183
6.1	Implicazioni manageriali .....	185
6.2	Spunti per la ricerca futura .....	186
<i>Bibliografia e Sitografia</i>	.....	187

## ***Indice delle figure***

Figura 2.1: distribuzione tematiche.....	10
Figura 2.2: distribuzione temporale crowding .....	11
Figura 2.3: distribuzione temporale NEDOCS .....	12
Figura 2.4: distribuzione temporale boarding .....	13
Figura 2.5: distribuzione finalità articoli.....	14
Figura 2.6: distribuzione su singoli argomenti.....	15
Figura 2.7: analisi aggregate a coppie.....	16
Figura 2.8: analisi aggregate a terzetti .....	16
Figura 2.9: dimensioni congiuntamente .....	17
Figura 2.10: dimensioni .....	18
Figura 2.11: confronto a coppie di dimensioni di analisi .....	19
Figura 2.12: dimensioni singole .....	20
Figura 2.13: dimensioni .....	21
Figura 2.14: dimensioni a coppie .....	22
Figura 2.15: dimensioni singole .....	23
Figura 2.16: modello concettuale Asplint et al. (2003).....	31
Figura 2.17: risultati studio Spencer et al.(2006) .....	54
Figura 2.18: curva AROC Spencer et al. (2006).....	54
Figura 3.1: layout DEA .....	64
Figura 3.2: processo pronto soccorso.....	72
Figura 3.3: layout piattaforma calcolo NEDOCS .....	76
Figura 3.4: modulo rilevazione percezioni.....	88
Figura 3.5: framework rilevazione percezioni .....	93
Figura 4.1: media accessi dei giorni settimanali .....	106
Figura 4.2: accessi giornalieri lunedì .....	107
Figura 4.3: distribuzione giornaliera accessi martedì.....	107
Figura 4.4: distribuzione giornaliera accessi mercoledì.....	108
Figura 4.5: distribuzione giornaliera accessi giovedì.....	109
Figura 4.6: distribuzione accessi giornalieri venerdì .....	110
Figura 4.7: distribuzione accessi giornalieri sabato .....	111
Figura 4.8: distribuzione accessi giornalieri domenica .....	112
Figura 4.9: grafico numero rilevazioni.....	127
Figura 4.10: numero percezioni disgregate .....	129
Figura 4.11: andamento compilazione moduli per ruolo professionale .....	131
Figura 4.12: percezioni giornaliere .....	136
Figura 4.13: percezioni per fascia oraria .....	139
Figura 4.14: percezioni sovraffollamento .....	141
Figura 4.15: percezioni su zone per fasce orarie .....	143
Figura 4.16: medici-IP .....	147

Figura 4.17: corrispondenza medici-OSS .....	149
Figura 4.18: corrispondenza IP-OSS.....	150
Figura 4.19: valori NEDOCS disaggregati .....	153
Figura 4.20: andamento NEDOCS giornaliero .....	155
Figura 4.21: valore medio NEDOCS per orario.....	157
Figura 4.22: andamento NEDOCS Settembre.....	158
Figura 4.23: NEDOCS orario di Settembre .....	159
Figura 4.24: distribuzione valori NEDOCS .....	160
Figura 4.25: andamento percezioni e NEDOCS .....	162
Figura 4.26: corrispondenza NEDOCS - percezioni.....	164
Figura 4.27: corrispondenza NEDOCS ricalibrato - percezioni.....	170
Figura 4.28: corrispondenza NEDOCS ricalibrato - percezioni test .....	171

## ***Indice delle tabelle***

Tabella 3.1: corrispondenza classe - valore ordinale .....	98
Tabella 4.1: estratto tabella accessi giornata sabato.....	105
Tabella 4.2: riassuntiva caratteristiche accessi.....	112
Tabella 4.3: numerosità dati prima settimana .....	114
Tabella 4.4: moduli compilati giornalmente prima settimana.....	114
Tabella 4.5: moduli compilati per fascia oraria prima settimana .....	115
Tabella 4.6: moduli compilati per figura professionale prima settimana.....	115
Tabella 4.7: moduli compilati per zona prima settimana .....	116
Tabella 4.8: moduli compilati seconda settimana .....	117
Tabella 4.9: moduli compilati giornalmente seconda settimana .....	118
Tabella 4.10: moduli compilati per orario seconda settimana .....	118
Tabella 4.11: moduli compilati per figura professionale .....	119
Tabella 4.12: moduli compilati per zona seconda settimana.....	119
Tabella 4.13: moduli compilati terza settimana .....	120
Tabella 4.14: moduli compilati giornalieri terza settimana.....	121
Tabella 4.15: moduli compilati per orario terza settimana.....	121
Tabella 4.16: moduli compilati per ruolo terza settimana.....	122
Tabella 4.17: moduli compilati per zona terza settimana.....	122
Tabella 4.18: moduli compilati totali .....	123
Tabella 4.19: valori NEDOCS corrispondenti a percezioni mancanti .....	124
Tabella 4.20: frequenza fattori contingenti maggiori della media .....	125
Tabella 4.21: moduli compilati giornate aggregate.....	126
Tabella 4.22: moduli compilati fasce orarie aggregato .....	128
Tabella 4.23: moduli compilati per ruolo aggregato .....	129
Tabella 4.24: variazioni compilazione moduli per ruolo .....	130
Tabella 4.25: adesione compilazione schede .....	131
Tabella 4.26: moduli compilati per zona aggregato .....	132
Tabella 4.27: estratto percezioni .....	133
Tabella 4.28: schede e dati available.....	133
Tabella 4.29: risultati aggregati.....	134
Tabella 4.30: percezione aggregate su giorno .....	138
Tabella 4.31: corrispondenza valori max e min, le celle in rosso segnalano il valore massimo, la data e la figura professionale a cui esse sono associate; le celle verdi hanno lo stesso significato ma per i valori minimi .....	138
Tabella 4.32: percezioni per fascia oraria .....	139
Tabella 4.33: distribuzione rilevazione sulle zone .....	142
Tabella 4.34: caratteristiche zona medio-alta intensità .....	143
Tabella 4.35: caratteristiche zona bassa intensità.....	144
Tabella 4.36: caratteristiche OBI .....	145
Tabella 4.37: caratteristiche triage.....	145

Tabella 4.38 : matrice di confusione medici - IP .....	148
Tabella 4.39: risultati K di Cohen medici - IP.....	148
Tabella 4.40: matrice di confusione medici - OSS.....	150
Tabella 4.41: risultati K di Cohen Medici - OSS .....	150
Tabella 4.42: matrice di confusione IP - OSS.....	151
Tabella 4.43: risultati K di Cohen IP - OSS.....	151
Tabella 4.44: media giornaliera NEDOCS.....	155
Tabella 4.45: caratteristiche distribuzioni .....	160
Tabella 4.46: distribuzione classi NEDOCS .....	163
Tabella 4.47: parametri riassuntivi percezione vs NEDOCS.....	163
Tabella 4.48: matrice di confusione percezioni - NEDOCS .....	165
Tabella 4.49: risultati K di Cohen percezioni-NEDOCS .....	165
Tabella 4.50: coefficiente correlazione per ranghi.....	165
Tabella 4.51: risultati matrice di confusione soglia sovraffollamento .....	166
Tabella 4.52: qualità classificazione sovraffollamento .....	166
Tabella 4.53: coefficienti modello ricalibrato, tra parentesi i coefficienti originali.....	169
Tabella 4.54: parametri qualità modello ricalibrato .....	170
Tabella 4.55: matrice di confusione Percezioni - Modello .....	172
Tabella 4.56: risultati K di Cohen.....	172
Tabella 4.57: risultati rho di Spearman .....	172
Tabella 4.58: parametri qualità secondo campionamento .....	174
Tabella 4.59: coefficienti modello ricalibrato secondo campionamento .....	174
Tabella 4.60: parametri qualità terzo campionamento .....	175
Tabella 4.61: coefficienti modello ricalibrato terzo campionamento.....	175
Tabella 5.1: parametri modello pre e post calibrazione .....	178
Tabella 5.2: risultati K di Cohen a confronto.....	179
Tabella 5.3: Rho Spearman a confronto.....	179
Tabella 5.4: confronto qualità modelli .....	180



## ***Abstract***

**Obiettivo:** il migliore indicatore di *crowding*, grave problema comune ai pronto soccorso di tutto il mondo, è il NEDOCS. La sua sperimentazione permette di verificarne l'implementabilità e la qualità rispetto alle percezioni di sovraffollamento degli operatori di pronto soccorso e, se necessario, effettuare una ricalibrazione per migliorarne la qualità.

**Metodologia:** sono state effettuate tre campagne di rilevazione delle percezioni degli operatori di pronto soccorso (tre settimane sei volte al giorno) tramite un modulo di rilevazioni creato. Contestualmente è stato calcolato il NEDOCS. Per risolvere i problemi di calcolo riscontrati è stata effettuata una stima di due parametri, determinando inoltre una soluzione definitiva. La qualità del NEDOCS è stata verificata tramite  $R^2$ ,  $r$  e  $R^2_{adj}$  (stima dei valori puntuali),  $K$  di Cohen e  $\rho$  di Spearman (classi di *crowding*) matrici di confusione e gli indici di *sensibilità*, *specificità*, *precisione*, *accuratezza*, *probabilità di mancato allarme* e di *falso allarme* (soglia sovraffollamento). La ricalibrazione è stata effettuata su un sottocampione, 70% del totale, e testato sul rimanente 30% con variabile dipendente le percezioni e variabili indipendenti i parametri del NEDOCS originale.

**Risultati:** Il confronto effettuato su 106 coppie di valori di *crowding* evidenzia che il NEDOCS è inutilizzabile e che è necessaria una modifica. La ricalibrazione ha apportato miglioramenti ( $R^2 = 0.2106$  [0.1115],  $r = 0.46$ [0.33],  $R^2_{adj} = 0.171$  [0.067],  $K = 0.28$ [0.067] con  $p - value = 0.0005$ ,  $\rho_s = 0.464$  [0.304] con  $p - value < 0.0001$ , *sensibilità*=73% [15%] , *specificità*=67% [ 100%], *accuratezza*=67%[51%], *precisione*=67%[100%], *prob. mancato allarme*=27%[85%] *prob falso allarme*=33%[0%]). Il modello ricalibrato si è dimostrato significativo ( $p - value = 0.0054$ ) e non fortemente dipendente dai dati.

**Conclusioni:** il *framework* si è dimostrato uno strumento valido. La stima delle variabili per il NEDOCS ha permesso le analisi e la soluzione definitiva il suo calcolo automatico. Il modello originale si è dimostrato non utilizzabile.

La ricalibrazione ha evidenziato come il NEDOCS abbia ottime potenzialità ma che necessita di numerosità e qualità dei dati elevata.

## ***Abstract (English Version)***

**Objective:** crowding is a major problem among Emergency Departments worldwide. The NEDOCS is the most commonly used tool to estimate crowding degree. The objectives of this study are assess the usability of the NEDOCS tool and to determine its accuracy to evaluate overcrowding by direct comparison with providers' perception of ED crowding.

**Methods:** A sample of simultaneous subjective (providers' perception) and objective data (NEDOCS) pairs were collected six times a day for a period of nonconsecutive three weeks. In order to assess providers' perception a framework and a sampling form were created. Problems related to the NEDOCS' calculus were solved through an estimation of missing variables and a permanent solution was defined. Comparing NEDOCS to providers' perception were calculated  $R^2$ ,  $r$  e  $R_{adj}^2$  (to test tool's quality), K statistics and Spearman's Rho (to assess class agreement) and confusion matrixes, sensitivity, specificity, accuracy, precision, false discovery rate (FDR) and missed warning rate (to assess agreement defining overcrowding). Recalibration was made using a randomly extracted sample (70% of total data) and tested (the remaining 30% of data)

**Results:** tests proved NEDOCS is not useful to assess crowding degree and that it needs to be modified. The recalibration led to essential improvements ( $R^2 = 0.2106$  [0.1115],  $r = 0.46$ [0.33],  $R_{adj}^2 = 0.171$  [0.067],  $K = 0.28$ [0.067]  $p - value = 0.0005$ ,  $\rho_s = 0.464$  [0.304]  $p - value < 0.0001$ ,  $sensitivity=73\%$  [15%] ,  $specificity=67\%$  [ 100%],  $accuracy=67\%$ [51%],  $precision=67\%$ [100%],  $FDR=27\%$ [85%],  $missing\ warning\ rate=33\%$ [0%]). The modified NEDOCS was proven significant ( $p - value = 0.0054$ ) and not highly data biased.

**Conclusions:** perception survey framework was proven useful. Missing data estimation let tests possible and the permanent solutions allows to automatically calculate NEDOCS. The recalibration shown as NEDOCS tool might be very useful but copious high quality data are needed.

## ***Executive Summary***

Il sovraffollamento, conosciuto come *crowding* o *overcrowding*, è un problema che da anni affligge i pronto soccorso di tutto il mondo e che ha avuto grande risonanza nel mondo accademico a causa della sua importanza, della sua complessità e delle gravi implicazioni ad esso associate. I pronto soccorso sono reparti ospedalieri a cui si possono rivolgere, 365 giorni all'anno 24 ore al giorno, pazienti che richiedano cure tempestive per problemi sanitari di diverso genere, ma con carattere comune di emergenza o urgenza. Tali strutture devono dunque essere in grado di erogare servizi emergenziali in ogni momento a chiunque ne abbia bisogno. Il sovraffollamento riduce o, in casi estremi, annulla la capacità del pronto soccorso di adempire alla propria funzione. È dunque chiaro come sia una tematica di primaria importanza, caratterizzata da un alto grado di complessità. Nonostante sia un tema ormai ampiamente trattato in letteratura, dove le prime ricerche in questo ambito risalgono alla fine degli anni '80, è una tematica tutt'ora molto attuale su cui vengono ancora svolte varie ricerche sotto diverse prospettive a causa della sua elevata complessità. Testimonianza di quanto sia complesso è il fatto che tutt'oggi non esista una definizione unica di cosa sia e di come possa essere misurato. Diversi sono stati i tentativi di formalizzare il problema, come diverse sono state le definizioni proposte, senza che però alcuna abbia riscosso pieno consenso da parte della comunità accademica. Tra queste si possono evidenziare la modellazione proposta da Asplin et al. (2003) e le definizioni proposte dal *American College of Emergency Physicians* "ACEP" (2002, 2006) che hanno riscosso alto successo, seppur non assoluto. Asplin et al. (2003) hanno proposto un modello che scompone il problema del sovraffollamento in tre componenti interdipendenti : *input*, *throughput* e *output*. L'obiettivo dichiarato dagli autori era di fornire un modello concettuale che aiutasse a comprendere quali fossero le cause del *crowding* per poter sviluppare possibili soluzioni al problema. Tale modello è risultato efficace, come dimostra il fatto che sia stato utilizzato come fondamento per diverse altre ricerche. Questo modello tuttavia non si proponeva di fornire una definizione di cosa fosse il *crowding*, come invece fatto dal *American College of Emergency Physicians* "ACEP" (2002).

Una prima definizione del sovraffollamento evidenziava come il *crowding* sia una situazione in cui le richieste di cure emergenziali superino la disponibilità di risorse in pronto soccorso e come ciò si declinasse in una situazione in cui, in pronto soccorso, siano presenti più pazienti rispetto alla capacità fisica del reparto, in cui i tempi di attesa superino una soglia ragionevole, in cui non sia possibile compiere il processo di triage correttamente e in cui i pazienti siano costretti ad attendere in luoghi non consoni. Una successiva definizione, ACEP (2006), indica come *crowding* si verifichi nel momento in cui il fabbisogno di servizi per cure di carattere emergenziale superi le risorse disponibili in pronto soccorso, in ospedale di cui il pronto soccorso fa parte o in entrambi. Nonostante le varie proposte e gli sforzi in questo senso, non si è ancora determinata una definizione che rispecchi in maniera ottimale cosa il *crowding* sia, come si evince da quanto dichiarato da Weiss et al. (2014) secondo i quali gli operatori di pronto soccorso non sappiano cosa sia il *crowding* ma lo riconoscano nel momento in cui si verifica. Oltre alle linee di ricerca precedentemente indicate, molti studi sono stati effettuati per determinare quali fossero cause, conseguenze e soluzioni del *crowding*. Varie e diverse sono le cause identificate, come anche le conseguenze e le soluzioni, raggruppabili in:

- Cause
  - a. *Nonurgent visits*
  - b. *Frequent flyer patients*
  - c. *Influenza season*
- Conseguenze
  - a. *Adverse outcome*
  - b. *Reduced quality*
  - c. *Impaired access*
  - d. *Provider losses*
- Soluzioni
  - a. *Increased resources*
  - b. *Demand management*
  - c. *Operations research*

L'importanza di questo tema è palese considerando quali siano le sue conseguenze e risulta dunque essenziale determinare delle soluzioni che riescano a ridurre il *crowding* in maniera efficace. Tuttavia, come suggerito dalla filosofia delle sei sigma, "ciò che non si misura non si conosce, ciò che non si conosce non si governa". Per poter determinare soluzioni realmente efficaci all'annoso problema del sovraffollamento è necessario determinare delle modalità di misura. Tale compito risulta arduo mancando una definizione del fenomeno che fornisca indicazioni su cui basare le misure. Nonostante ciò diversi indicatori di sovraffollamento sono stati proposti. I più importanti sono EDWIN, Bernstein et al. (2006), READI, Reeder et al. (2003), *Work Score*, Epstein et al. (2006), EDCS, Asplin et al. (2004) e il NEDOCS, Weiss et al. (2004). Quest'ultimo, secondo quanto esposto in diversi studi [2] è risultato essere quello migliore in relazione alle percezioni degli operatori di pronto soccorso. Alcuni studi hanno però indicato come possa non essere accurato e come, in alcuni casi, possa essere necessario ricalibrarlo per renderlo maggiormente aderente con quanto percepito dagli operatori. Le percezioni degli operatori risultano essenziali poiché, data la mancanza di una definizione unica di cosa il *crowding* sia, vengono indicate come migliore metrica con cui valutare il sovraffollamento [2][3][20][30][158].

In questo contesto si inserisce il progetto di tesi, svolto in collaborazione con la Fondazione I.R.C.C.S. Policlinico San Matteo di Pavia. Il pronto soccorso del San Matteo è un DEA (Dipartimento di Emergenza-Urgenza e Accettazione) di secondo livello, nonché *Hub* per il Sistema Sanitario pavese. Anche in questa realtà il sovraffollamento è un gravoso problema. All'interno della Deliberazione N° X/2933 seduta del 19/12/2014 [66][67] della Regione Lombardia è stata evidenziata la necessità di porre rimedio al sovraffollamento ed è stato indicato il NEDOCS come strumento di misura del *crowding*. La tesi propone di determinare:

- Se l'implementazione NEDOCS sia possibile utilizzando i dati raccolti dal sistema informativo della Fondazione I.R.C.C.S. Policlinico San Matteo e come risolvere eventuali problematiche.

- Se il NEDOCS sia utilizzabile in termini di qualità del modello. Ciò si declina in una validazione del modello tramite confronto delle percezioni degli operatori riguardo il sovraffollamento di pronto soccorso. Qualora non risultasse coerente si implementerebbe una calibrazione del modello e ne verrebbero valutati i miglioramenti.

Il NEDOCS è risultato essere non correttamente applicabile all'interno della Fondazione I.R.C.C.S. Policlinico San Matteo poiché, a causa della struttura del sistema informativo ospedaliero, non erano disponibili due parametri necessari per il calcolo del NEDOCS. Per ovviare a questo problema sono state sviluppate due soluzioni (Soluzione  $\alpha$  e Soluzione  $\beta$ ), la prima che ne permette il calcolo approssimato tramite stima dei parametri mancanti, la seconda che risolve il problema definitivamente tramite modifica del sistema informativo (modifica marginale in modo da risolvere il problema senza causarne di collaterali)

Per la validazione del NEDOCS è stato creato un *framework* e un modulo per le rilevazioni delle percezioni (Figura 3.5, Figura 3.4) e sono state svolte analisi relativamente a:

- Statistica descrittiva:
  - Distribuzione
  - Media, massimo, minimo, dispersione
  - Curtosi e asimmetria
- Statistica inferenziale
  - *Scatter plot* e retta di regressione,  $R^2$ ,  $r$ ,  $R_{adj}^2$  (per valutare rispetto ai valori puntuali)
  - $K$  di Cohen e  $\rho$  di Spearman (per valutare rispetto le classi di sovraffollamento)
  - Matrici di confusione e indici di specificità, sensibilità, accuratezza, precisione, probabilità di mancato allarme e di falso allarme (per valutare rispetto a la soglia di sovraffollamento)

I risultati evidenziano come il NEDOCS non funzioni correttamente e come necessiti una ricalibrazione ( $R^2 = 0.1115$ ,  $r = 0.33$ ,  $R_{adj}^2 = 0.067$ ,  $K = 0.067$  con  $p -$

*value* = 0.0005,  $\rho_s = 0.304$  con *p-value* < 0.0001, *sensibilità*=15%, *specificità*=100%, *accuratezza*=51%, *precisione*=100%, *prob. mancato allarme*=85% e *prob falso allarme*=0%).

La ricalibrazione è stata effettuata tramite regressione lineare con variabile dipendente i valori delle percezioni degli operatori e come variabili indipendenti quelle del NEDOCS. È stato utilizzato un sottocampione pari al 70% di quello totale estratto casualmente per calibrare, per testare il modello ricalibrato è stato utilizzato il restante 30%. La calibrazione ha apportato significativi miglioramenti ma con ulteriori ampi spazi di miglioramento, segnalando come il NEDOCS abbia ottime potenzialità ma come necessiti di una ampia base di dati di qualità elevata per essere calibrato correttamente ( $R^2 = 0.2106$  [0.1115],  $r = 0.46$ [0.33],  $R^2_{adj} = 0.171$  [0.067],  $K = 0.28$ [0.067] con *p-value* = 0.0005,  $\rho_s = 0.464$  [0.304] con *p-value* < 0.0001, *sensibilità*=73% [15%] , *specificità*=67% [ 100%], *accuratezza*=67%[51%], *precisione*=67%[100%], *prob. mancato allarme*=27%[85%] *prob falso allarme*=33%[0%]).



## ***Executive Summary (English Version)***

Crowding is a major problem among Emergency Departments (ED) worldwide. It is a very complex and important problem due to its consequences. EDs are hospital departments to which patients requiring prompt treatment for health problems of various kinds (with common character of emergency or urgency) can turn to, 365 days a year 24 hours a day. These facilities must therefore be able to provide emergency services at all times to anyone who needs it. Overcrowding reduced or, in extreme cases, negate the ability of ED to fulfill its purpose. It is therefore clear that it is an issue of primary importance, characterized by a high degree of complexity. Although it is a topic widely discussed in the literature, where the first research in this area date back to the late '80s, is still a very current topic on which are still carried out various researches from different perspectives because of its high complexity. Testimony to the complexity is the fact that today there is no single definition of what it is and how it can be measured. Several attempts have been made to formalize the problem, as different definitions have been proposed, but without any have received full approval from the academic community. Among these we can highlight the modeling proposed by Asplin et al. (2003) and the definitions proposed by the American College of Emergency Physicians "ACEP" (2002, 2006) that have been highly successful, albeit not absolute. Asplin et al. (2003) proposed a model that breaks down the problem of overcrowding in three interdependent components: input, throughput and output. The stated aim of the authors was to provide a conceptual model that would help to understand what were the causes of crowding in order to develop possible solutions to the problem. This model was effective, as evidenced by the fact that it was used as the foundation for several other research. This model, however, does not set out to provide a definition of what it was the crowding, as is done by the American College of Emergency Physicians "ACEP" (2002).

An early definition of overcrowding highlighted as the crowding is a situation where the demands for emergency care exceeds the resources available in ED and how this should decline in a situation where, in the ED, patients are more than the physical

capacity of the department, where waiting times exceed a reasonable threshold, it is not possible to complete the process of triage correctly and that patients are forced to wait in unsuitable places. A subsequent definition, ACEP (2006 ), shows how crowding occurs when the demand for services for emergency care exceeds the available resources of the ED, of the hospital or both. Despite the various proposals and efforts in this regard, it has not yet determined a definition that reflects in the best way what is the crowding, as evidenced by the representations made by Weiss et al . (2014 ) according to which the operators of ED do not know what crowding is but they recognize it when it occurs. In addition to the research lines mentioned above, many studies have been carried out to determine what were the causes, consequences and solutions of the crowding. Several different causes identified, as well as the consequences and solutions, grouped into :

- Causes
  - a. *Nonurgent visits*
  - b. *Frequent flyer patients*
  - c. *Influenza season*
- Consequences
  - a. *Adverse outcome*
  - b. *Reduced quality*
  - c. *Impaired access*
  - d. *Provider losses*
- Solutions
  - a. *Increased resources*
  - b. *Demand management*
  - c. *Operations research*

The importance of this issue is evident considering what its consequences and it is therefore essential to determine the solutions that are able to reduce the crowding effectively. However, as suggested by the philosophy of six sigma, "what is not measured is not known , what is unknown can't be governed". In order to determine really effective solutions to the old problem of overcrowding it is necessary to determine measurement methods. This task is arduous due to the lack of a definition

of the phenomenon that provides feedback on which to base measures. Despite this different indicators of overcrowding they have been proposed. The most important are EDWIN, Bernstein et al . ( 2006 ), READI, Reeder et al . ( 2003 ), Work Score, Epstein et al . (2006 ), EDCS, Asplin et al . (2004 ) and the NEDOCS, Weiss et al . (2004 ). The latter, as shown in several studies [2] was found to be the best one in relation to the perceived state of emergency. Some studies have indicated, however, may not be as accurate and as, in some cases, it may be necessary to recalibrate to make it more adherent with what is perceived by the operators. The perceptions of the operators are essential because, given the lack of a single definition of what is crowding, are referred to as best metric by which to evaluate overcrowding [2] [3] [20] [30] [158] .

In this context that the thesis project, done in collaboration with the Fondazione IRCCS Policlinico San Matteo in Pavia. The San Matteo ED is a DEA ( Department of Emergency and Acceptance ) of the second level, as well as Hub of the Pavia Healthcare System. Even in this reality overcrowding is a serious problem. Inside the Resolution N ° X / 2933 meeting on 12.19.2014 [66] [67] of the Lombardy Region was highlighted the need to remedy the overcrowding, and was designated as the NEDOCS measuring instrument crowding. The thesis aims to determine:

- Whether the implementation NEDOCS is possible using data collected from the information system of the Fondazione IRCCS Policlinico San Matteo and resolving problems .
- Whether NEDOCS tool is usable in terms of quality of the model. This comes in a validation of the model by comparing the perceived state of ED overcrowding. If it does not it would implement a consistent model calibration and they would be evaluated improvements.

The NEDOCS was found to be incorrectly applied within the Fondazione IRCCS Policlinico San Matteo because, due to the structure of the hospital information system, were not available two parameters required for the calculation of NEDOCS. To overcome this problem have started developed two solutions ( Solution  $\alpha$  and  $\beta$  ),

the first that allows the approximate calculation by estimating the missing parameters the second that solves the problem permanently by amending the information system (marginal change in order to solve the problem without causing side problems). For the validation of NEDOCS it created a framework and a form for surveys of perceptions ( Figure 3.5 , Figure 3.4 ) and were analyzed with respect to:

- Descriptive statistics :
  - Distribution
  - Media , maximum, minimum , dispersion
  - Kurtosis and asymmetry
- Inferential statistics:
  - Scatter plot and regression line,  $R^2$ ,  $r$ ,  $R_{adj}^2$  (to assess compared to the values punctual)
  - K Statistics and Spearman  $\rho$  (to assess compared the classes of overcrowding )
  - Confusion matrixes and indices of specificity , sensitivity , accuracy, precision, probability of missed alarm and of false alarm (to assess compared a la threshold of overcrowding)

The results show that the NEDOCS not working properly and needs a recalibration ( $R^2 = 0.1115$ ,  $r = 0.33$ ,  $R_{adj}^2 = 0.067$ ,  $K = 0.067$   $p - value = 0.0005$ ,  $\rho_s = 0.304$   $p - value < 0.0001$ ,  $sensitivity=15$ ,  $specificity=100\%$ ],  $accuracy=51$ ],  $precision=100\%$ ,  $FDR=85\%$ ,  $missing\ warning\ rate=0\%$ ).

The calibration was performed using linear regression with dependent variable values of perceptions of the operators and as independent variables those of NEDOCS. To calibrate was used a sub-sample of 70% of the total extracted randomly, to test the model was used the remaining 30 % . The calibration has made significant improvements, but with plenty of room for further improvement, pointing put as NEDOCS tool has great potential but needs a like large number of high quality data to be properly calibrated.

## ***Capitolo 1: Introduzione***

Il sovraffollamento, conosciuto come *crowding* o *overcrowding*, è un problema che da anni affligge i pronto soccorso di tutto il mondo e che ha avuto grande risonanza nel mondo accademico a causa della sua importanza, della sua complessità e delle gravi implicazioni ad esso associate. I pronto soccorso sono reparti ospedalieri a cui si possono rivolgere, 365 giorni all'anno 24 ore al giorno, pazienti che richiedano cure tempestive per problemi sanitari di diverso genere, ma con carattere comune di emergenza o urgenza. Tali strutture devono dunque essere in grado di erogare servizi emergenziali in ogni momento a chiunque ne abbia bisogno. Il sovraffollamento riduce o, in casi estremi, annulla la capacità del pronto soccorso di adempire alla propria funzione. È dunque chiaro come sia una tematica di primaria importanza, caratterizzata da un alto grado di complessità. Nonostante sia un tema ormai ampiamente trattato in letteratura, dove le prime ricerche in questo ambito risalgono alla fine degli anni '80, è una tematica tutt'ora molto attuale su cui vengono ancora svolte varie ricerche sotto diverse prospettive a causa della sua elevata complessità. Testimonianza di quanto sia complesso è il fatto che tutt'oggi non esista una definizione unica di cosa sia e di come possa essere misurato. Diversi sono stati i tentativi di formalizzare il problema, come diverse sono state le definizioni proposte, senza che però alcuna abbia riscosso pieno consenso da parte della comunità accademica. Tra queste si possono evidenziare la modellazione proposta da Asplin et al. (2003) e le definizioni proposte dal *American College of Emergency Physicians* "ACEP" (2002, 2006) che hanno riscosso alto successo, seppur non assoluto. Asplin et al. (2003) hanno proposto un modello che scompone il problema del sovraffollamento in tre componenti interdipendenti : *input*, *throughput* e *output*. L'obiettivo dichiarato dagli autori era di fornire un modello concettuale che aiutasse a comprendere quali fossero le cause del *crowding* per poter sviluppare possibili soluzioni al problema. Tale modello è risultato efficace, come dimostra il fatto che sia stato utilizzato come fondamento per diverse altre ricerche. Questo modello tuttavia non si proponeva di fornire una definizione di cosa fosse il *crowding*, come

invece fatto dal *American College of Emergency Physicians* "ACEP" (2002). Una prima definizione del sovraffollamento evidenziava come il *crowding* sia una situazione in cui le richieste di cure emergenziali superino la disponibilità di risorse in pronto soccorso e come ciò si declinasse in una situazione in cui, in pronto soccorso, siano presenti più pazienti rispetto alla capacità fisica del reparto, in cui i tempi di attesa superino una soglia ragionevole, in cui non sia possibile compiere il processo di triage correttamente e in cui i pazienti siano costretti ad attendere in luoghi non consoni. Una successiva definizione, ACEP (2006), indica come *crowding* si verifichi nel momento in cui il fabbisogno di servizi per cure di carattere emergenziale superi le risorse disponibili in pronto soccorso, in ospedale di cui il pronto soccorso fa parte o in entrambi. Nonostante le varie proposte e gli sforzi in questo senso, non si è ancora determinata una definizione che rispecchi in maniera ottimale cosa il *crowding* sia, come si evince da quanto dichiarato da Weiss et al. (2014) secondo i quali gli operatori di pronto soccorso non sappiano cosa sia il *crowding* ma lo riconoscano nel momento in cui si verifica. Oltre alle linee di ricerca precedentemente indicate, molti studi sono stati effettuati per determinare quali fossero cause, conseguenze e soluzioni del *crowding*. Varie e diverse sono le cause identificate, come anche le conseguenze e le soluzioni, raggruppabili in:

- Cause
  - a. *Nonurgent visits*
  - b. *Frequent flyer patients*
  - c. *Influenza season*
- Conseguenze
  - a. *Adverse outcome*
  - b. *Reduced quality*
  - c. *Impaired access*
  - d. *Provider losses*
- Soluzioni
  - a. *Increased resources*
  - b. *Demand management*
  - c. *Operations research*

L'importanza di questo tema è palese considerando quali siano le sue conseguenze e risulta dunque essenziale determinare delle soluzioni che riescano a ridurre il *crowding* in maniera efficace. Tuttavia, come suggerito dalla filosofia delle sei sigma, "*ciò che non si misura non si conosce, ciò che non si conosce non si governa*". Per poter determinare soluzioni realmente efficaci all'annoso problema del sovraffollamento è necessario determinare delle modalità di misura. Tale compito risulta arduo mancando una definizione del fenomeno che fornisca indicazioni su cui basare le misure. Nonostante ciò diversi indicatori di sovraffollamento sono stati proposti. I più importanti sono EDWIN, Bernstein et al. (2006), READI, Reeder et al. (2003), *Work Score*, Epstein et al. (2006), EDCS, Asplin et al. (2004) e il NEDOCS, Weiss et al. (2004). Quest'ultimo, secondo quanto esposto in diversi studi [2] è risultato essere quello migliore in relazione alle percezioni degli operatori di pronto soccorso. Alcuni studi hanno però indicato come possa non essere accurato e come, in alcuni casi, possa essere necessario ricalibrarlo per renderlo maggiormente aderente con quanto percepito dagli operatori. Le percezioni degli operatori risultano essenziali poiché, data la mancanza di una definizione unica di cosa il *crowding* sia, vengono indicate come migliore metrica con cui valutare il sovraffollamento [2][3][20][30][158].

In questo contesto si inserisce il progetto di tesi, svolto in collaborazione con la Fondazione I.R.C.C.S. Policlinico San Matteo di Pavia. Il pronto soccorso del San Matteo è un DEA (Dipartimento di Emergenza-Urgenza e Accettazione) di secondo livello, nonché *Hub* per il Sistema Sanitario pavese. Anche in questa realtà il sovraffollamento è un gravoso problema. All'interno della Deliberazione N° X/2933 seduta del 19/12/2014 [66][67] della Regione Lombardia è stata evidenziata la necessità di porre rimedio al sovraffollamento ed è stato indicato il NEDOCS come strumento di misura del *crowding*. Da quanto presente in letteratura si sono determinate le seguenti domande di ricerca relativamente agli argomenti precedentemente esposti:

- Implementazione NEDOCS:
  - È possibile utilizzando i dati raccolti dal sistema informativo della Fondazione I.R.C.C.S. Policlinico San Matteo?
  - Come risolvere eventuali problematiche?
- Qualità NEDOCS:
  - È corretto effettuare una validazione attraverso un confronto con le percezioni degli operatori?
  - Come misurare le percezioni degli operatori?
  - Funziona correttamente in relazione alle percezioni degli operatori?
  - Come ricalibrare?
  - La ricalibrazione apporta miglioramenti?

La tesi, il cui obiettivo è rispondere a queste domande, si articola in cinque capitoli:

### 1. Letteratura

In questo capitolo si propone una descrizione del problema affrontato, descrivendo come in letteratura sia stato affrontato e a quali risultati siano giunti i ricercatori. Ciò verrà effettuato prendendo in considerazione la tematica del *crowding* e le sue diverse sfumature e gli argomenti più importanti ad esso collegati. Sarà indicato come è stata compiuta la revisione delle letterature fornendo una descrittiva più ampia del problema, come sia stato descritto e trattato, quali le linee di ricerca già intraprese in passato, a quali risultati si sia arrivati, quali siano le criticità degli stessi arrivando infine a determinare le domande di ricerca fondamento del progetto intrapreso

### 2. Metodologia

In questo capitolo si andrà a descrivere la struttura in cui il progetto si svolge, fornendo una mappatura delle risorse e del processo di pronto soccorso. Verrà fornita una descrizione accurata di cosa il NEDOCS sia, indicando come sia possibile il calcolo, quali siano stati i problemi riscontrati e quali le soluzioni trovate.



Sarà fornita descrizione di come sia stato possibile effettuare le rilevazioni delle percezioni e del *framework* sviluppato, oltre quella su come siano state effettuate i confronti e le analisi tra percezioni e NEDOCS al fine di validare il suo utilizzo o determinare la necessità di ricalibrazione.

### 3. *Analisi dei risultati*

In questo capitolo vengono esposti i risultati ottenuti in termini di descrittiva e confronto delle diverse percezioni, descrittiva del NEDOCS e confronto tra percezioni e NEDOCS, al fine di determinare la qualità di tale indicatore nella realtà della Fondazione I.R.C.C.S. Policlinico San Matteo. Per fare ciò si sono effettuate analisi afferenti alle brache di Statistica Descrittiva e Inferenziale. Verificata la necessità di ricalibrazione, verrà descritto come ciò sia stato svolto e a quali risultati si sia giunti.

### 4. *Discussione*

In questo capitolo verranno discussi i risultati raggiunti, mettendo in luce i miglioramenti ottenuti e evidenziando i punti di forza e i limiti del progetto.

### 5. *Conclusioni*

In questo capitolo si fornirà una conclusione riassuntiva del lavoro svolto, mettendo in evidenza quali potrebbero essere gli spunti per future ricerche.

## ***Capitolo 2: Revisione della letteratura***

In questa sezione si fornirà una panoramica della letteratura utilizzata. L'obiettivo di questa parte è descrivere le principali caratteristiche della letteratura utilizzata per fornire una caratterizzazione della stessa, fornire un inquadramento delle tematiche trattate e descrivere, con riferimento alle trattazioni svolte in letteratura, il problema, come sia stato affrontato, a quali risultati si sia già giunti e quali fossero le domande di ricerca su cui fondare il progetto.

### **2.1 Keyword e fonti**

La ricerca della bibliografia e delle fonti letterarie è stata svolta cercando materiale tramite parole chiave, relative agli argomenti in analisi, su siti appositi di raccolta di articoli accademici. Le fonti utilizzate sono state:

- *Google Scholar*
- *PubMed*
- *Scopus*

Fonti alternative sono state, come indicato nella sezione riguardo la bibliografia, libri di testo e di approfondimento utilizzati in corsi accademici.

Per la ricerca degli articoli accademici di riferimento, costituenti la base concettuale e fondamento per il lavoro, sono state utilizzate diverse parole chiave relative agli argomenti in analisi: *crowding*, *boarding*, NEDOCS e riguardo metodi di analisi statistica. Schematizzando per quanto concerne il *crowding* sono state utilizzate:

- "*crowding*"
- "*emergency department crowding*"
- "*overcrowding*"

- *"over-crowding"*
- *"ED crowding"*
- *"emergency department overcrowding "*
- *"emergency department over-crowding"*
- *"sovraffollamento"*
- *"sovraffollamento pronto soccorso"*
- *"emergency department"*
- *"pronto soccorso"*

Per il Boarding:

- *"boarding"*
- *"ED boarding"*
- *"emergency department boarding"*
- *"boarding patients"*
- *"hospital boarding"*
- *"boarding pronto soccorso"*

Per il NEDOCS:

- *"NEDOCS"*
- *"crowding scale"*
- *"crowding mesure"*
- *"NEDOCS confronto"*
- *"misure sovraffollamento"*

Attraverso l'utilizzo di queste parole chiave è stato possibile trovare vari articoli accademici. La ricerca della letteratura è stata poi espansa prendendo in considerazione anche le fonti letterarie segnalate negli articoli selezionati. Qualora un articolo fosse stato segnalato come importante o ricorrente si è provveduto alla sua ricerca e selezione. Ulteriore materiale è stato selezionato dalla bibliografia degli articoli accademici se ritenuti potenzialmente interessanti ai fini del lavoro o qualora potessero fornire approfondimenti riguardo elementi specifici o tecnici.

Si è poi rivelata necessaria una ricerca che fornisse elementi riguardo analisi statistiche utilizzate in letteratura e da utilizzare. Uno schema di ricerca simile a quello precedentemente illustrato è stato utilizzato per le fonti riguardo questi argomenti. Anche per essa è infatti stata svolta una ricerca per parole chiave, utilizzando:

- "statistica descrittiva"
- "statistica inferenziale"
- "modelli di regressione"
- "*regression models*"
- "*clustering*"
- "*multivariate analysis*"
- "*variables selection*"
- "*variables reduction*"
- "K Cohen"
- "indici di concordanza"
- "matrici di confusione"

Oltre a ciò sono stati utilizzate anche le fonti citate nella bibliografia riguardo gli argomenti sopra indicati, avvalendosi inoltre, come già segnalato, anche di materiale didattico. Ulteriori fonti alternative sono state trovate su siti di alcune Università, che rispondessero ai criteri di ricerca selezionati, e siti specialistici.

## 2.2 Criteri di selezione

Utilizzando le metodologie di ricerca precedentemente indicate sono state trovate varie e diverse fonti letterarie. Non tutte sono state ritenute significative. Una prima selezione è stata svolta dalla semplice analisi delle *keyword*.

Sulle piattaforme utilizzate era possibile vedere infatti se le parole chiave utilizzate per la ricerca fossero quelle indicate degli autori degli articoli. Una selezione è stata svolta guardando la corrispondenza tra le parole chiave utilizzate e quelle segnalate, selezionando gli articoli che risultavano essere più promettenti. È stato ritenuto più promettente un articolo la cui prima *keyword* fosse quella utilizzata per la ricerca. Sono stati trovati anche articoli le cui parole chiave principali erano solo parzialmente corrispondenti a quelle utilizzate per la ricerca. Qualora non fossero presenti ma l'articolo comparisse ugualmente perché correlato agli argomenti di ricerca si sono svolte, come per gli altri, ulteriori verifiche. Ulteriore parametro utilizzato per la selezione è stato il titolo. Si sono trovati infatti alcuni articoli il cui titolo palesava come fossero importanti ai fini del progetto mentre altri risultavano essere meno promettenti ma comunque validi grazie agli altri criteri precedentemente esposti. In questo modo si è creata una prima raccolta di materiale potenzialmente significativo. Da questo campione iniziale si è poi effettuata una ulteriore selezione e conseguente riduzione delle numerosità, ottenendo un campione di soli articoli ritenuti importanti ai fini del progetto. Ciò è stato svolto tramite analisi dell'*abstract* e delle parti salienti degli articoli, selezionando quelli più importanti e che risultavano apportare maggiore contributo. In tale maniera si è ottenuto in insieme di 160 articoli scientifici (indicati nella relativa sezione riguardo la [Bibliografia](#)) relativi agli argomenti precedentemente indicati. All'interno di questo insieme si può poi ulteriormente distinguere tra quelli risultati di maggiore importanza, fondamento del lavoro esposto e quelli che hanno contribuito, seppur in maniera meno significativa, a meglio delineare il problema e il contesto su cui si è svolto il progetto.

## 2.3 Statistica Descrittiva

Dopo aver definito le modalità relative alla ricerca e selezione delle fonti letterarie di riferimento, si andrà ora a fornire una descrittiva relativamente alla letteratura.

Verranno trattate congiuntamente le parti relative a *crowding*, *boarding* e NEDOCS mentre separatamente quelle relative alle metodologie statistiche. Tale scelta è giustificata dal fatto che le prime tre sono il centro focale del progetto mentre le metodologie statistiche sono strumentali alle analisi svolte.

Il campione di articoli selezionati riguarda principalmente:

- *Crowding*
- *Boarding*
- NEDOCS e altri strumenti di misura del *crowding*

Le diverse tematiche trattate hanno riscontrato in letteratura diverso peso, derivante dall'importanza relativa delle varie tematiche. Alcune sono infatti trattate da più tempo con conseguente maggiore numerosità di studi a riguardo mentre altre, di nascita più recente, sono ancora in fase di studio. Analizzando come la letteratura selezionata si sia distribuita tra le diverse tematiche si viene a delineare la situazione descritta in Figura 2.1

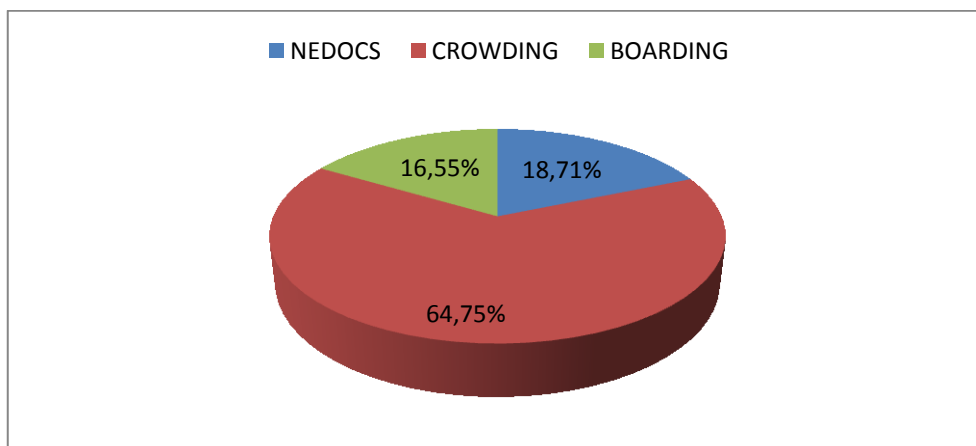


Figura 2.1: distribuzione tematiche

Risulta dunque evidente come la maggior parte delle trattazioni verta sulla tematica del *crowding*, mentre solo delle quote marginali siano relative alle tematiche di *boarding* e NEDOCS. Risulta importante ricordare nuovamente come le tematiche di *boarding* e NEDOCS siano fortemente correlate con la tematica del *crowding*. La prima, *boarding* è infatti una diretta causa e conseguenza del *crowding*.

Il NEDOCS è invece un indicatore di misura del sovraffollamento (*National Emergency Department Over Crowding Study*). Sono dunque entrambe tematiche correlate e derivanti dallo studio del sovraffollamento e risulta coerente che sia questa la tematica maggiormente sviluppata in letteratura. Logica conseguenza di quanto appena esposto è che le diverse tematiche sono caratterizzate da una differente distribuzione temporale. Per quanto concerne il *crowding*, è una tematica trattata ormai da diversi anni. I primi articoli a riguardo risalgono alla fine degli anni '80. All'epoca tuttavia era una trattazione qualitativa nella quale gli autori si cominciavano a rendere conto del problema, senza che vi fosse tuttavia una formalizzazione della tematica. Prendendo in considerazione il campione letterario estratto, la distribuzione temporale è riportata in Figura 2.2

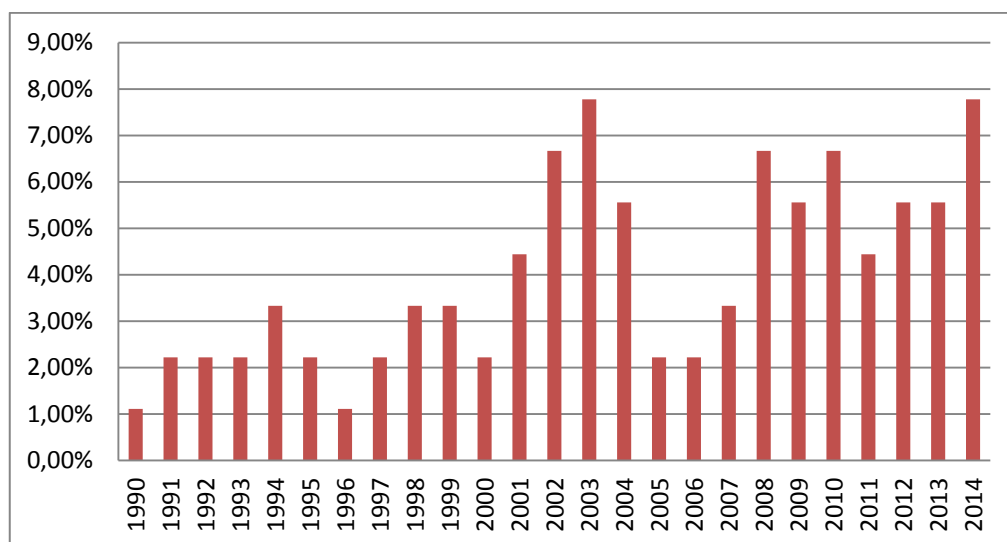


Figura 2.2: distribuzione temporale *crowding*

La rilevanza della tematica ha dunque subito un incremento negli anni grazie, come sottolineato nella sezione introduttiva, allo sviluppo di nuove metodologie di misura e migliore definizione del problema. Da notare come ci sia stato un significativo incremento negli anni precedenti allo sviluppo del NEDOCS (2004) e come, a seguito della sua creazione ci sia stata una diminuzione causata dal fermento derivante dall'introduzione di questo nuovo indicatore su cui la letteratura si fortemente soffermata.

Svolgendo la medesima analisi riguardo il NEDOCS si viene a delineare la situazione riportata in Figura 2.3. Per quanto riguarda NEDOCS e gli altri strumenti di misura del sovraffollamento si può notare come la letteratura si sia interessata a tale tema in tempi più recenti.

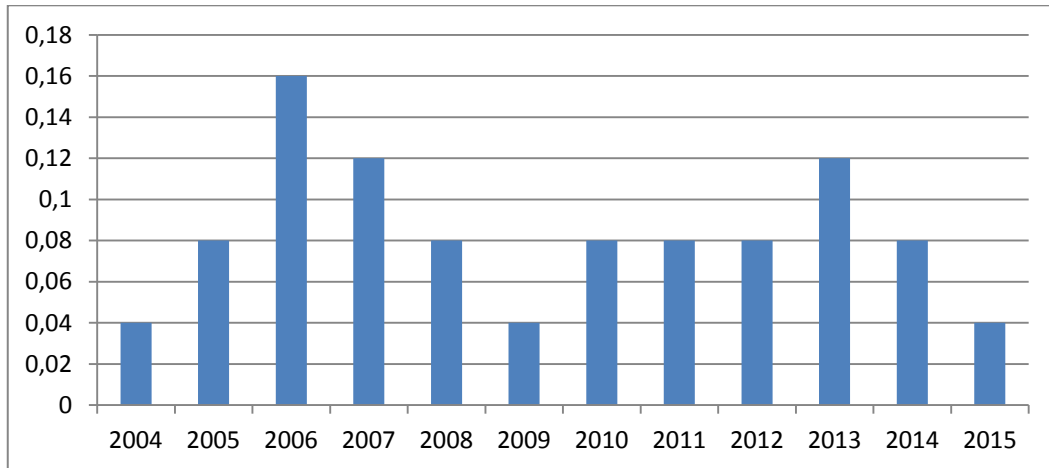


Figura 2.3: distribuzione temporale NEDOCS

A seguito della sua introduzione nel 2004 vi è stato un incremento dell'interesse nei suoi confronti e di conseguenza della letteratura a riguardo. Dopo poco tuttavia si è registrata una diminuzione poiché erano già stati svolti diversi studi riguardo la sua applicazione e confronto con altri indicatori, andando a stabilizzarsi su una quota più o meno costante. Tutt'ora vengono effettuati studi riguardo la bontà di tale indicatore e riguardo la sua reale applicabilità.

Per quanto concerne il *boarding* si può determinare come sia un tema più recente, trattata da meno anni. I primi articoli a riguardo si collocano nella seconda metà degli anni '90, ma maggiore enfasi è stata posta dai primi anni 2000.



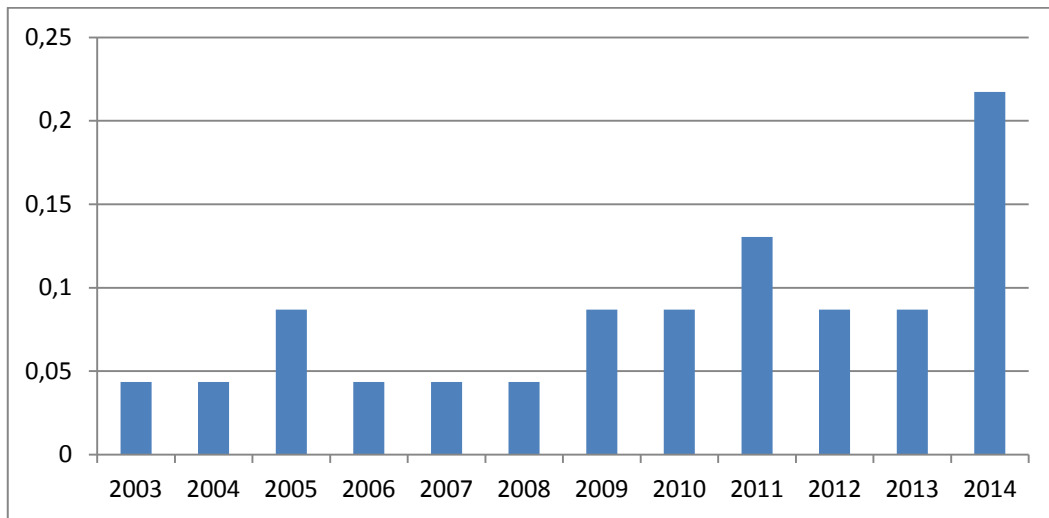


Figura 2.4: distribuzione temporale *boarding*

Come evidenziato in Figura 2.4 si nota quanto l'interesse nei confronti di tale tematica sia caratterizzato da un costante aumento. Ciò è meglio comprensibile se contestualizzato: solo recentemente si è giunti a capire come tale fenomeno sia dualmente causa e conseguenza del sovraffollamento. Questo è stato reso possibile dalla continua ricerca riguardo le tematiche di *crowding* del pronto soccorso e alla loro modellizzazione e il conseguente sviluppo di metodi di misura dello stesso. In questo modo si è permessa la comprensione della duplice natura di causa e conseguenza del *boarding* nei confronti del *crowding*, aumentando l'attenzione rispetto tale tematica.

Analizzando in maniera più approfondita la letteratura è possibile discriminare riguardo quale sia la finalità dei diversi articoli proposta dagli autori. Prendendo in considerazione il campione relativo al *crowding* si sono riscontrate quattro dimensioni/obiettivi di analisi riguardo il fenomeno:

1. Descrittivo analitico di carattere generale, denominato in seguito "Descrizione / Analisi".
2. Focalizzato sulla ricerca delle cause del fenomeno, denominato in seguito "Cause".

3. Focalizzato sulla determinazione delle conseguenze derivanti dal fenomeno, denominato in seguito “Conseguenze” .
4. Focalizzato sulla ricerca di soluzioni per il fenomeno, denominato in seguito “Soluzioni”.

Ogni articolo si focalizza su almeno una di queste dimensioni, alcuni su una soltanto, altri su più dimensioni.

Riguardo il campione di articoli selezionati, si può notare come:

- Il 62.5% degli articoli si focalizza almeno sulla descrizione o sull'analisi del fenomeno.
- Il 65% degli articoli cerca almeno di determinare quali siano le cause.
- Il 17.5% degli articoli si occupa almeno di capire quali siano le conseguenze del crowding.
- Il 55% cerca almeno di trovare delle soluzioni.

La dicitura "almeno" utilizzata vuole intendere come quello sia il fine principale ma non necessariamente l'unico. Graficamente ciò è riportato in Figura 2.5

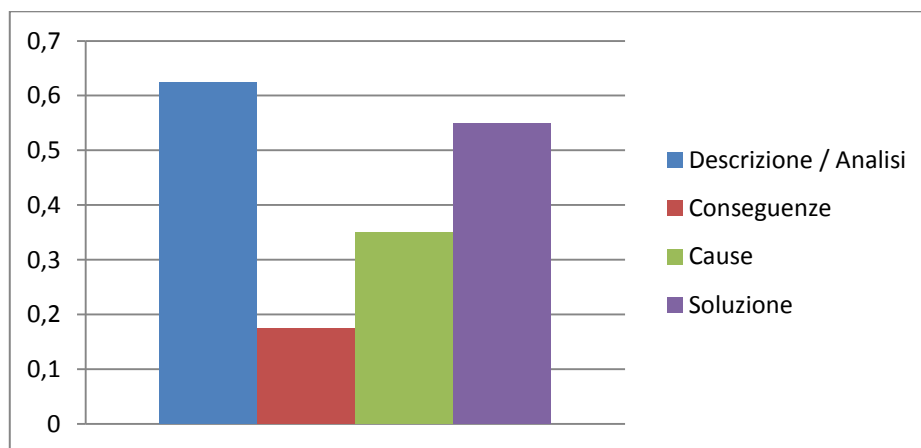


Figura 2.5: distribuzione finalità articoli

Analizzando le singole dimensioni singolarmente ed esclusivamente, si può notare come riportato in Figura 2.6, quanto:

- Il 22.5% degli articoli si focalizzano solo sulla descrizione del fenomeno
- il 2.5% vada a ricercare esclusivamente le cause del *crowding*
- Il 5% vada ad analizzare solamente le cause
- Il 17.5% degli articoli abbia come intento quello di cercare una soluzione al *crowding*

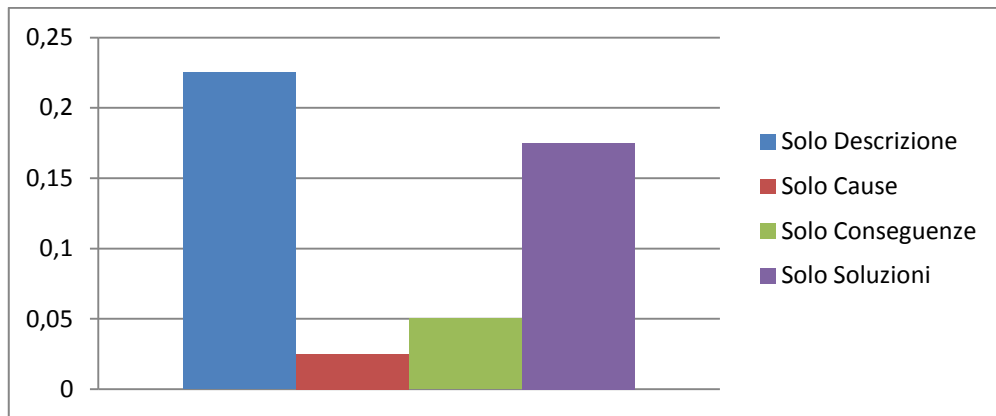


Figura 2.6: distribuzione su singoli argomenti

Solo una minima parte della letteratura si è focalizzata sulla ricerca delle cause, a causa anche delle difficoltà nel modellizzare il problema. Da ciò deriva anche il tardivo interesse riguardo il *boarding*.

Cambiando ora la dimensione di analisi e analizzando congiuntamente a due a due le diverse dimensioni di analisi, si nota come:

- Il 7.5% si focalizzi almeno sulla descrizione del fenomeno e quali siano le conseguenze
- Il 20% descriva, almeno, il fenomeno cercando di identificare le cause
- Il 30% descriva il *crowding* cercando soluzioni
- Il 12.5% cerchi almeno le cause e le conseguenze del *crowding*

- Il 17.5% descriva almeno quali siano le cause e cerchi soluzioni
- Il 5% almeno cerchi quali conseguenze comporti il *crowding*, cercando soluzioni

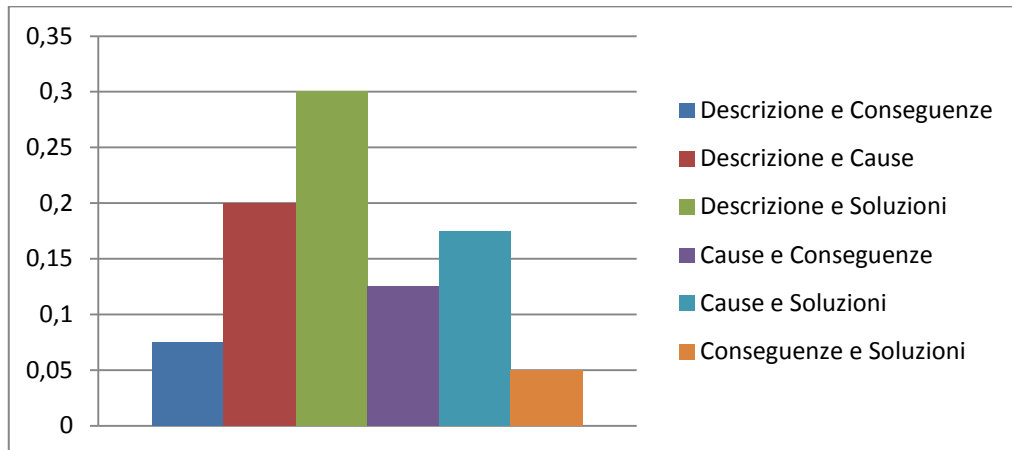


Figura 2.7: analisi aggregate a coppie

La Figura 2.8 descrive invece descriva congiuntamente a tre a tre le diverse dimensioni di analisi.

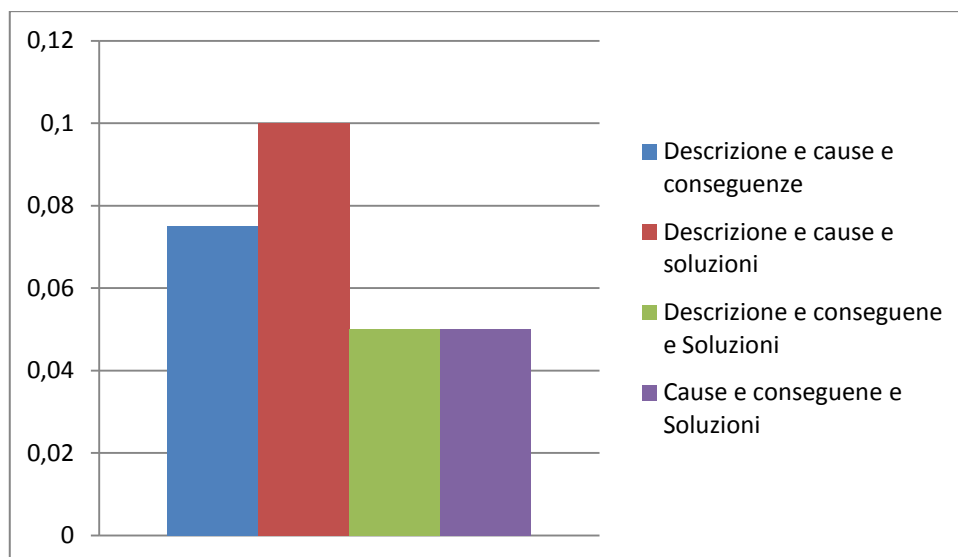


Figura 2.8:analisi aggregate a terzetti

Si può vedere come:

- Il 7.5% degli articoli si focalizzi congiuntamente almeno su Descrizione, Cause e Conseguenze
- Il 10% si occupi almeno di descrivere il fenomeno, cercandone le cause e ipotizzando soluzioni
- Il 5% voglia almeno descrivere il fenomeno, individuare le conseguenze e ipotizzare delle soluzioni
- Il 5% guardi almeno quali siano le cause, quali le conseguenze e quali potrebbero essere delle soluzioni
- Guardando infine congiuntamente tutte le dimensioni in analisi, si può notare come:
- Il 5% tratti tutti le dimensioni congiuntamente

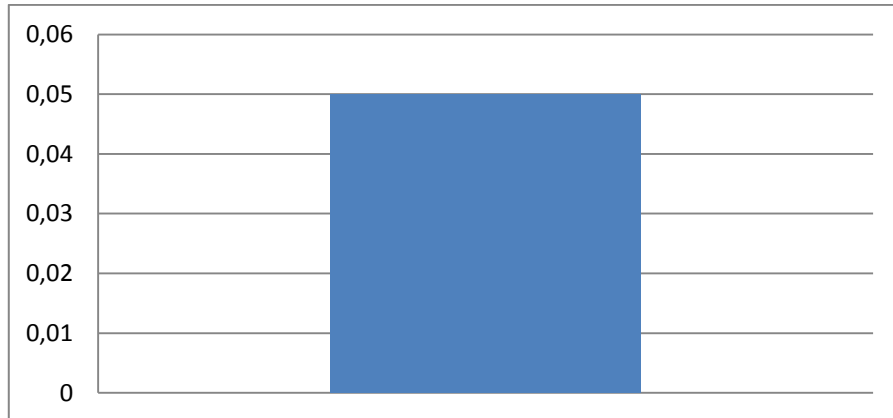


Figura 2.9: dimensioni congiuntamente

Si può dunque notare come il problema sia spesso stato trattato da uno o alcuni obiettivi di analisi assieme mentre solo raramente siano state prese in considerazione tutte assieme.

Analizzando in maniera più approfondita le finalità degli articoli relativi al *boarding*, come fatto per quelli relativi al *crowding*, si sono ipotizzate quattro dimensioni/obiettivi di analisi riguardo il fenomeno:

- Descrittivo analitico di carattere generale, denominato in seguito “Descrizione / Analisi”
- Focalizzato sulla ricerca delle cause del fenomeno; denominato in seguito “Cause”
- Focalizzato sulla determinazione delle conseguenze derivanti dal fenomeno; denominato in seguito “Conseguenze”
- Focalizzato sulla ricerca di soluzioni per il fenomeno; denominato in seguito “Soluzioni”

Ogni articolo si concentra su almeno una di queste dimensioni, alcuni su una soltanto, altri su più dimensioni. In maniera più dettagliata si può notare come, come esposto in Figura 2.10, quanto:

- Il 60.9% degli articoli si focalizza almeno sulla descrizione o sull’analisi del fenomeno
- Il 35% degli articoli cerca almeno di determinare quali siano le cause
- Il 35% degli articoli si occupa almeno di capire quali siano le conseguenze del *boarding*
- Il 26% cerca almeno di trovare delle soluzioni

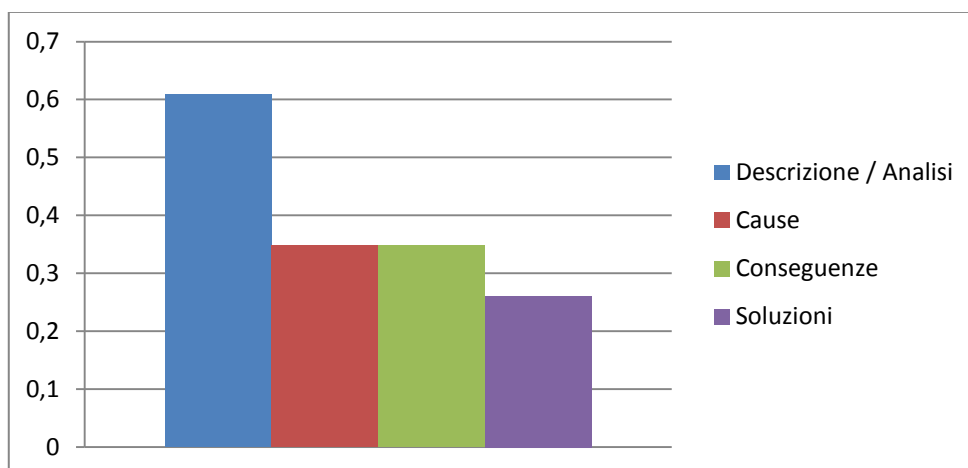


Figura 2.10: dimensioni

Analizzando ora congiuntamente a due a due le diverse dimensioni di analisi si nota, come evidenziato in Figura 2.11, quanto:

- Il 17.4% si focalizzi almeno sulla descrizione del fenomeno e quali siano le conseguenze
- Il 13% descriva, almeno, il fenomeno cercando di identificare le cause
- Il 17.4% descriva il *boarding* cercando soluzioni
- Non ci siano articoli che studino quali siano le cause e le conseguenze del *boarding*
- Il 13 % descriva almeno quali siano le cause e cerchi soluzioni
- Non ci sono studi che correlino quali conseguenze comporti il *boarding* e soluzioni

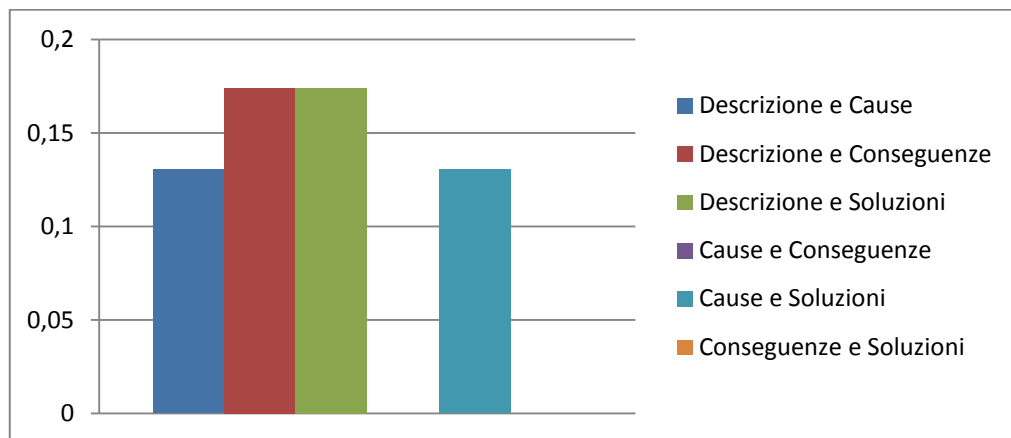


Figura 2.11: confronto a coppie di dimensioni di analisi

Analizzando invece congiuntamente a tre a tre le diverse dimensioni di analisi si può vedere come:

- Non ci sono articoli che si focalizzino congiuntamente su Descrizione, Cause e Conseguenze
- Il 4.5% si occupi almeno di descrivere il fenomeno, cercandone le cause e ipotizzando soluzioni

- Non ci sono articoli che descrivano il fenomeno, individuandone le conseguenze e ipotizzando delle soluzioni
- Non ci sono articoli che dicano quali siano le cause, quali le conseguenze e quali potrebbero essere delle soluzioni

Non vi sono dunque articoli che vadano a considerare congiuntamente le diverse dimensioni, descrivendo il problema, identificando quali sia le cause, quali conseguenze comporti e quali possibili soluzioni (in maniera aggregata le diverse dimensioni).

Analizzando infine le singole dimensioni singolarmente ed esclusivamente, si può notare come:

- Il 17.4% degli articoli si focalizzano solo sulla descrizione del fenomeno
- Il 13% vada a ricercare esclusivamente le cause del *boarding*
- Il 8.7% vada ad analizzare solamente le cause
- Il 8.7% degli articoli abbia come intento quello di cercare una soluzione al *boarding*

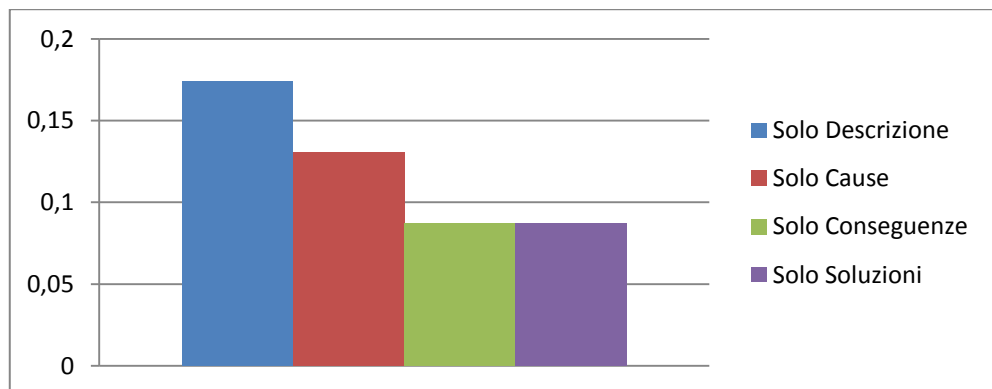


Figura 2.12: dimensioni singole

Per gli articoli relativi al NEDOCS e a ad altri modelli di misura del *crowding* si sono ipotizzate quattro dimensioni/obiettivi di analisi riguardo il fenomeno:



- Descrittivo analitico di carattere generale, denominato in seguito “Descrizione / Analisi”
- Focalizzato sulla descrizione di nuovi modelli; denominato in seguito “Nuovi Modelli”
- Focalizzato sul confronto tra diversi modelli; denominato in seguito “Confronto”
- Focalizzato sulla critica riguardo la validità del NEDOCS; denominato in seguito “Critica”

Ogni articolo si focalizza su almeno una di queste dimensioni, alcuni su una soltanto, altri su più dimensioni.

Da quanto riportato in Figura 2.13 si può notare come il 66.7% degli articoli si focalizzi almeno sulla descrizione o sull’analisi del modello

- Il 26.7% degli articoli abbia come obiettivo l’introduzione di nuovi modelli
- Il 40% degli articoli si occupi almeno di confrontare diversi modelli
- Il 13.2% si focalizzi sulla critica del modello e dell’evidenza perché non sia (sempre) un buon modello di misura del *crowding*

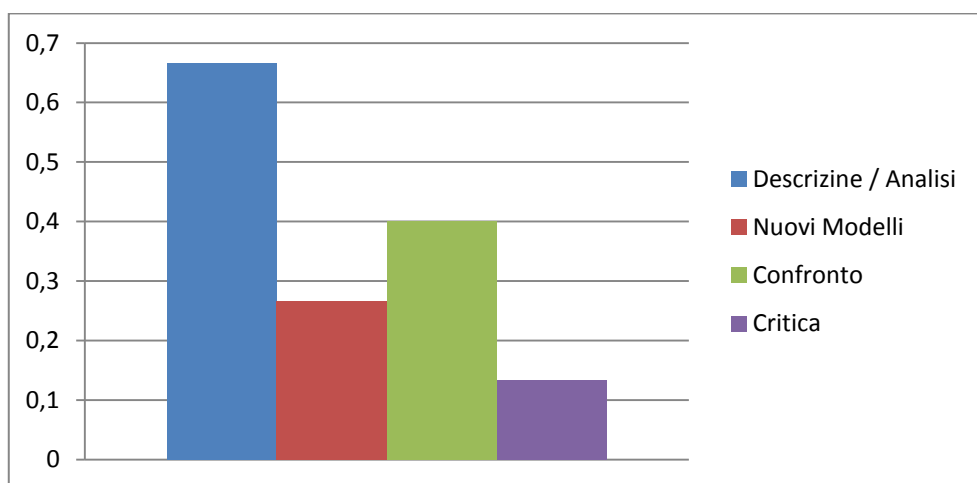


Figura 2.13: dimensioni

Analizzando adesso congiuntamente a due a due le diverse dimensioni di analisi, si nota come:

- Non ci siano articoli che mettano in correlazione la proposta di un nuovo modello con la critica al NEDOCOS e nemmeno ci sia una critica del modello che sia “supportata” dal confronto con altri modelli
- Circa il 7% si focalizzi, almeno, sulla descrizione del modello unito alla proposta di nuovi modelli o alla descrizione e alla critica del NEDOCOS o alla introduzione di nuovi modelli unendo con confronto
- Il 33% circa invece si focalizza, almeno, sulla descrizione del modello e sul confronto con altri modelli

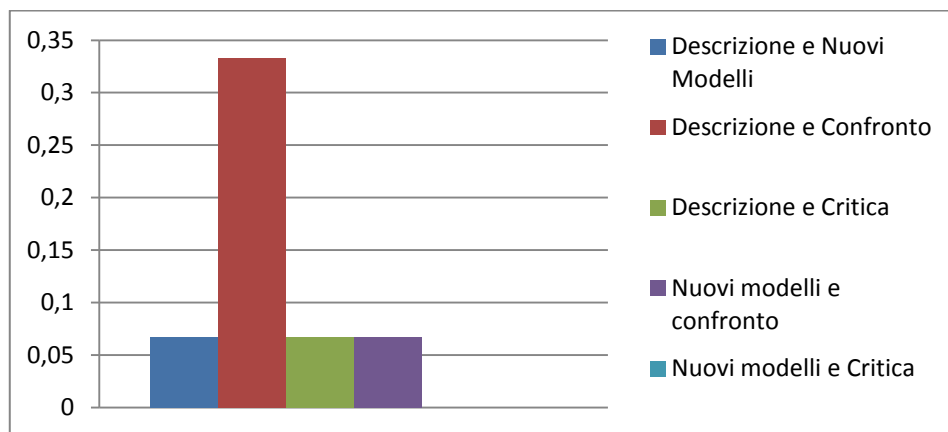


Figura 2.14: dimensioni a coppie

Considerando congiuntamente a tre a tre le diverse dimensioni di analisi si può vedere come:

- Non ci sono articoli che si focalizzino congiuntamente su Descrizione del NEDCOS, fornendone una critica e proponendo nuovi modelli
- Il circa 7% si occupi, almeno, di descrivere il modello, di introdurre nuovi modelli e di confrontare i diversi modelli tra loro
- Non ci sono articoli descrivano il modello e lo criticano tramite un confronto tra diversi modelli

- Non ci sono articoli che introducano nuovi modelli, facendo un confronto e da questo muovendo una critica al NEDOCS

Non vi sono dunque articoli che vadano a considerare congiuntamente le diverse dimensioni, descrivendo il modello, confrontandolo con altri esistenti, muovendo dunque critiche e proponendo un nuovo modello che possa, date le considerazioni fatte in precedenza, superare il NEDOCS.

Analizzando le singole dimensioni singolarmente ed esclusivamente, si può notare come:

- Il 27% circa degli articoli si focalizzano solo sulla descrizione del NEDOCS
- Il 20% vada, solo, ad introdurre nuovi modelli
- Il 7% circa vada a focalizzarsi solo sul confronto tra NEDOCS e altri modelli
- Il 7% degli articoli abbia come intento quello di criticare il NEDOCS cercando punti di debolezza

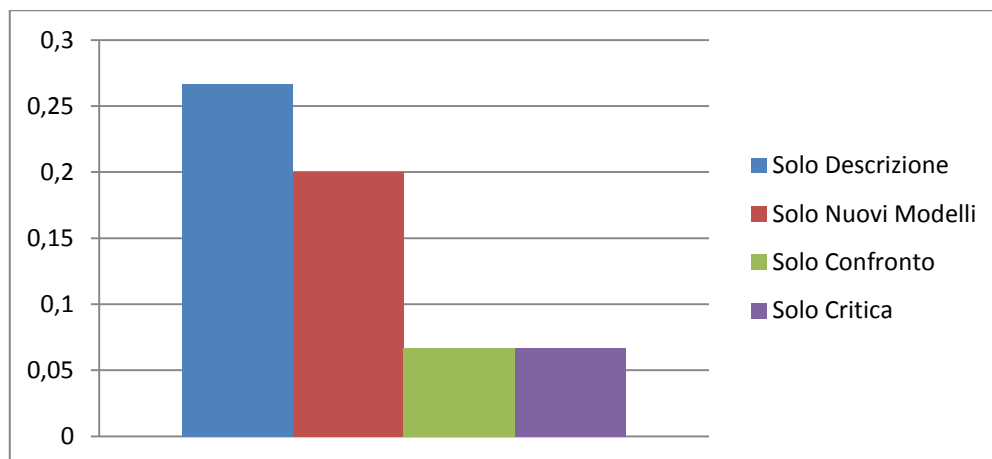


Figura 2.15: dimensioni singole

Per quanto riguarda la letteratura riguardo le metodologie statistiche, gli argomenti ricercati, come dichiarato nella sezione riguardo keyword e fonti, vertono su:

- Indici di concordanza (35%)
- Metodologie di *clustering* (15%)

- Metodologie di regressione (25%)
- Metodologie di trattamento dati (25%)

Ove possibile si sono ricercate tali argomenti contestualizzati nel contesto sanitario-ospedaliero. La prima tipologia di argomenti sono utilizzati, come meglio chiarito nella sezione relativa, per determinare quale sia la concordanza tra le percezioni sovraffollamento e le stime dello stesso. Le metodologie di trattamento dei dati sono utilizzate come riferimento per meglio gestire i dati derivanti dalle rilevazioni delle percezioni. Le metodologie di clustering invece per meglio comprendere come si sia giunti alla classificazione degli indicatori di sovraffollamento proposti. Similmente le metodologie di regressione sono utili per comprendere come gli autori siano arrivati alla formulazione dei diversi modelli e come riuscire a ricalibrare il NEDOCS.

## 2.4 Articoli selezionati importanti

Dall'analisi della letteratura alcuni articoli e ricerche scientifiche risultano essere più significativi. Essi si possono raggruppare in funzione degli argomenti trattati.

- Per quanto riguarda il *crowding*:
  - Asplin et al [9] che con l'articolo "*A conceptual model of emergency department crowding*" hanno definito una modellizzazione del problema, fornendo uno schema di riferimento per future analisi in materia
  - Hoot et al. [42] che nello studio "*Systematic review of emergency department crowding: causes, effects, and solutions*" hanno fornito una trattazione schematica di quali fossero le cause, conseguenze e soluzioni segnalate in letteratura.

- Pines et al. [21] che nell'articolo "*Advancing the science of emergency department crowding: measurement and solutions*" forniscono una descrizione formale del fenomeno e i tentativi di trovare soluzioni al problema
- Moskop et al. [24][25] che negli articoli "*Emergency department crowding, part 1—concept, causes, and moral consequences*" e "*Emergency department crowding, part 2—barriers to reform and strategies to overcome them*" forniscono una descrizione del fenomeno in termini di descrizione, cause, conseguenze, ipotizzando delle soluzioni e evidenziando quali possono essere delle barriere alla loro attuazione
- Di Bella et al. [14], Rastelli et al. [19] e Pines et al. [23], i quali nei rispettivi articoli "*Tempi di attesa e sovraffollamento delle strutture di primo soccorso: un'analisi empirica*", "*Sovraffollamento in Pronto Soccorso. Analisi del fenomeno e proposte di gestione*" e "*International perspectives on emergency department crowding*" forniscono una trattazione relativa alle tematiche del *crowding* contestualizzate in Italia.
- Per quanto concerne il *boarding*:
  - American College of Emergency Physicians [64] che in "*Definition of Boarded Patient, Policy Statement*" fornisce una definizione di paziente in boarding
  - Pitts et al. [58] che in "*A Cross-sectional Study of Emergency Department Boarding Practices in the United States*" forniscono una descrizione del tema
  - White et al. [5] che in "*Boarding inpatients in the emergency department increases discharged patient length of stay*" forniscono una descrittiva delle conseguenze
  - Bayley et al. [96], Krochmal et al. [97] e Pines et al. [22] i quali nei rispettivi articoli "*The financial burden of emergency department*

*congestion and hospital crowding for chest pain patients awaiting admission*", *"Increased health care costs associated with ED overcrowding "* e *"The financial consequences of lost demand and reducing boarding in hospital emergency departments"* forniscono una stima delle conseguenze economico- finanziarie del *boarding*

- Per quanto concerne i modelli di misura del *crowding*:
  - Weiss et al. [3] che in *"Estimating the degree of emergency department overcrowding in academic medical centers: results of the National ED Overcrowding Study (NEDOCS)"* presentano il NEDOCS
  - Bernstein et al. [125] che in *"Development and validation of a new index to measure emergency department crowding"* presentano l'indice EDWIN
  - Reeder et al. [126] che in *" The overcrowded emergency department: a comparison of staff perceptions"* presentano il READI
  - Epstein et al. [133] che in *" Development of an emergency department work score to predict ambulance diversion"* presentano il *Work Score*
  - Asplin et al. [157] che in *"Is this emergency department crowded? A multicenter derivation and evaluation of an emergency department crowding scale (EDCS)"* presentano il EDCS
  - Jones et al [2] che in *" An independent evaluation of four quantitative emergency department crowding scales"* forniscono un confronto tra i diversi modelli di valutazione del *crowding*, decretando quale sia il migliore e come possa essere necessario ricalibrare i parametri del modello.
  - Hoot et al. [41] che in *"Measuring and forecasting emergency department crowding in real time."* Forniscono una valutazione di quale modello funzioni meglio come indicatore *real time* di sovraffollamento

- Wang et al. [19] e Raj et al. [30] che in "*The inaccuracy of determining overcrowding status by using the National ED Overcrowding Study Tool*" e "*National Emergency Department Overcrowding Study tool is not useful in an Australian emergency department*" dimostrano come il NEDOCS possa non essere accurato.

## 2.5 Analisi della letteratura

Il Pronto Soccorso (PS) è, come definito dal Ministero della Salute, l'unità operativa ospedaliera in cui viene garantita l'assistenza sanitaria e sono assicurati gli accertamenti diagnostici oltre ad eventuali interventi necessari per la soluzione del problema clinico presentato dal paziente. L'elemento distintivo è il carattere di urgenza o emergenza delle condizioni cliniche dei pazienti e delle prestazioni erogate.

I servizi di Pronto soccorso e di accettazione, secondo quanto definito dal Ministero della Salute, svolgono dunque:

- attività di accettazione per i casi elettivi e programmati (ovvero i pazienti che tornano per controlli specifici);
- attività di accettazione per i casi che si presentano spontaneamente e non rivestono carattere di emergenza-urgenza (dove per emergenza si intende una condizione che pone il paziente in immediato pericolo di vita e che richiede un intervento immediato, mentre per urgenza si intende una situazione che, in assenza di adeguato trattamento, può diventare critica);
- attività di accettazione di soggetti in condizioni di urgenza differibile;
- attività di accettazione di soggetti in condizioni di urgenza indifferibile;
- attività di accettazione di soggetti in condizioni di emergenza.

Nei casi più complessi sono garantiti gli interventi necessari alla stabilizzazione del paziente e l'eventuale trasporto ad un altro ospedale in grado di fornire prestazioni specializzate, sotto il coordinamento della Centrale Operativa.

In Italia, in alcuni ospedali, questa realtà è stata integrata all'interno di una nuova struttura complessa di dipartimento: il DEA (Dipartimento di Emergenza-Urgenza e Accettazione). Il DEA rappresenta, secondo la descrizione presentata dal Ministero della Salute, “un'aggregazione funzionale di unità operative che mantengono la propria autonomia e responsabilità clinico-assistenziale, ma che riconoscono la propria interdipendenza adottando un comune codice di comportamento assistenziale, al fine di assicurare, in collegamento con le strutture operanti sul territorio, una risposta rapida e completa”. [m]

I DEA afferiscono a due livelli di complessità, in base alle Unità Operative che li compongono:

-DEA di I livello: “garantisce oltre alle prestazioni fornite dagli ospedali sede di Pronto Soccorso anche le funzioni di osservazione e breve degenza, di rianimazione e, contemporaneamente, deve assicurare interventi diagnostico-terapeutici di medicina generale, chirurgia generale, ortopedia e traumatologia, cardiologia con UTIC (Unità di Terapia Intensiva Cardiologia). Sono inoltre assicurate le prestazioni di laboratorio di analisi chimico-cliniche e microbiologiche, di diagnostica per immagini, e trasfusionali”; [m]

-DEA di II livello: “assicura, oltre alle prestazioni fornite dal DEA I livello, le funzioni di più alta qualificazione legate all'emergenza, tra cui la cardiocirurgia, la neurochirurgia, la terapia intensiva neonatale, la chirurgia vascolare, la chirurgia toracica, secondo le indicazioni stabilite dalla programmazione regionale. Altre componenti di particolare qualificazione, quali le unità per grandi ustionati, le unità spinali ove rientranti nella programmazione regionale, sono collocati nei DEA di II livello, garantendone in tal modo una equilibrata distribuzione sul territorio nazionale ed una stretta interrelazione con le centrali operative delle regioni”. [m]

Risulta dunque chiaro come tali strutture forniscano un importante servizio pubblico erogando cure emergenziali 24 ore al giorno, 365 giorni l'anno per chiunque necessiti di tali servizi [58]. È importante assicurare che il pronto soccorso sia in grado di erogare tali servizi in maniera efficace ed efficiente [8][11][58][70][71][83][124]. In letteratura problemi relativi all'incapacità nel fornire cure adeguate o addirittura basilari vengono segnalati sino dagli anni '80 e '90 [11][58][71][83][84][108]. In questo contesto si inserisce il tema del *crowding*.



### 2.5.1 Crowding

Il *crowding* è uno dei problemi più gravi, a causa delle sue conseguenze, e frequenti per il pronto soccorso. Esso riveste molta importanza in letteratura. Risulta infatti un tema molto importante e ampiamente trattato sotto diversi punti di vista e molti articoli sono stati scritti a riguardo [144]. Nonostante la sua importanza, anche a causa della sua complessità e interconnessione con ambiti diversi dal pronto soccorso, non esiste ancora una definizione univoca con cui possa essere identificato[58].

Semplificando, il *crowding* può essere definito come l'affollamento (o meglio sovraffollamento) del pronto soccorso (o ED “*Emergency Department*“). Tale definizione estremamente semplificativa deve però tenere conto non solo del numero di pazienti, ma anche della qualità del servizio sanitario erogato. In presenza di *crowding* infatti si riscontra una riduzione della qualità declinata in termini di tempi di attesa, in termini di qualità delle cure e qualità della “permanenza” del paziente in ospedale. I pazienti frequentemente riscontrano dei tempi di attesa molto lunghi, spesso in luoghi non consoni e una qualità delle cure mediche non qualitativamente e temporalmente adeguate, con tutte le conseguenze a ciò associate. Da notare come il *crowding* non vada ad influenzare solamente la qualità delle cure erogate ai pazienti, ma anche la qualità del lavoro del personale stesso. Infatti in situazioni di sovraffollamento il personale è sottoposto ad un ambiente più stressante, che rende gli operatori nervosi, plausibilmente più stanchi, meno efficienti a causa delle condizioni di lavoro non consone.

Come precedentemente dichiarato prime tracce letterarie riguardo il tema del *crowding* compaiono, negli Stati Uniti, tra la fine degli anni '80 e l'inizio degli anni '90 [58][71][83][84][108]. La trattazione del tema ha subito un'evoluzione nel tempo. Inizialmente l'attenzione era posta sul mettere in evidenza l'esistenza di una problematica comune a diversi pronto soccorso, senza che fosse chiaro cosa fosse. Verificato che ci fosse effettivamente un reale problema, gli sforzi si concentrarono sul capire con un livello di dettaglio superiore la natura del problema, cercando di

trovare una definizione univoca con cui identificare il *crowding*, quali fossero le cause, quali fossero le conseguenze e quali potessero essere possibili soluzioni[144]. La complessità che caratterizza tale tematica non è limitata all'identificazione di modalità migliorative e risolutive del problema, ma anche nella definizione del problema stesso [18][23][24][41]. Diverse sono le definizioni proposte in letteratura. Una prima proposta di definizione è stata avanzata nel 2002 dal *Crowding Resources Task Force* istituito dal American College of Emergency Physicians, che definisce il *crowding* come “*A situation in which the identified need for emergency services outstrip available resources in the ED. This situation occurs in hospital EDs when there are more patients than staffed ED treatment beds and wait times exceed a reasonable period. Crowding typically involves patients being monitored in non treatment areas (eg, hallways) and awaiting ED treatment beds or inpatient beds. Crowding may also involve an inability to appropriately triage patients, with large numbers of patients in the ED waiting area of any triage assessment category.*” [n]. Successivamente, nel 2006, lo stesso *American College of Emergency Physicians* (ACEP) ha formulato la seguente definizione: “*crowding occurs when the identified need for emergency services exceeds available resources for patient care in the ED, hospital or both*”[n]. Nonostante gli sforzi, i ricercatori non sono ancora giunti ad una definizione univoca, come si evince da quanto dichiarato da Weiss et al. (2014) “*We do not know what overcrowding is but we know it when we see it!*” [68].

Nonostante la mancanza di una definizione univoca del fenomeno, il *crowding* risulta comunque un tema ampiamente trattato in letteratura sotto diversi punti di vista: la ricerca delle le cause, delle conseguenze, delle soluzioni, della misurazione e della formalizzazione del problema [144].

Il tema della formalizzazione verte sulla comprensione e la definizione formale del *crowding*. In questo contesto si inserisce la modellazione proposta da Asplin et al. (2003) [8].

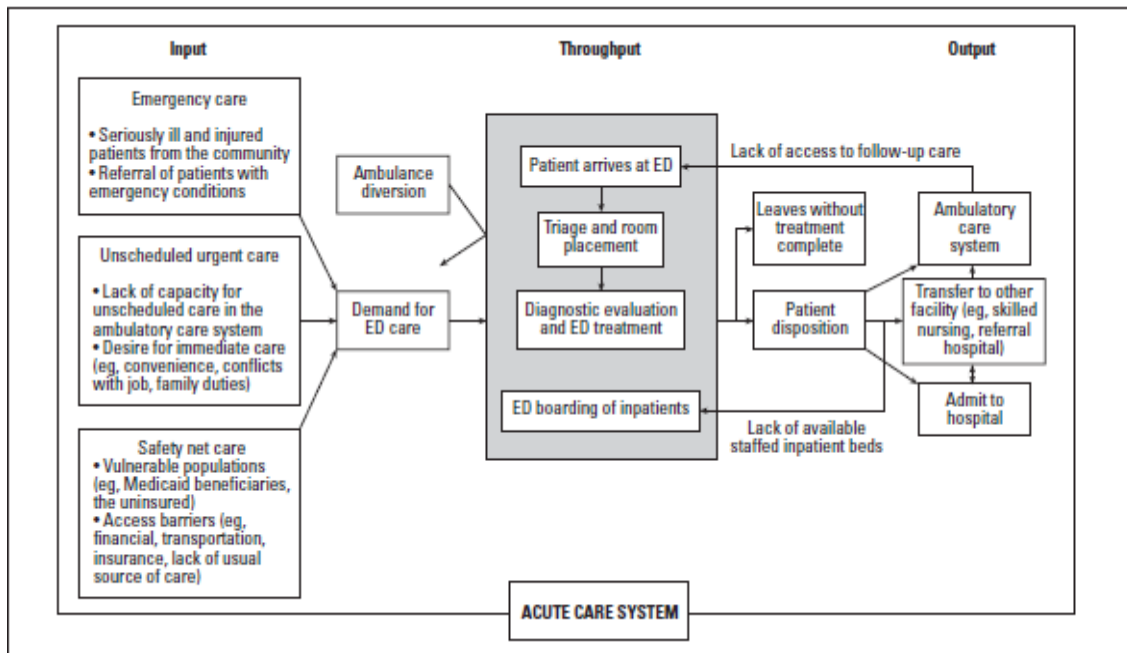


Figura 2.16: modello concettuale Asplint et al. (2003)

Questo modello (Figura 2.16) venne proposto con la finalità di fornire a ricercatori, amministratori e *policymakers* un modello concettuale che aiutasse a comprendere quali fossero le cause del *crowding* e quindi sviluppare possibili soluzioni al problema.

Il modello scompone il problema del sovraffollamento di pronto soccorso in tre componenti interdipendenti:

- *input*
- *throughput*
- *output*

L'obiettivo dichiarato dagli autori era quello di fornire un *framework* su cui una ricerca organizzata, le autorità e il management si potessero basare per determinare come alleviare il problema del sovraffollamento di pronto soccorso [8]. Analizzando quanto proposto dagli autori, si nota come le diverse componenti siano a loro volta formate da sottoparti che concorrono alla caratterizzazione del problema.

Per quanto concerne la componente *input*, in essa sono incluse qualunque condizione, evento o caratteristica del sistema che possa contribuire alla domanda di servizi di pronto soccorso. Il fattore *input*, è scomposto in 3 parti:

- *Emergency care in ED*, determinato da:
  - Pazienti gravemente malati o feriti
  - Pazienti rinviati alla struttura di pronto soccorso da altre strutture sanitarie

Il ruolo fondamentale di un pronto soccorso è per definizione fornire assistenza per pazienti con gravi malattie o ferite che richiedano cure immediate e tempestive. Studi evidenziano come dagli anni '90 ci sia stato un incremento della porzione di casi di pronto soccorso classificati come critici [8][82]. Questo fattore è segnalato in letteratura come una spiegazione al recente incremento del *crowding* [8][74].

- *Unscheduled urgent care*, determinato da:
  - Carenza di capacità nel fornire cure non programmate da parte del sistema ambulatoriale
  - Desiderio da parte dei pazienti di ricevere cure immediate per motivi come convenienza, problematiche di incompatibilità per impegni lavorativi o familiari

Il pronto soccorso fornisce una quantità significativa di cure urgenti. Ciò è spesso causato dalla inadeguata capacità di fornire questa tipologia di cure nelle altre parti del sistema. Molti pazienti vengono inviati in pronto soccorso poiché il loro ambulatorio di riferimento non è in grado di fornire loro cure tempestive o perché non sono disponibili altre fonti di cure alternative [8]. Può anche accadere che i pazienti programmino una visita per una patologia ma a causa di repentini peggioramenti della stessa siano costretti a recarsi in pronto soccorso. Queste problematiche concorrono all'aumento del sovraffollamento in pronto soccorso.

- *Safety net care*, determinato dalla volontà di:
  - Fornire cure alla fascia di popolazione più vulnerabile, come ad esempio chi non potrebbe permettersi cure a pagamento
  - Poter oltrepassare le barriere in entrata alle modalità di cura classiche del sistema sanitario, come ad esempio problemi di trasporto del paziente oppure la mancanza di fonti di cure alternative o problemi economici che impedirebbero l'accesso alle cure.

Il pronto soccorso ha inoltre ruolo di rete di sicurezza per le fasce di popolazione più vulnerabili (inteso come quella fascia con difficoltà di accesso ai canali di assistenza sanitaria classici) [8]. Permette infatti di accedere a cure altrimenti non fruibili a causa di costi eccessivi o a causa di altre barriere in ingresso all'accesso alle cure [8]. Il ruolo di rete di sicurezza viene ricoperto non solo per le fasce di popolazione vulnerabili, ma anche per il resto del sistema sanitario [8]. Quando le altre opzioni fornite dal sistema sanitario non sono disponibili, rimane il pronto soccorso come unica alternativa per le cure di patologie acute. Risulta dunque evidente come tale funzione assunta dal pronto soccorso vada a concorrere all'aumento del *crowding*. Come riportato dal *Institute of Medicine and the General Accounting Office*, in realtà in cui non esista un Sistema Sanitario Nazionale, il sovraffollamento è infatti maggiore nelle comunità con alto tasso di persone senza assicurazione sanitaria.

Quelli sopra elencati sono i fattori che, secondo il modello proposto, concorrono alla creazione della domanda di servizi offerti dal sistema di pronto soccorso. Per quanto riguarda la sezione centrale del modello, definita *throughput*, identifica la lunghezza della permanenza dei pazienti in pronto soccorso come fattore contributivo alla creazione di sovraffollamento [8]. Nel modello sono identificate due principali fasi di *throughput*:

- La prima comprende le fasi di triage e le valutazioni iniziali
- La seconda fase comprende la diagnostica, eventuali esami clinici più approfonditi e la fase di trattamento e somministrazione delle cure. In un pronto soccorso efficiente è la fase che dovrebbe richiedere il maggior quantitativo di tempo.

In queste fasi la quantità di fenomeni che possono accadere e allungare il tempo di attesa sono molteplici e impossibili da elencare in maniera esaustiva anche a causa dell'aleatorietà degli avvenimenti stessi.

Passando ad analizzare la fase definita come *output* risulta come disposizioni inefficienti date ai pazienti (dichiarate in seguito) contribuiscano al sovraffollamento [8]. Il fattore più frequentemente indicato come causa di sovraffollamento è l'incapacità di trasferire i pazienti il cui esito è il ricovero dal pronto soccorso al reparto in cui devono essere ricoverati [8][71][83][88]. Tale fenomeno è definito come *boarding* [68]. Questo porta a far sì che i pazienti debbano attendere in pronto soccorso il momento del ricovero, riducendo la capacità di accogliere nuovi pazienti, causando congiuntamente un aumento del sovraffollamento e una pratica denominata *ambulance diversion*, cioè il dirottamento delle ambulanze in arrivo verso altre strutture [8][37]. Tutto ciò causa impiego ulteriore di risorse mediche ed infermieristiche necessarie per pazienti che non dovrebbero più essere carico del pronto soccorso, provocando ritardi nelle cure per i nuovi pazienti. I fattori che contribuiscono al *boarding* sono vari. Si riconoscono, tra gli altri, la mancanza di letti a causa di ritardi o inefficienze nel renderli disponibili, o ancora di politiche di utilizzo non adeguate [8]. Anche i pazienti dimessi contribuiscono alla determinazione di sovraffollamento. Spesso infatti ulteriori analisi diagnostiche o terapie sono richieste nei giorni successivi [8]. Tutto ciò concorre alla identificazione del collo di bottiglia nei fattori di *output* piuttosto che in quelli di *input* [8,25]. Già da questo modello risulta evidenziata la duplice natura di causa e conseguenza di sovraffollamento rivestita dal *boarding*.

### **2.5.2 Cause del *Crowding***

Diversi autori si sono focalizzati sulla ricerca e la determinazione delle cause di tale fenomeno. Tante e diverse sono le cause determinate, spesso ricorrenti.

Alcune, apparentemente ragionevoli, sono state confutate da successivi studi quantitativi resi possibili dall'introduzione di metriche di misura del fenomeno crowding. In letteratura sono state individuate tre macrocategorie di cause del sovraffollamento del pronto soccorso [42]. Esse sono riconducibili al modello proposto da Asplin et al.(2003) precedentemente esposto. Tali macrocategorie sono infatti denominate *input factors*, *throughput factors* e *output factors* [8][42]. Fornendo una caratterizzazione più accurata di tali fattori si può determinare come i primi riflettano le fonti e le espressioni dell'afflusso di pazienti in pronto soccorso [42], i secondi rispecchiano i colli di bottiglia di un pronto soccorso mentre i terzi i colli di bottiglia di altre parti del sistema sanitario con ripercussioni sul pronto soccorso. [42]

Entrando nel dettaglio di quelli definiti come *input factors*, a tale categoria appartengono i seguenti fattori:

- *Nonurgent visits*
- *Frequent-flyer patients*
- *Influenza season*

La prima sottocategoria rispecchia l'afflusso di pazienti in pronto soccorso con problematiche non urgenti, quelle che nel sistema italiano corrispondono ai codici bianchi, cioè non urgenze. Tali pazienti si rivolgono al pronto soccorso per problematiche che non richiederebbero prestazioni d'emergenza e che potrebbero essere risolte dal medico di famiglia. La loro presenza in pronto soccorso influisce quindi sul sovraffollamento poiché allo stesso tempo sono pazienti con priorità bassa, che quindi verranno visitati solo quando non presenti pazienti più urgenti, facendo tuttavia aumentare il senso di affollamento percepito sia dagli altri pazienti sia dagli operatori. Ulteriore effetto negativo causato dalla loro presenza è la sottrazione di risorse sia in termini di spazi fisici che di personale. Essi dunque sono causa di all'accesso a cure insufficienti o in tempi non utili [42][75][76][77]. Va tuttavia segnalato quanto riscontrato da Sprivulis et al. (2005) [78] secondo i quali in ospedali di grandi dimensioni non vi sia correlazione tra la presenza di pazienti che richiedano cure non urgenti e il grado di sovraffollamento.

La seconda sottocategoria, definita *frequent-flyers* rispecchia i pazienti che si rivolgono frequentemente alle cure di pronto soccorso. Secondo Huang et al. (2003) [79] rientrano in questa categoria coloro che si recano in pronto soccorso almeno quattro volte all'anno. Essi tuttavia risultano essere, negli Stati Uniti, il 14% delle visite totali in pronto soccorso, determinando come tale impatto possa essere influente [42][79]. Inoltre tali pazienti generalmente non richiedono realmente cure urgenti e esibiscono quelli che in letteratura, riferendosi al modello di Andersen, vengono denominati come "*need factors*". Per *need factors* si intendono le necessità, percepite e reali, di servizi di assistenza sanitaria [42][80]. Uno studio simile è stato proposto da Dent et al. (2003) [81]. I risultati dello studio da loro svolto segnalano come i *frequent-flyers* corrispondano al 8% delle visite in pronto soccorso. Gli autori segnalano come il 29% delle visite dei *frequent-flyers* potrebbero ritenersi appropriate [42][81].

Per quanto concerne la terza categoria, denominata *Influenza season*, fa riferimento alle ondate influenzali stagionali e a come queste possano influenzare il sovraccollamento del pronto soccorso. Secondo quanto riportato da Glaser et al. [151] durante le settimane di picco influenzale si registra un incremento del fenomeno denominato *ambulance diversion* (cioè il dirottamento di ambulanza in arrivo verso altre strutture) in una misura compresa tra il 4 e il 7%. Nello studio presentato da Schull et al. (2004) [152] viene esposto come ogni 100 accessi in pronto soccorso per influenza si abbia un aumento di 2.5 ore a settimana in cui il pronto soccorso ricorrono alla *ambulance diversion* [42][152]

La seconda macrocategoria è denominata *throughput factors* [42], a cui appartengono i fenomeni definiti come i colli di bottiglia interni al pronto soccorso. Il fenomeno comunemente associato a questo fattore risulta essere la inadeguatezza del personale presente in pronto soccorso. Inadeguatezza da intendersi come non corretto dimensionamento del personale in pronto soccorso. Secondo quanto riportato da Schneider et al. (2003) [55] in media un infermiere deve occuparsi simultaneamente di 4 pazienti. La situazione peggiora se si considerano i medici i quali, in media, hanno in carico 10 pazienti contemporaneamente [42][55].



Evidentemente una situazione di dimensionamento non corretto incide negativamente sul sovraffollamento oltre che sulla qualità delle cure fornite. Come segnalato da Lambe et al. (2003) [82] un dimensionamento non corretto del personale causa maggiori tempi di attesa per le cure mediche necessarie per i pazienti [54][82]. È da sottolineare tuttavia, come evidenziato da Schull et al. (2003) [38], che il dimensionamento del personale non è correlato con il fenomeno di *ambulance diversion* [38][42].

La terza ed ultima categoria di cause di *crowding*, definita come *output factors*, identifica i colli di bottiglia esterni al pronto soccorso e quindi appartenenti al resto del sistema sanitario [42]. In questa categoria sono state individuate due sottocategorie di cause di *crowding*: pazienti in attesa di ospedalizzazione (*boarding*) e mancanza di posti letto in ospedale [42]. Diversi sono gli studi eseguiti con l'obiettivo di determinare l'impatto del *boarding* come causa di sovraffollamento. Secondo quanto esposto da Andrulis et al. (1991) [83] metà dei pronto soccorso negli Stati Uniti fa registrare tempi di *boarding* lunghi, con le conseguenze in precedenza esposte. Lo studio effettuato da Schneider et al. (2003) [55] mostra come il 22% dei pazienti di pronto soccorso siano stati in *boarding* almeno una volta [54][42]. Uno studio condotto in un pronto soccorso australiano ha dimostrato come un blocco degli accessi fosse associato ad un aumento di *diversion*, dei tempi di attesa e livello di occupazione del pronto soccorso[85]. Un blocco degli accessi si definisce come la situazione in cui il tempo di *boarding* supera le 8 ore. È stato tuttavia dimostrato come il numero di pazienti in attesa di ospedalizzazione non sia correlato con la frequenza del fenomeno *ambulance diversion* [37], contrariamente da quanto indicato per i tempi di *boarding*. Altri studi si sono invece concentrati sull'analisi della penuria di posti letto in ospedale. Uno studio effettuato in Inghilterra ha dimostrato come ci sia una forte correlazione tra il tempo di trattamento in pronto soccorso e il livello di saturazione dell'ospedale [86]. Uno studio svolto in un ospedale di Toronto ha studiato quale potesse essere la relazione tra il sovraffollamento e fenomeni non legati direttamente alle cure di pronto soccorso. Durante in un periodo di ristrutturazione, ha registrato come i casi di forte sovraffollamento siano aumentati da un 0.5% a un 6% del totale [87].

Lo studio effettuato da Forster et al. (2003) [88] si è focalizzato sul legame esistente tra tasso di occupazione e tempo di permanenza in pronto soccorso. I risultati ottenuti mostrano come in casi in cui il tasso di saturazione dell'ospedale superasse il 90% il tempo di permanenza, o *length of stay*, aumentasse significativamente [88]. Lo studio condotto in Corea da Hwang et al. [89] ha posto l'attenzione nel determinare se vi fosse un legame tra il tasso di occupazione dell'ospedale e il sovraffollamento di pronto soccorso. I risultati dimostrano come un alto tasso di saturazione sia positivamente correlato con il *crowding* registrato in pronto soccorso. Warden et al. [90] in uno studio condotto in Portogallo hanno determinato come una diminuzione dei posti letto in ospedale porti ad un aumento del fenomeno *ambulance diversion* [90]. Un risultato equivalente è stato determinato da Sun et al. [91] associato tuttavia alla chiusura dell'ospedale più vicino al pronto soccorso in analisi. Risulta dunque evidente come i fattori *output* vadano a causare un aumento del *crowding*, in alcuni casi in maniera diretta in altri indirettamente, determinando comunque un legame forte.

### 2.5.3 Conseguenze del *Crowding*

Dopo aver analizzato quali fossero i fattori causa del *crowding*, si andrà a descrivere quali siano i fenomeni riconosciuti in letteratura come conseguenze del suddetto fenomeno. In letteratura sono state determinate quattro macrocategorie di effetti definiti come [42]:

- *Adverse outcome*
- *Reduced quality*
- *Impaired acces*
- *Provider losses*

La prima fa riferimento all'esito finale delle problematiche per cui il paziente si è recato in pronto soccorso, in particolare a conseguenze negative.

La riduzione della qualità (*Reduced quality*) è da intendersi relativamente alla qualità dei servizi offerti rispetto al *benchmark*. La terza riflette la impossibilità dei pazienti di ricevere cure tempestive presso il loro istituto di maggior gradimento. L'ultima fa riferimento alle conseguenze a carico del sistema sanitario stesso.

Entrando nello specifico delle singole categorie possiamo dire che la prima, denominata in letteratura *adverse outcome* viene, comunemente misurata con la mortalità dei pazienti [42]. Miro et al. (1999) [92] hanno determinato come vi sia una correlazione positiva tra la percentuale di decessi e il volume settimanale di accessi in pronto soccorso [42][92]. Nel loro studio condotto in un pronto soccorso australiano Richardson et al. (2006) [93] hanno riscontrato come 13 morti avvenute in pronto soccorso fossero ricollegabili ad un alto tasso di saturazione del pronto soccorso. Sprivulis et al. (2006)[94] hanno associato una misura di sovraffollamento di ospedale e pronto soccorso congiuntamente ad un aumento del rischio di morte a distanza di 2, 7 e 30 giorni dal ricovero [42][94]. In uno studio condotto a Huston, Begley et al. [95] hanno tuttavia riscontrato un trend in crescita statisticamente non significativo nel il tasso di mortalità dei pazienti traumatici ricoverati mentre era in corso il fenomeno *ambulance diversion*, suggerendo come i due fenomeni non siano significativamente correlati da un punto di vista statistico [42][95]. Sono diversi dunque i casi segnalati in letteratura in cui venisse associato un aumento della mortalità collegato con alti livelli di *crowding* o fenomeni ad esso associabili.

La seconda classe di effetti derivanti dal sovraffollamento, indicata come riduzione della qualità, in letteratura viene comunemente declinata in due sottocategorie : ritardi nei trasporti e ritardi nelle cure. Per quanto riguarda i ritardi nel trasporto è stato verificato sia da Neely et al. (1994) [98] sia da Redelmeier et al. (1994) [99] come il fenomeno *ambulance diversion* comporti un aumento dei tempi di trasporto [42, 98, 99]. Un ulteriore impatto negativo sui tempi di trasporto del fenomeno *diversion* è stato messo in evidenza da Schull et al. (2003) [100]. Nel loro studio hanno evidenziato come il novantesimo percentile dei tempi di trasporto aumentasse in situazioni in cui più ospedali nelle vicinanze stessero attuando una strategia di

*ambulance diversion*. Ad una conclusione simile erano giunti gli stessi Schull et al. (2003) in un altro studio [101]. Essi avevano rilevato come in un periodo di due anni in cui il *crowding* si era aggravato nella città di Toronto il novantesimo percentile dei tempi di trasporto fosse aumentato del 11% [42, 101]. Per quanto riguarda i ritardi nei tempi di trattamento invece, Liu et al. (2003) [103] hanno evidenziato come per i pazienti giunti in pronto soccorso in un momento di sovraffollamento, l'attesa per una postazione cui essere assegnati fosse di 30 minuti superiore alla media [42][103].

Per quanto concerne il fenomeno denominato *impaired access*, i fenomeni di *ambulance diversion* e di allontanamento dei pazienti dal pronto soccorso sono stati riconosciuti come effetti comuni associati al *crowding* [42]. Per quanto riguarda il dirottamento di ambulanze verso altri pronto soccorso, Burt et al. (2006) [153] riportano come in un periodo di 1 anno, negli Stati Uniti, si siano verificati 501000 casi di *ambulance diversion* su un totale di accessi in pronto soccorso pari a 136.3 milioni. Di questi, circa il 70% è relativo a pronto soccorso di grandi dimensioni. Schneider et al. (2003) [55] hanno evidenziato come 11% dei pronto soccorso negli Stati Uniti fossero simultaneamente in uno stato di *diversion* [54][42]. L'allontanamento dei pazienti può tuttavia verificarsi sotto un'altra forma, non solo tramite dirottamento delle ambulanze verso altre strutture, ma per allontanamento spontaneo dei pazienti (*patient elopement*). Polevoi et al. (2005) [102] mettono in evidenza come con un tasso di saturazione del pronto soccorso maggiore del 100% sia più probabile che i pazienti si allontanino dalla struttura prima di essere visitati. Tale fenomeno è denominato in letteratura come *left without been seen* o LWBS [42][102]. Lo studio effettuato da Kyriacou et al. (1999) [107] dimostra come tale fenomeno (LWBS) sia strettamente e positivamente correlato con i tempi di attesa [42] [107]. Il tasso di pazienti allontanatosi senza essere visitati risulta essere positivamente correlato anche con il *crowding*, come suggerito da Weiss et al. (2004) [3]. La dannosità di tale fenomeno viene messo in evidenza da Baker et al. [108]. Rispetto al totale dei pazienti LWBS hanno riscontrato come non tutti avrebbero potuto andarsene: al 46% sarebbero servite cure urgenti e 11% sarebbe poi stato ricoverato nella settimana seguente [42][108].

Come evidenziato da Bindman et al. (1991) [110] i pazienti LWBS riscontrano probabilità doppia di un peggioramento delle condizioni cliniche [42] [110]. Quanto esposto da Rowe et al [109] avvalorata la precedente affermazione. Essi riportano infatti come il 60% dei pazienti allontanatosi prima della visita siano poi ricorsi ad altre assistenze mediche entro una settimana [109]. Il medesimo studio mette in evidenza come una frequente causa di allontanamento siano i lunghi tempi di attesa non sostenibili [42, 109] che come evidenziato prima sono correlati al livello di *crowding* in pronto soccorso.

L'ultimo, ma non meno importante, effetto derivante dal *crowding* è quello relativo alle perdite indotte per i fornitori di servizi sanitari. Tali perdite vengono comunemente declinate in perdite economiche-finanziarie [42]. Bayley et al. (2005) [96] hanno stimato un mancato profitto per l'ospedale di 204 \$ per ogni paziente per il quale si sia registrato un alto tempo di *boarding* [42][96]. Lo studio effettuato da Krochmal & Riley (1994) [97] si focalizza invece sull'incremento di costi derivante da un prolungato tempo di *boarding*. Nell'articolo viene segnalato come i pazienti che hanno atteso in pronto soccorso più di un giorno in *boarding* abbiano successivamente dovuto permanere in ospedale più a lungo, per un costo totale stimato su 3 anni pari a 6.8 milioni di dollari [42][97]. In letteratura sono stati segnalate anche altre tipologie di conseguenze per i fornitori di servizi sanitari che non rientrano in quelle finanziarie [42]. È stato segnalato da Rondeau et al. (2005) come in 1 caso su 8 di trasporto di pazienti in pronto soccorso tramite ambulanza fosse impossibile scaricare tempestivamente il paziente, rendendo quella ambulanza inutilizzabile per altri servizi per, in media, almeno 15 minuti [155]. Una mancanza di risorse causata da un eccessivo sovraffollamento causa inoltre insoddisfazione nei confronti del proprio lavoro per il personale di pronto soccorso, con una diminuzione della qualità del servizio. La diminuzione di qualità a sua volta aggrava maggiormente le condizioni di sovraffollamento in un circolo vizioso [42][156] Risulta evidente dunque come il gravoso problema del sovraffollamento causi conseguenze negative soprattutto per i pazienti, ma anche per i provider stessi.

## 2.5.4 Soluzioni

Descritto il fenomeno e determinate cause e conseguenze, risulta interessante analizzare quali siano le soluzioni al problema. In letteratura si possono individuare tre filoni di soluzioni proposte denominate come:

- *Increased resources*
- *Demand management*
- *Operations research*

Con le prime si intende l'utilizzo di personale e risorse materiali incrementali. Nella seconda categoria rientrano metodi di redistribuzione dei pazienti o politiche che spingano verso corretto uso delle risorse presenti. Alla terza categoria afferiscono invece tecniche di misura del *crowding* e tecniche di *change management*.

Per quanto riguarda la prima categoria che, come sopra indicato, fa riferimento all'utilizzo di risorse aggiuntive a quelle già presenti in pronto soccorso, essa può essere ulteriormente declinata in:

- Personale aggiuntivo
- Unità adibite all'osservazione dei pazienti
- Politiche di accesso a letti ospedalieri

Per quanto riguarda l'utilizzo di personale aggiuntivo, lo studio effettuato da Bucheli et al. (2004) [111] segnala come l'incremento permanente di personale all'interno di un turno caratterizzato da sovraffollamento faccia diminuire il tempo di permanenza in pronto soccorso dei pazienti in media di 35 minuti [42][111]. Secondo quanto esposto da Shaw et al. (1998) [113] utilizzare personale aggiuntivo in funzione delle necessità durante la stagione influenzale porta ad una riduzione dei tempi di attesa rispetto al caso base di 15 minuti e una diminuzione dei pazienti LWBS pari al 37% [42, 113]. Per quanto concerne la seconda categoria, lo studio proposto da Kelen et al. (2001) [117] evidenzia come una unità di terapia intensiva che adottasse politiche di gestione del paziente tipiche di un pronto soccorso comporti una diminuzione del fenomeno *ambulance diversion* in misura pari al 40% dimezzando inoltre il tasso di

LWBS [42][117]. Una unità di osservazione con struttura ibrida tra le modalità di gestione di pronto soccorso e reparto ospedaliero, progettata per utilizzare le risorse in modo sostenibile ed efficace porta, secondo quanto indicato da Ross et al. (2005) [120], ad una significativa diminuzione del tempo di permanenza [42, 120]. Analizzando la terza sottocategoria, secondo quanto dichiarato da McConnell et al. (2005) [127], un incremento del 40% dei posti letto di terapia intensiva genera una riduzione di *ambulance diversion* in una percentuale del 66% [42, 128]. Come segnalato da Dunn. (2003) [128] una corretta gestione dei posti letto porti ad una significativa diminuzione dei tempi di attesa e dei livelli di occupazione del pronto soccorso [42][128]. In letteratura sono presenti, anche se in misura meno significativa, altre proposte risolutive in ottica di aumento delle risorse. Lo studio effettuato da Asplin et al. (2004) ha segnalato come a seguito di importanti ristrutturazioni organizzative con conseguente ingrandimento del pronto soccorso e aumento del personale, siano stati raggiunti diversi risultati positivi riguardo il *crowding* [157]. Risulta dunque evidente come le soluzioni precedentemente proposte mirino ad agire sulle determinanti *crowding* segnalate in letteratura. Di carattere più gestionale appaiono essere quelle appartenenti alla seconda categoria riguardante la gestione della domanda di servizi di pronto soccorso.

Appartenenti a questa categoria vengono identificate:

- *Nonurgent referrals*, cioè il posticipare la visita a pazienti non urgenti
- *Ambulance diversion*
- *Destination control*

Per quanto riguarda la prima sottocategoria, uno studio presentato da Grumbach et al. (1993) [75] ha analizzato i dati relativi ad un sondaggio somministrato a pazienti non critici di pronto soccorso. Risulta come il 38% del campione sia disposto a rinunciare alle cure di pronto soccorso a fronte di un appuntamento presso centri di assistenza sanitaria di base entro le 72 ore successive [42][75]. Ciò è validato da quanto riportato da Diesburg-Stanwood et al. (2004) [124] secondo cui le condizioni del 94% dei pazienti non urgenti rinviati ad una struttura sanitaria non di pronto soccorso fosse in realtà migliorata o stabile [124].

Secondo quanto riportato da Lagoe et al. (2002) [129] l'utilizzo di una strategia di *ambulance diversion* ha ridotto l'arrivo di ambulanze in pronto soccorso in una misura variabile dal 30 al 50% [129]. Tale fenomeno ha tuttavia delle conseguenze sulle strutture adiacenti. Lo studio condotto da Vilke et al. (2004) [131] ha mostrato come in una settimana in cui un ospedale ha evitato il ricorso all'*ambulance diversion*, il bisogno di ricorrere a tale pratica per gli ospedali adiacenti si sia quasi annullato [42][131]. L'introduzione di criteri standard sui quali basare la decisione riguardo il ricorso a tale pratica è stato segnalato come possa portare a benefici per le strutture aderenti a tale regolamentazione [42]. Vilke et al. (2004) [132] hanno inoltre dimostrato come non ricorrere all'*ambulance diversion* possa portare ad una riduzione del 75% del fenomeno stesso [42][132]. In altri termini, essi affermano come il ricorso alla dirottamento delle ambulanze da parte di alcuni pronto soccorso crei un circolo vizioso in cui anche le strutture limitrofe, avendo un iperafflusso di ambulanze siano costrette a perseguire tale strategia. Evitarlo porta ad una riduzione globale di necessità di dirottamento. Altri studi sono stati effettuati per analizzare la possibilità di controllare la destinazione dei pazienti tra diversi pronto soccorso. Secondo quanto riportato da Shah et al. (2006) [121] un controllo della destinazione delle ambulanze effettuato dai medici di pronto soccorso ha portato ad una riduzione di *ambulance diversion* pari al 41%.

L'ultima classe di soluzioni proposte in letteratura, denominata *operations research* [42], si focalizza nel trovare soluzioni al problema del *crowding* del pronto soccorso partendo da sua misura quantitativa. L'attenzione è stata posta a ricercare soluzioni avvalendosi di tecniche riconducibili alla *business intelligence* [42]. In tale ottica sono stati utilizzati come approcci ricorrenti quelli riguardo la determinazione di misure del *crowding* e tecniche di analisi riconducibili alla teoria delle code. Il modello proposto da Bernstein et al. (2003) [125] denominato EDWIN risultava avere una buona correlazione con il fenomeno di *ambulance diversion* ma meno con altri parametri secondari [42, 125]. Un altro modello, proposto da Weiss et al. (2004) [3] denominato NEDOCS, è in grado di spiegare il 49% della variabilità del grado di sovraffollamento percepito dal personale di pronto soccorso in cui tale indicatore è stato creato [3][42].



Un altro indicatore, denominato READI, è stato proposto da Reeder et al. (2003) [126] con l'obiettivo di fornire uno strumento di monitoraggio in tempo reale delle *operations* di pronto soccorso. Si è rivelato tuttavia essere scarsamente correlato con le percezioni degli operatori riguardo il sovraffollamento di pronto soccorso [42][126]. L'indice denominato *Work Score*, proposto da Epstein et al. (2006) [133] risulta avere buona predittività in relazione alla *ambulance diversion*, con un'area sottesa dalla curva ROC pari a 0.89 [42, 126]. Lo studio effettuato da Jones et al. (2006) [2] volto a determinare quale degli indicatori fosse il migliore in relazione al *crowding*, ha determinato come fosse il NEDOCS. Esso risulta essere, rispetto agli altri indicatori proposti, quello con valori di specificità, sensibilità e area sottesa dalla curva ROC massimi [2]. Due studi hanno tuttavia segnalato come tale indicatore non fornisca necessariamente buona approssimazione del *crowding* e come, per migliorare la sua capacità di approssimare le percezioni degli operatori, possa essere richiesta una ricalibrazione del modello sulla base del luogo in cui viene implementato [20][30]. Weiss et al. (2002) hanno inoltre proposto un insieme di 38 misure operative potenzialmente utilizzabili come misura del *crowding* [42][134]. Esse risultano tuttavia di difficile o comunque non immediato monitoraggio, limitandone l'utilizzo. Per quanto concerne invece l'utilizzo di teorie delle code, si registra come siano stati svolti due studi a riguardo. Il primo, proposto da Connelly et al. (1998) [115], ha dimostrato la bontà dei metodi di simulazione discreta nel modellare le *operations* di pronto soccorso. Lo studio proposto da Chin et al. (2006) [116] ha determinato come una simulazione ad eventi discreti possa essere utilizzata, con buoni risultati, per determinare gli effetti di diverse situazioni di carico dei medici e come queste influenzino il tempo di attesa dei pazienti.

Quanto descritto ha tuttavia un carattere generale e spesso le considerazioni e le analisi fatte sono da riferirsi ad un contesto diverso da quello Italiano, con caratteristiche diverse e dunque potenzialmente non appropriate o corrette se contestualizzate in questa realtà. Il *crowding* è comunque un problema di grande importanza anche in Italia ove, seppur in tempi più recenti rispetto agli Stati Uniti, ha ricevuto grande considerazione.

Risulta dunque interessante andare ad analizzare cosa sia stato rilevato riguardo tale problematica nel contesto del sistema sanitario Italiano.

### 2.5.5 In Italia

Il sistema sanitario italiano è basato su finanziamento pubblico derivante dalle tassazioni (eccezion fatta per le strutture non accreditate). Ai pazienti è garantito un livello minimo di cure organizzato in 3 macroaree: preventiva, distrettuale ed ospedaliera [23]. Ad ogni cittadino è delegata la scelta del medico curante. Anche in questo sistema il sovraffollamento è un gravoso problema. Dal 2005 al 2010 si è riscontrato un aumento degli accessi in pronto soccorso in una misura variabile dal 5% al 6 %. Il tempo massimo di permanenza in pronto soccorso desiderabile viene dichiarato essere pari a 4 ore. Raramente tale obiettivo riesce ad essere raggiunto [23]. Per cercare di raggiungere tale obiettivo in molti pronto soccorso è stato introdotto un sistema denominato *fast track*. Tale sistema permette ai codici minori e ai pazienti con necessità di ricevere consulto specialistico di accedere a "corsie preferenziali" che permettono di ridurre i tempi di attesa e allo stesso tempo il carico a discapito del pronto soccorso stesso, facendo registrare risultati positivi [23]. Sono inoltre presenti spesso delle unità di osservazione (segnalate precedentemente come soluzione per il *crowding* [42][121]). È invece agli albori l'utilizzo della tecnica *bed management* [23][42]. Da segnalare come, in ottica di riduzione del sovraffollamento siano in fase di inizio alcune iniziative quali:

- Utilizzo di modelli di gestione dei pazienti cronici per ridurre le visite a pronto soccorso [23]
- Utilizzo di misure del *crowding*, come quella intrapresa dalla Regione Lombardia di utilizzare il NEDOCS. [23][66][ 67]

Risulta dunque evidente come il problema del *crowding* in pronto soccorso sia un tema con ampia rilevanza nel mondo accademico, tanto internazionale quanto italiano. È tuttavia un fenomeno molto complesso, sia in termini di definizione e modellazione dello stesso, sia quindi nel determinare da cosa sia generato, cosa comporti e come sia possibile risolverlo, lasciando ancora ampi spazi di ricerca a riguardo. Alcuni fenomeni sono segnalati in letteratura come ricorrenti.

Essi sono *boarding*, *ambulance diversion* e NEDOCS. Per quanto riguarda il secondo tema è un fenomeno di minor rilevanza anche grazie agli studi compiuti che dimostrano come tale via non sia auspicabile o al massimo accettabile solo però in presenza di uno standard istituzionale che ne determini l'utilizzo. Tematiche più rilevanti risultano invece essere quelle relative alla misura del *crowding*, per le quali è stato indicato in letteratura come migliore il NEDOCS e la tematica del *boarding* che è fortemente correlata con il *crowding* e la sua misura.

## 2.5.6 NEDOCS

Per poter prendere delle decisioni efficaci ed efficienti in ottica di miglioramento del *crowding* è necessario riuscire ad ottenere una misura del sovraffollamento. Diversi sono stati gli studi con questo obiettivo. In letteratura sono vari gli indicatori proposti, ognuno con caratteristiche e peculiarità differenti. In totale sono stati identificati 71 tipologie diverse di misura determinando allo stesso tempo quanto questo tema sia di grande rilevanza e quanto sia complicato da riuscire a misurare [62]. Diversi sono anche gli studi volti a determinare quale di questi possa essere il migliore. Per meglio caratterizzare le diverse misure possono essere raccolte in quattro macrocategorie, denominate in letteratura come [62]:

- Misure di fattori *input*
- Misure di fattori *throughput*
- Misure di fattori *output*
- Indicatori multidimensionali

Alla prima categoria afferiscono diverse tipologie di parametri riguardanti fattori in *input* per il pronto soccorso, quali ad esempio numero o percentuale di pazienti giunti in pronto soccorso, distribuzione dei pazienti nelle diverse zone di pronto soccorso e i codici ad essi associati. Alla seconda categoria afferiscono misure relative al *throughput* del processo di pronto soccorso.

Tra le varie proposte tre risultano essere quelle più ricorrenti: numero totale di pazienti presenti in pronto soccorso [36][55][62][134][156], tasso di occupazione del pronto soccorso [36][43][55][62][93][135] e tempi di cura [43][55][62][134]. Per quanto concerne la terza categoria, riguardante misure di prestazioni in *output*, le più importanti segnalate sono quelle relative al numero di pazienti in *boarding* come valore medio, percentuale o il valore puntuale oltre che i tempi di *boarding* [43][55][62][83][134][135]. Per quanto concerne la quarta categoria, ad essa appartengono gli indici NEDOCS, EDWIN, READI, EDCS [3][36][40][41][60][62][125]. Di queste si può vedere quindi come alcune siano misurate direttamente mentre altre siano calcolate. Le prime, data la necessità di calcolo di un unico parametro, sono di più facile implementazione e interpretazione. I modelli multiparametrici richiedono invece maggiore sforzo per il loro calcolo. Hwang et al. (2011) [62] segnalano come siano caratterizzati da elevata complessità di calcolo e forte correlazione tra la qualità dei risultati e del luogo in cui viene applicato. Risultano infatti essere buone metriche in riferimento alle strutture in cui sono stati sviluppati ma non necessariamente generalizzabili. Le misure dirette tuttavia non riescono a catturare la complessità del problema, focalizzandosi solamente su una singola componente. Il *crowding* come più volte segnalato è però un problema complesso, difficile da definire e altrettanto complicata è la determinazione delle sue componenti. La bontà delle misure dirette è dunque messa in discussione.

Esse chiaramente hanno l'obiettivo di determinare quale sia il livello di sovraffollamento prendendo in analisi una singola componente, non necessariamente rappresentativa del fenomeno. Risultano dunque essere buone misure di parametri di prestazione del pronto soccorso ma non una misura del *crowding*. Prendendo ad esempio il tempo di permanenza in pronto soccorso. Tale parametro può assumere diversi valori ma non necessariamente un alto tempo di permanenza in pronto soccorso di un paziente identifica una situazione di sovraffollamento. Come anche un basso tempo di permanenza non necessariamente identifica un pronto soccorso non affollato. Troppe possono essere le cause associabili a valori particolari di indicatori diretti. Ad esempio un alto tempo di permanenza in pronto soccorso può essere associato sia ad una situazione di congestione del pronto soccorso come anche a problemi esogeni, come ad esempio ritardi nella consegna di risultati di analisi cliniche. Manca dunque la possibilità di associare univocamente un determinato valore ad una determinata situazione senza analizzare congiuntamente diversi parametri. Risulta dunque chiaro come i modelli più complessi riuscendo a prendere in considerazione diversi aspetti contemporaneamente, possano risultare qualitativamente migliori. Un'altro fattore che in letteratura ha spinto a favore di questi ultimi è la mancanza di una descrizione chiara e definitiva del problema. La definizione che suscita il maggior consenso è “*crowding occurs when the identified need for emergency services exceeds available resources for patient care in the ED, hospital or both*” [n] . Tale definizione ha comunque un carattere molto generale, non declinato in aspetti operativi e non riconducibile ad una misura univoca o ad un unico parametro. Come dichiarato da Weiss et al. (2014) [68] “We do not know what *overcrowding* is but we know it when we see it!”. Da tale dichiarazione si evince come la miglior misura del *crowding* possa in realtà essere la percezione di sovraffollamento degli operatori. Non è plausibile tuttavia sapere in tempo reale quali siano le sensazioni dei diversi operatori in modo da avere una misura del *crowding* sostenibile ed utilizzabile poiché comporterebbe che gli operatori si concentrino più sul fornire percezioni che sul fornire cure ai pazienti. È dunque necessario l'utilizzo di metriche che ne permettano la stima.

Gli indicatori basati su più parametri hanno l'obiettivo di approssimare la percezione, ricondotta ad un valore numerico. Diversi studi si sono focalizzati nel determinare quale dei diversi modelli fosse il migliore. Gli indicatori proposti in letteratura sono:

- *National Emergency Department Overcrowding Study (NEDOCS)*
- *Emergency Department Work Index (EDWIN)*
- *Real Time Emergency Analysis Of Demand Indicator (READI)*
- *Work Score*
- *Emergency Department Crowding Scale (EDCS)*

Il primo, sviluppato da Weiss et al. (2004) [3] utilizza come variabili indipendenti una serie di parametri e restituisce come variabile dipendente un valore appartenente all'intervallo [0;200]. La formula con cui vengono legate tra loro tali variabili, restituendo come *output* il valore di sovraffollamento è la seguente [3]:

$$NEDOCS = -20 + 85.8 * \frac{x_c}{x_a} + 600 * \frac{x_f}{x_b} + 13.4 * x_d + 0.93 * x_{ev_2} + 5.64 * x_{gv_2}$$

dove:

- $x_a$  è il numero totale di posti letto in pronto soccorso, inteso come il numero totale di postazioni in cui può essere posto un paziente in attesa e quindi letti, barelle, sedie
- $x_b$  è il numero totale di letti in ospedale
- $x_c$  è il numero di pazienti in pronto soccorso
- $x_d$  è il numero di respiratori in uso in pronto soccorso
- $x_{ev_2}$  è detto *admit time*, cioè il tempo di attesa massimo per ospedalizzazione e quindi il tempo di *boarding*
- $x_f$  è il numero di pazienti in attesa di ospedalizzazione, cioè il numero di pazienti in *boarding*
- $x_{gv_2}$  è il *reg time*, cioè il tempo massimo dal momento di ingresso in pronto soccorso alla visita, considerando il massimo tra il tempo dell'ultimo paziente visitato e quello dell'ultimo ricoverato.

I valori ricavati sono divisi in sei classi, ognuna caratteristica di una determinata situazione di sovraffollamento [3]:

- 0-20 "Not Busy", 21-60 "*busy*",
- 61-100 "*Extremely Busy But Not Overcrowded*"
- , 101-140 "*Overcrowded*"
- 141-180 "*Severely Overcrowded*",
- 181-200 "*Dangerously Overcrowded*"

Una trattazione più dettagliata sarà fornita nella sezione relativa alla descrizione dell'indicatore.

L'indicatore EDWIN è proposto da Bernstein et al. (2003) [125] è definito come

$$EDWIN = \frac{\sum_i n_i * t_i}{N_a * (B_t - P_b)}$$

dove :

- $n_i$  è il numero di pazienti in pronto soccorso a cui è stato associato l'*i*-esima categoria di codice colore (in inglese denominato *ESI*)
- $t_i$  è la categoria *ESI* (*Emergency Severity Index*), concettualmente analogo al codice colore ma su scala invertita, dove cioè 1 è la categoria meno urgente e 5 quella più urgente.
- $N_a$  è il numero di medici in servizio in pronto soccorso
- $B_t$  è il numero totale di posto letto in pronto soccorso
- $P_b$  è il numero di pazienti in *boarding*

Secondo quanto dichiarato dagli autori, il livello di attività del pronto soccorso può essere suddiviso in tre fasce: un livello di attività "gestibile" per valori  $< 1.5$ , livello "occupato" per valori compresi tra 1.5 e 2, ed infine la fascia di attività "affollata" con valore  $> 2$ . [2, 125].

Per quanto riguarda il READI, sviluppato da Reeder et al. (2003) [126], è composto da tre indici specifici inerenti al pronto soccorso e uno generale che li lega:

- BR (Bed Ratio) =  $\frac{\text{n}^\circ \text{pazienti in PS} + \text{arrivi predetti} - \text{uscite previste}}{\text{spazi per trattamento in PS}}$ , se maggiore di 1 indica sovraffollamento
- AR (Acuity Ratio) =  $\frac{\sum_i n_i * t_i}{\text{n}^\circ \text{pazienti in triage con codice assegnato}}$  (dove il numeratore è il medesimo di quello presente nel calcolo di EDWIN). Se il valore si assesta in un intorno di 1 indica come ci sia mediamente una situazione di casi non gravi. Quando in un intorno di 4 indica invece come mediamente ci siano mediamente casi gravi.
- PR (Provider Ratio) =  $\frac{\text{n}^\circ \text{arrivi orari}}{\sum_i \text{PPH}_i}$  (dove  $\text{PPH}_i$  è il numero medio di pazienti visitati all'ora per il medico  $i$ -esimo presente in pronto soccorso). Se  $>1,5$  indica un sottodimensionamento del pronto soccorso
- DV (Demand Value) =  $(BP + PR) * AR$

DV è la *demand value* cioè l'indicatore dell'affollamento che incorpora i tre indici. Quando DV è superiore al valore 7 significa che ci si trova in uno stato di sovraffollamento. Il valore è stato determinato attraverso una sperimentazione volta a determinare la combinazioni migliore dei tre indici che potesse fornire un unico valore che indicasse univocamente una situazione di sovraffollamento [2, 126].

L'indice identificato come Work Score, proposto da Epstein et al. (2006) [133], ha la seguente formulazione:

$$\text{Work Score} = 3.23 * \frac{\text{n}^\circ \text{pazienti in attesa}}{\text{posti letto}} + 0.097 * \frac{\sum_i n_i * t_i}{\text{infermieri in servizio}} + 10.92 * \frac{\text{pazienti in boarding}}{\text{posti letto in pronto soccorso}}$$



Per quanto riguarda infine l'indicatore EDCS è il risultato di uno studio multifattoriale. Le variabili indipendenti del modello sono:

- Numero dei medici d'emergenza in servizio,
- Numero di letti totali del pronto soccorso
- Numero dei pazienti in terapia intensiva
- Numero totale dei pazienti nel pronto soccorso
- Numero totale dei letti nell'ospedale
- Tasso di occupazione nell'ospedale, definito come

$$OC = 100 * \frac{\text{totale pazienti in ps}}{\text{posti in ps}}$$

Questo indicatore è significativamente correlato con i tempi di trattamento e i tempi di *boarding*. Un valore EDCS > 65 si è dimostrato essere predittivo per quanto riguarda il fenomeno di *ambulance diversion* e il numero di pazienti che si sono allontanati prima di effettuare la visita dal medico, cioè l'indice LWBS (*Left Without Being Seen*) [2].

Diversi studi sono stati svolti con l'obiettivo di determinare quale fosse la capacità degli indicatori precedentemente esposti di descrivere il fenomeno del *crowding*. Due in particolare prendono in considerazione diversi modelli contemporaneamente per individuare quale sia il migliore. Spencer et al. (2006) [2] hanno posto l'attenzione in particolare su NEDOCS, EDWIN, READI ed EDCS. Questo studio ha il duplice obiettivo di confrontare i diversi indicatori e determinare quale sia il migliore. Ciò viene fatto misurandone la capacità di stimare il grado di sovraffollamento percepito dagli operatori [2]. Tramite la rilevazione delle percezioni degli operatori di pronto soccorso e il calcolo dei vari indicatori. Per determinare quale fosse l'indicatore migliore sono state prese in considerazione le prestazioni relativamente a:

- Sensibilità, definita secondo la terminologia classica dei test diagnostici come  $\frac{\text{veri positivi}}{\text{totale positivi reali}}$
- Specificità, definita come  $\frac{\text{veri negativi}}{\text{totale negativi reali}}$
- Valori predittivi positivi, definiti come  $\frac{\text{totale positivi reali}}{\text{veri positivi+falsi positivi}}$

Per ognuno di questi indici è inoltre stata calcolata l'area sottesa dalla curva ROC (*Receiver Operating Curve*). Tale curva ha in ascissa la percentuale di falsi positivi (complemento a 1 della specificità) e in ordinata la percentuale di veri positivi (sensibilità). Questa analisi è stata svolta per verificare la qualità del test. Per un'area con un valore vicino a 1 può essere classificato come test valido, mentre un'area in un intorno di 0.5 indica casualità [150].

I risultati segnalano come il migliore indicatore sia il NEDOCS. Tutti i modelli fanno registrare buona correlazione tra percezioni e valore stimato.

La capacità predittiva fa registrare valori molto diversi. I risultati dello studio sono riportati in Figura 2.17 e Figura 2.18

Crowding Scale	Cut Point	Sensitivity	Specificity	PPV	Threshold	Sensitivity	Specificity	PPV
DV	3.97	0.80	0.51	0.31	7.00	0.12	0.93	0.30
EDWIN	0.54	0.81	0.76	0.47	2.00	0.00	1.00	n/a
NEDOCS	37.19	0.81	0.87	0.62	100.00	0.00	1.00	n/a
EDCS	10	0.77	0.35	0.24	65.00	0.08	1.00	1.00

PPV = positive predictive value; DV = demand value; EDWIN = Emergency Department Work Index; NEDOCS = National Emergency Department Overcrowding Study; EDCS = Emergency Department Crowding Scale.

Figura 2.17: risultati studio Spencer et al.(2006)

Crowding Scale	AROC	95% Confidence Interval
DV	0.66	0.55, 0.76
BR	0.86	0.78, 0.93
AR	0.57	0.44, 0.69
PR	0.53	0.41, 0.66
EDWIN	0.84	0.77, 0.93
NEDOCS	0.92	0.85, 0.97
EDCS	0.64	0.53, 0.75

AROC = area under the receiver operating characteristic curve; DV = demand value; BR = bed ratio; AR = acuity ratio; PR = provider ratio; EDWIN = Emergency Department Work Index; NEDOCS = National Emergency Department Overcrowding Study; EDCS = Emergency Department Crowding Scale.

Figura 2.18: curva AROC Spencer et al. (2006)

Dai risultati dei test effettuati si evince come il NEDOCS sia il modello migliore. Questo indicatore fa registrare valori massimi di specificità, sensibilità e valori predittivi positivi. Tale bontà è verificata inoltre da un valore vicino al 1 fatto registrare dalla ROC ad esso associata [2].

Altri studi hanno però messo in evidenza i limiti di tali indicatori. Hoot et al. (2007) [41] ha dimostrato come NEDOCS, EDWIN e *Work Score* abbiano buona capacità discriminativa nel determinare i livelli di sovraffollamento in pronto soccorso, ma come essi non siano in grado di segnalare anticipatamente situazioni di sovraffollamento.

Altri studi hanno inoltre evidenziato come l'utilizzo del NEDOCS come indicatore di sovraffollamento possa non essere una soluzione ideale. Raj et al. (2006) [30] in uno studio svolto in Australia con l'obiettivo di validare il NEDOCS, hanno dimostrato come tale indicatore non rispecchi fedelmente le percezioni degli operatori, che occorre ricordare essere la migliore stima del sovraffollamento data la mancanza di *gold rules* a riguardo. Lo studio da loro proposto prende in considerazione i valori NEDOCS e le percezioni di sovraffollamento degli operatori di pronto soccorso più esperti. In un periodo di 3 settimane sono state raccolte le percezioni 6 volte al giorno ad intervalli regolari. Per determinare se l'indicatore potesse essere utile hanno verificato quale fosse la concordanza tra le percezioni e i valori stimati tramite l'utilizzo della K di Cohen. I risultati ottenuti dimostrano come tale strumento non fornisca, in quel contesto, dei buoni risultati. Si registra una differenza sulle medie di 3.5 [95% I.C. 0.875–7.878]. Tuttavia, come segnalato dagli stessi autori, "*the 95% limits of agreement was wide (46.52–53.43)*" [30]. La K statistica assume un valore pari a 0.31 (95% I.C. 0.17-0.45), dimostrando come tale strumento non rifletta in maniera accurata le percezioni di sovraffollamento degli operatori.[29]. Segnalano tuttavia come abbiano utilizzato le percezioni come parametro in mancanza di un *gold standard* di riferimento, mettendo in evidenza come i risultati ottenuti possano essere viziati: "*It is possible that the NEDOCS tool might actually be very good, and that staff subjective assessment is actually poor*" [29].

Risultati simili sono tuttavia stati ottenuti da Wang et al. (2014) nel loro studio "*The inaccuracy of determining overcrowding status by using the National ED Overcrowding Study Tool*" [19]. All'interno dello studio essi hanno effettuato delle rilevazioni riguardo la sensazione di sovraffollamento percepite dal personale di pronto soccorso, stimandone concordanza e affidabilità.

I valori ottenuti ( $\kappa = 0.5402$ ,  $P < 0.0001$  per la concordanza e  $r = 0.8833$ ,  $P = 0.0007$  per l'affidabilità) dimostrano come tali percezioni siano consistenti. Confrontando le percezioni con i valori stimati dal NEDOCS hanno determinato come possa non essere uno strumento valido. Dichiarano infatti come ci sia poco accordo tra quanto stimato dal NEDOCS e quanto percepito dagli operatori ( $\kappa = 0.3695$ ,  $P < 0.001$ ). " [19]. La conclusione a cui giungono è che il NEDOCS non sia accurato in un pronto soccorso ad alto volume di accessi (>65000 accessi all'anno) [19]. Da quanto esposto in letteratura risulta dunque come il migliore indicatore di *crowding* sia il NEDOCS [2][41] ma come nonostante ciò non sia utilizzabile come misura predittiva di situazioni di sovraffollamento [41] e come tale indicatore non necessariamente rispecchi in maniera accurata la situazione di sovraffollamento percepita dagli operatori [19, 29]. Weiss et al. (2004) [3], nella pubblicazione relativa alla creazione del NEDOCS, avevano segnalato che tale modello potrebbe essere limitato dalla mancanza di criteri standard riguardo la definizione di *crowding*. Ulteriore limite di tale modello è derivante dalla volontà di voler creare un indicatore *web based*, motivo per cui alcune variabili potenzialmente significative sono state escluse perché impossibili da reperire tramite sistema informativo. Importante da segnalare quanto dichiarato da Spencer et al.(2006) [2]. Essi segnalano come tale modello, seppur valido secondo la loro analisi, abbia delle lacune. Evidenziano infatti come le soglie definite in letteratura e i valori stessi della stima di sovraffollamento siano fortemente dipendenti dal luogo in cui viene calcolato e di come possa essere necessaria una ricalibrazione del modello [2].

### **2.5.7 Boarding**

Dall'analisi delle tematiche precedentemente esposte un risulta ricorrente: il *boarding*. Esso viene frequentemente riportato sia come causa [42][54][64][83] che come conseguenza del *crowding*[42, 96, 103]. Un pronto soccorso sovraffollato impedisce alle persone in attesa di ospedalizzazione di essere ricoverate in tempi accettabili.

In questo modo sono costrette a permanere in pronto soccorso, facendo aumentare ulteriormente il grado di sovraffollamento. Tale tematica e la sua importanza viene riscontrata anche analizzando i diversi indici di sovraffollamento precedentemente esposti. Almeno un parametro relativo a questa tematica compare in diversi degli indicatori analizzati. Il NEDOCS prende in considerazione tale fenomeno attraverso le variabili di tempo di *boarding* ( $x_{ev_2}$ ) e di numero di pazienti in *boarding* ( $x_f$ ). EDWIN attraverso il numero di pazienti in *boarding* ( $P_b$ ). Tale variabile viene presa in considerazione anche dal *Work Score*, rapportato al numero di posti letto in pronto soccorso.

Risulta dunque evidente come questo tema abbia grande importanza in relazione al fenomeno del *crowding*. Ma cosa si intende per *boarding*?

L'*American College of American Physician* (ACEP) (2011) fornisce una definizione di "*boarded patient*" che aiuta a meglio definire cosa sia tale fenomeno. Nel testo si legge come "*boarded patient is defined as a patient who remains in the ED after the patient has been admitted to the facility but has not been transferred to an impatient bed*" [64]. Da tale definizione si può risalire a cosa sia il *boarding*: è il fenomeno in cui un paziente, finite le visite in pronto soccorso e deciso il suo ricovero in ospedale, sia costretto a rimanere in pronto soccorso, attendendo il proprio trasferimento.

Quando si verifica questo fenomeno in pronto soccorso sono presenti pazienti che non dovrebbero più essere lì. Per essi infatti è stato deciso che debbano essere trasferiti e ricoverati in un altro reparto dell'ospedale poiché richiedono cure non erogabili in pronto soccorso. Tali pazienti dovendo rimanere in pronto soccorso occupano risorse, sia in termini di attrezzature sia in termini di operatori. Così tali risorse non possono essere utilizzate per i nuovi pazienti, facendo sì che aumenti il sovraffollamento e riducendo la qualità generale del servizio offerto, allungando i tempi di attesa, con conseguenze negative per i pazienti oltre ad un aumento del *crowding*. Analizzando come il *boarding* sia conseguenza del *crowding* si nota come un alto tasso di sovraffollamento crei una richiesta di risorse, materiali e umane, superiore a quella standard. Il personale, sovraccaricato, non riesce a far sì che in pazienti in *boarding* siano trasferiti, anche a causa del sovraffollamento nel reparto di

destinazione che spesso non riesce ad accogliere i nuovi pazienti. In questo modo il *crowding* concorre a creare *boarding*, che a sua volta comporta un aumento del sovraffollamento stesso [96][103].

Il fenomeno del *boarding* complesso e di difficile analisi. Esso infatti avviene e ha ripercussioni in pronto soccorso, ma non tutte le cause sono identificabili al suo interno. I pazienti per cui è stato deciso il ricovero da pronto soccorso dovrebbero essere trasferiti in un altro reparto ma sono costretti a rimanere in pronto soccorso finché non sia disponibile una postazione nel reparto di destinazione. Ciò causa di problematiche di pronto soccorso ma anche da altre imputabili ai reparti di destinazione. Per quanto riguarda quelle associabili al pronto soccorso sono *crowding* e nelle inefficienze organizzative e comunicative [58]. In un pronto soccorso sovraffollato il personale, sovraccaricato, non riesce a fare in modo che la coda di pazienti in attesa di trasferimento sia smaltita anche a causa di una non chiara definizione delle responsabilità. Nel momento in cui un debba essere ricoverato la il paziente, viene preso in carico dal reparto di destinazione, anche se fisicamente è ancora in pronto soccorso. Non sempre risulta chiaro quale reparto debba occuparsi del trasferimento del paziente, il quale prima di poter essere trasferito dovrà aspettare anche che sia deciso chi si debba occupare fisicamente del ricovero. Anche nel momento in cui sia chiaro a chi sia delegata la responsabilità tra pronto soccorso e reparto di destinazione, il trasferimento può subire ulteriori ritardi a causa di mancanza di disponibilità di risorse nel reparto di destinazione: un paziente in attesa di trasferimento in reparto non potrà essere trasferito finché non vi sia fisicamente spazio in reparto. Ciò può essere causato o da indisponibilità di letti poiché già tutti occupati(causato da un dimensionamento non corretto) o da inefficienze di carattere gestionale. Si possono infatti verificare ritardi nel rendere disponibili posti in reparto poiché non tempestivamente segnalata tale disponibilità. Altro fattore sono i ritardi manutentivi. Nel momento in cui una postazione venga liberata, dovrebbe essere immediatamente pulita e resa fruibile per un nuovo paziente. Ciò tuttavia non sempre viene fatto. Tutto questo concorre ad aumentare i tempi di attesa per i pazienti in *boarding*, che a causa della necessità di somministrazione di cure sono costretti a restare in pronto soccorso, facendo aumentare il *crowding*.

Un maggior numero di pazienti in attesa di ospedalizzazione causa, oltre ad un aumento del sovraffollamento, un aumento della coda di pazienti in *boarding* sempre più difficile da smaltire, creando un circolo vizioso di aumento di entrambi *boarding* e *crowding*. Conseguenze del *boarding* possono essere riconosciute anche dal punto di vista della *length of stay* (LOS) dei pazienti e dal punto di vista economico-finanziario. White et al. (2013) [5] segnalano come un aumento del *boarding* causi un aumento della LOS in una misura di circa il 10%. Singer et al. (2011) [1] segnalano come tale effetto non sia associabile solo alla LOS dei pazienti in pronto soccorso ma anche al tempo di *boarding*. Gli autori dichiarano come per i pazienti che abbiano atteso il ricovero per meno di due ore, la loro permanenza media in reparto si assesti su un valore medio pari a 5.6 giorni ( $p < 0.001$ ). Per i pazienti che hanno dovuto attendere più di 24 ore invece la aumenti a 8.7 giorni ( con una deviazione standard associata pari a 16.3 giorni). Un'altra conseguenza associata ad un aumento del tempo di *boarding* è l'aumento della mortalità dei pazienti. Il tasso di mortalità per i pazienti il cui tempo di *boarding* è stato inferiore a 2 ore è pari a il 2.5%. Per coloro che hanno atteso più di 12 ore è invece del 4.5% ( $p < 0.001$ ) [1]. Conseguenze negative dal punto di vista economico-finanziario collegate ad un alto tempo di *boarding* sono state studiate da Bayley et al.(2005) [96] e Krochmal et al. (1994)[97]. Bayley et al. (2005) [96] hanno dimostrato come a pazienti con elevato tempo di *boarding* sia associato un mancato profitto per l'ospedale pari a 204\$/paziente. Krochmal et al. (1994) [97] sostengono invece come i pazienti che hanno atteso in *boarding* in pronto soccorso più di un giorno abbiano successivamente dovuto permanere in ospedale più a lungo [1] per un costo incrementale totale stimato su 3 anni pari a \$6.8 milioni [97]. Come precedentemente chiarito, un aumento del *boarding* causa un aumento del sovraffollamento con conseguente aumento di LWBS e *ambulance diversion* [37]. Secondo quanto segnalato da Pines et al. (2011) [22] ridurre il tempo di *boarding* ha conseguenze positive sia su tali fattori sia dal punto di vista finanziario. Gli autori segnalano infatti come un riduzione del tempo di *boarding* di un'ora crei un aumento di profitti incrementali, per l'ospedale, compreso tra i 9693 e i 13298 \$, derivanti da riduzione del tasso di LWBS e di *ambulance diversion*.

Nel loro studio [22] segnalano come una soluzione per il problema dei *boarding* l'implementazione di una gestione dinamica dell'allocazione dei letti di reparto. Ciò si declina in una riduzione occasionale, funzione delle necessità, delle ammissioni in reparto per pazienti non provenienti da pronto soccorso. Ciò comporterebbe un aumento dei profitti per l'ospedale che, su un periodo di un anno, vengono stimati tra i 2.7 e i 3.6 milioni di Dollari. Dimostrazione di quanto sia importante tale tematica viene data anche da Schneider et al. (2003) [55]. Nel loro studio sostengono come il 22% dei pazienti di pronto soccorso sia stato in *boarding* almeno una volta nella loro vita, determinando come ciò non sia un problema solo per una nicchia di pazienti [37]. Nello studio proposto da Pitts et al. (2014) [58] viene dichiarato come il tempo medio di *boarding* sia pari a 79 minuti, con un *range* interquartile tra 36 e 145. Il 32% delle volte si ha un tempo di attesa superiore alle 2 ore (95% I.C. 30%-35%).

Da quanto analizzato risulta dunque evidente come tale tematica sia molto rilevante date le cause e le conseguenze del fenomeno e la stretta interconnessione con il *crowding*. Altre tematiche ad esso associate risultano di primaria importanza :LWBS, *ambulance diversion* e ricadute economico finanziare a tutto ciò correlate. Risulta quindi fondamentale che tale fenomeno sia correttamente modellizzato e misurato, data anche la stretta connessione con il NEDOCS [26].

## 2.6 Domande di ricerca

Da quanto esposto in letteratura si evince come il problema del *crowding* sia molto complesso ed articolato, sia per quanto riguarda la sua modellazione che per le cause che lo generano e per le conseguenze negative ad esso associate. Manca tuttavia una definizione univoca, ricordando quanto detto da Weis et al (2014) [68] secondo cui gli operatori stessi non sappiano cosa sia ma lo riconoscano nel momento in cui si presenta. Da tale affermazione si può desumere come la miglior metrica con cui misurare il grado di *crowding* siano le percezioni di sovraffollamento degli operatori,



come validato da Jones et al. (2006) [56]. Dal loro studio viene evidenziato come il miglior indicatore di sovraffollamento sia il NEDOCS, grazie ai valori massimi ottenuti riguardo specificità, sensibilità, predittività e area sottesa dalla curva ROC [56]. Tuttavia è stato segnalato che questo indicatore non sempre funziona correttamente, come segnalato da Wang et al (2014). [20] e Raj et al. (2006) [30]. La possibile non accuratezza era uno dei limiti segnalati anche dagli stessi Weiss et al. (2004)[3]. Jones et al. (2006) [56] segnalano come tale indicatore sia influenzabile dalla struttura in cui viene utilizzato e come quindi possa essere richiesta una ricalibrazione del modello. In questo senso vengono gli autori indicano due possibili modalità: modificare i parametri o cambiare le soglie delle classi di sovraffollamento. La prima viene indicata come migliore da perseguire poiché permetterebbe il confronto tra i diversi pronto soccorso. Altra tematica strettamente connessa alle precedenti è il *boarding*, il cui calcolo per quanto riguarda numero di pazienti e tempo medio risulta fondamentale anche per il calcolo del NEDOCS. Ricordando infine come la Regione Lombardia abbia segnalato il NEDOCS come indicatore di sovraffollamento da utilizzare (Deliberazione N° X/2933 seduta del 19/12/2014 [66, 67]) le domande di ricerca verteranno su:

- Implementazione NEDOCS:
  - È possibile utilizzando i dati raccolti dal sistema informativo della Fondazione I.R.C.C.S. Policlinico San Matteo?
  - Come risolvere eventuali problematiche?
  
- Qualità NEDOCS:
  - È corretto effettuare una validazione attraverso un confronto con le percezioni degli operatori?
  - Come misurare le percezioni degli operatori?
  - Funziona correttamente in relazione alle percezioni degli operatori?
  - Come ricalibrare?
  - La ricalibrazione apporta miglioramenti?

L'obiettivo del progetto sarà dunque verificare se una corretta implementazione del NEODCS sia possibile all'interno della realtà del Fondazione I.R.C.C.S. Policlinico San Matteo di Pavia. Qualora venissero riscontrate difficoltà, risolverle, rendendo possibile il suo calcolo ed utilizzo. Verificare la bontà di tale indicatore nel contesto di utilizzo tramite raccolta delle percezioni di sovraffollamento degli operatori e successivo confronto tra le stesse e i valori stimati dal NEDOCS. Qualora fosse necessario, implementare una ricalibrazione del modello per renderlo utilizzabile.

## ***Capitolo 3: Metodologia***

L'obiettivo di questa sezione è fornire una descrizione della metodologia adottata nelle varie fasi del progetto. Partendo dalla mappatura del pronto soccorso e dei suoi processi, fornendo poi una descrittiva riguardo al NEDOCS e alla sua implementazione arrivando infine a descrivere le modalità attraverso cui è stato possibile effettuare le misurazioni delle percezioni riguardo il sovraffollamento percepito dagli operatori. L'ultima sezione è relativa alle metodologie utilizzate per compiere i confronti tra percezioni e le loro stime.

### **3.1 Mappatura**

In questa sezione si andrà a descrivere quale sia la struttura e il processo di gestione dei pazienti del pronto soccorso. In Figura 3.1 è riportato il *layout* del Fondazione I.R.C.C.S. Policlinico San Matteo, mettendo in evidenza il DEA. La mappatura delle risorse di pronto soccorso e del processo di pronto soccorso è stata svolta tramite rilevazioni sul campo e colloqui col personale.

Le prime sono state effettuate sotto la supervisione della Direttrice del reparto e in collaborazione con il personale medico, le quali hanno contribuito anche ad altre varie parti del progetto. Le dottoresse hanno inoltre validato i dati relativi al pronto soccorso e del mappatura del processo.

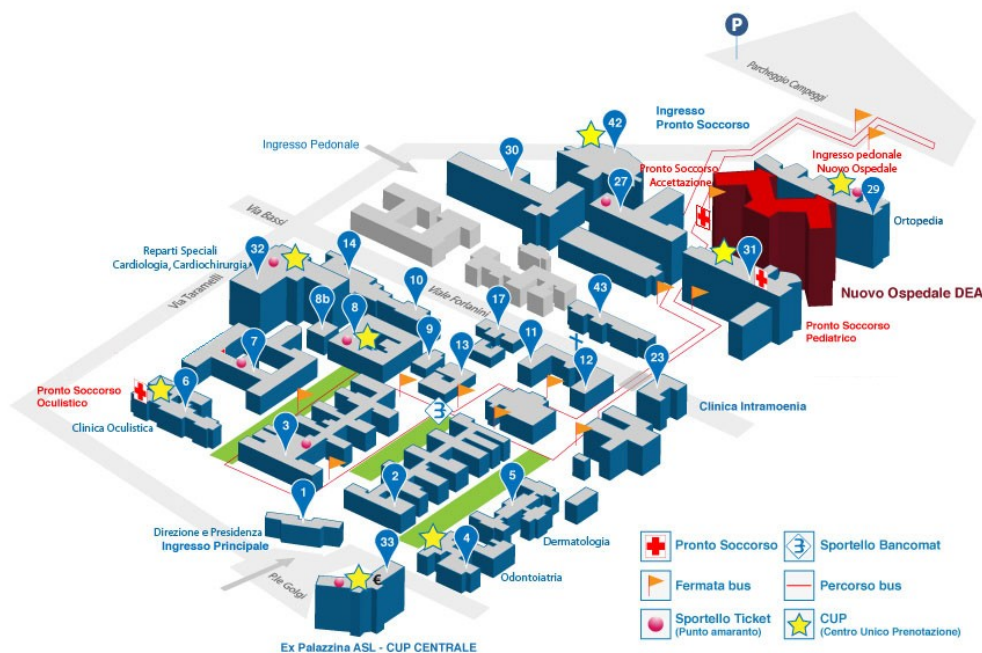


Figura 3.1: layout DEA

Il Pronto Soccorso della Fondazione I.R.C.C.S. Policlinico San Matteo è l'unico Pronto Soccorso della città di Pavia. E' un DEA di II livello, centro Hub di riferimento per la rete STEMI (infarto miocardico con sopraslivellamento del tratto ST), STROKE (vasculopatia cerebrale acuta) e TRAUMA. Accoglie e gestisce anche i traumi pediatrici.

Il PSA (Pronto Soccorso Accettazione) eroga a ogni cittadino che ne abbia bisogno, appropriate prestazioni diagnostiche terapeutiche e, nei casi di emergenza, il recupero e la stabilizzazione delle funzioni vitali. L'accoglienza dei pazienti è prevista con un sistema avanzato di triage che attribuisce la priorità alla visita medica in base a criteri codificati. Ogni paziente viene assegnato a un codice colore e destinato, con diversa urgenza, a due grandi ambiti di competenza: ambulatorio generale (medico-cardiologico-chirurgico) e ambulatorio traumatologico.

In Pronto Soccorso si svolge l'iter diagnostico-terapeutico dei pazienti con indagini cliniche, strumentali e con consulenze specialistiche appropriate per i vari percorsi di cura.

Il PSA svolge una importante funzione di “filtro” sui ricoveri a beneficio sia dei pazienti, che evitano una degenza senza rinunciare a diagnosi e impostazione terapeutica, sia dell’ospedale.

### **3.1.1 Struttura del Pronto Soccorso Accettazione**

Il PSA è situato al piano -2 corpo A del Nuovo Ospedale-Padiglione Dea. Ad esso accedono tutti i pazienti con sintomi e/o segni di patologie acute in atto, a parte

- pazienti con sintomi di patologie oculari
- pazienti con sintomatologie ginecologiche o ostetriche
- pazienti con età inferiore a 15 anni per patologie medico-chirurgiche non traumatiche

Per questi pazienti esistono pronto soccorso propri:

- Pronto Soccorso Oculistica
- Pronto Soccorso Ostetricia e Ginecologia
- Pronto Soccorso Pediatria

Per quanto riguarda il PSA, ad esso afferiscono tre ambulatori:

- Ambulatorio PS Accettazione generale, per i pazienti con patologie internistiche e/o chirurgiche
- Ambulatorio PS Trauma, per pazienti di che necessitano di competenze di traumatologia/ortopedia
- Ambulatorio dei Codici Minori o a bassa priorità

Quest'ultimo è aperto dal lunedì al venerdì, dalle 11 alle 18 e sono ad esso allocati un medico e un infermiere; tale ambulatorio ha il compito di occuparsi dei codici minori, cioè codici bianchi e alcuni dei codici verdi.

Esso è stato costituito dopo una sperimentazione di un anno (luglio 2012, luglio 2013 in ottemperanza della deliberazione regionale IX/3379 del 9/5/2012 “Determinazioni in ordine alla gestione del servizio socio sanitario regionale per l’esercizio 2012”) e ha l'obiettivo di ridurre:

- il tempo di attesa dei pazienti con "codici minori", cioè codici bianchi e parte dei codici verdi
- il numero di pazienti *left without being seen* LWBS (che grazie a ciò risultano essere il 2-3%)
- il tempo di permanenza in PS, denominato *length of stay* LOS
- i reclami
- il *crowding*
- lo stress degli operatori sanitari

e contestualmente migliorare:

- la soddisfazione dei pazienti
- la gestione dei pazienti con codici maggiori

Pronto Soccorso Accettazione (PSA) è costituito da :

- Box Triage : adibito per la prima accoglienza del paziente. Situata all'ingresso del pronto soccorso, al suo interno si trova un infermiere che ha il compito di registrare i dati dei pazienti e di dare un'assegnazione (preliminare) di codice colore. Sono presenti due sportelli, uno adibito all'accettazione dei pazienti deambulanti o in sedia a rotelle, uno riservato ai pazienti barellati.
- Locale post-triage: locale adibito all'attesa e alla rilevazione dei parametri vitali dei pazienti che ne necessitano e per l'assegnazione definitiva del codice colore. Al suo interno ci sono 7 barelle, 4 posti a sedere e spazio per circa 10 sedie a rotelle.
- Area sbarellamento: adibita allo "sbarellamento" e al monitoraggio di determinati pazienti per i quali sia necessario

- Zone di attesa: sono sale di aspetto per i pazienti con codici minori o verdi, in attesa di essere chiamati dal medico per la visita (o in attesa dopo la visita). Ne sono presenti diverse, una posta davanti al box triage con 80 posti a sedere di cui 40 destinati ai pazienti e 40 per i parenti (per pazienti non barellati); una nella zona dei codici verdi con 12 posti a sedere e 3 posti per barelle; la sala visita n°8 adibita con posti a sedere per attesa post-visita.
- Sale visita: adibite per le visite dei pazienti con codici verdi; si può distinguere al loro interno quelle per i traumi ortopedici, cioè sala gessi e sala suture.
- Sala codici gialli: sala adibita alla gestione dei pazienti con codici gialli; in essa sono presenti 5 posti letto separati da tende scorrevoli, il tutto presidiato. All'esterno ci sono 4 posti a sedere per i codici gialli che non richiedono cure a letto.
- Sala codici rossi: sono due sale con due posti letto ciascuna, divisi da tende scorrevoli, adibite per la gestione dei codici rossi.
- Sala OBI: fornita di 9 posti letto, è una sala adibita ai pazienti per i quali non è possibile effettuare una ipotesi diagnostica nel breve periodo e per i quali è necessario un periodo di osservazione prolungato (fino a 24h) dopo il primo approccio clinico, prima di decidere se possano essere dimessi (70%) o ricoverati (30%)
- Sala mini-OBI: dotata di 3 posti letto
- Locale archivio.
- Locale per stoccaggio farmaci e presidi elettromedicali.
- Locale riservato al personale
- Locale/area riservata a coordinatori infermieristici
- Zona direzionale con segreteria
- Locale codici minori: adibito al trattamento di codici minori.

### 3.1.2 Personale di pronto soccorso

All'interno del pronto soccorso sono presenti diverse figure professionali. Si possono distinguere:

- Medico
- Infermiere professionista (IP)
- Operatore sanitario semplice (OSS)

Ad ognuno di essi sono assegnati compiti, mansioni e responsabilità diverse in funzione del ruolo. Il personale è organizzato su diversi turni nell'arco della giornata. All'interno del turno l'operatore viene assegnato ad una zona del pronto soccorso nella quale si occuperà dei pazienti indirizzati da triage a quella zona. I turni sono ovviamente organizzati in modo che in pronto soccorso sia sempre presente del personale che possa occuparsi dei pazienti in arrivo ad ogni ora del giorno. Gli orari di inizio e fine turno sono:

- 04:00
- 08:00
- 12:00
- 16:00
- 20:00
- 24:00

Il personale è organizzato in modo tale che in ogni turno siano presenti 8 infermieri professionisti, 5 medici, 4 OSS, con in più l'eventuale presenza di studenti e/o specializzandi ed eventuali medici specialisti di reparto, per consulto.



### 3.1.3 Gestione del paziente

La gestione del paziente segue un protocollo definito e standard schematicamente riportato in seguito (Figura 3.2). Il paziente giunto in PS viene accolto al box triage, nel quale vengono raccolti i dati anagrafici, il motivo della visita in PS e, ove necessario, anamnesi. Tali operazioni vengono svolte dall'infermiere "triagista". Fatto ciò l'infermiere "triagista" associa al paziente un codice colore funzione dei sintomi riferiti dal paziente e di quanto rilevato. I criteri di attribuzione dei codici sono definiti univocamente dalle Società Scientifiche Nazionale e Internazionali, in modo da avere un'unica modalità, funzione di caratteristiche standard definite. I codici colore di cui sopra sono:

- **Codice Rosso: Emergenza**  
Pazienti a priorità massima. Assegnato a pazienti in immediato pericolo di vita, ovvero coloro per i quali è in atto cedimento dell'apparato circolatorio, respiratorio o lo stato di coscienza. Per questi pazienti l'accesso alle sale è immediato, senza alcun tempo di attesa. La loro criticità è identificata in una fase di pre-triage e non sono sottoposti a tutto il processo di triage e la fase di identificazione viene effettuata successivamente. Essi avranno dunque accesso diretto alle cure necessarie in sala codice rosso. Il loro percorso è predefinito da istruzioni operative definite
- **Codice Giallo: Urgenza Non Differibile**  
Tale codice viene assegnato ai pazienti per i quali c'è la minaccia di cedimento delle funzioni vitali che sono quindi in potenziale pericolo di vita. Essi sono sottoposti al processo di triage ma, compatibilmente con emergenze in atto, l'accesso alle cure è praticamente immediato, con un tempo di attesa che dovrebbe essere inferiore ai 5 minuti; per essi è prevista una rivalutazione dopo 5 -15 minuti.

- Codice Verde: Urgenza Differibile

Tale codice viene assegnato ai pazienti che presentano una situazione clinica che richieda una prestazione differibile, che non presentano una compromissione dei parametri vitali. Essi verranno visitati dopo i codici di maggiore importanza (gialli e rossi) e richiedono una rivalutazione ogni 60 minuti circa.

- Codici Bianchi: Non Urgenza (inappropriato)

Tale codice viene assegnato ai pazienti che presentano un quadro clinico che non richiede prestazioni sanitarie con carattere di urgenza, che dovrebbe essere risolto da medico di medicina generale, o dal medico di continuità assistenziale o presso poliambulatorio territoriali. Essi saranno visitati dopo tutte le urgenze di codice maggiore (verde, giallo, rosso). Normalmente per questi pazienti sono previsti percorsi alternativi al PS.

Tali codici possono poi essere ulteriormente raggruppati in:

- Codici minori: codici bianchi e parte dei codici verdi, non traumatologici
- Ortotrauma: codici rossi e parte dei gialli

Si nota pertanto come i pazienti non vengano visitati in funzione del loro tempo di arrivo ma in base al codice colore, stante a significare la gravità ed urgenza di visita. Solo all'interno dello stesso codice colore vige una politica FIFO (*First In First Out*) attraverso viene visitato il paziente che è giunto per primo in pronto soccorso. Il paziente verrà dunque destinato alla zona del pronto soccorso in funzione delle necessità, ove verranno svolte le visite e cure necessarie per poi, a seconda delle necessità, essere dimesso o ricoverato.

Analizzando quanto sopra indicato con un maggiore livello di dettaglio e focalizzandosi sul flusso del paziente, l'iter del paziente segue il flusso in Figura 3.2: processo pronto soccorso.

Il paziente può giungere in PS alternativamente con mezzi propri o con ambulanza. Se il paziente tramite pre-triage risulta codice rosso accede immediatamente alle cure senza sottoporsi al processo di triage.

Qualora così non fosse deve sottoporsi al processo di triage al box triage, nel quale vengono presi i suoi dati (anagrafici e relativi al motivo per cui si è presentato in PS) e gli viene assegnato un codice colore dall'infermiere "triagista". A seguito di ciò viene indirizzato verso la sala di attesa. Per i codici bianchi e verdi che non richiedano il barellamento, l'attesa avviene nella zona di attesa posta di fronte al triage. Per i pazienti con codice giallo o che necessitano di barella, l'attesa avviene nella zona post-triage. In tali zone il paziente attende la visita medica. Per i codici gialli l'attesa massima è stimata nell'ordine dei 15 minuti, mentre per i codici minori risulta essere superiore, con una maggiorazione del tempo sopra indicato in funzione delle priorità mediche che si presentano. Dopo il periodo di attesa il paziente viene chiamato e visitato dal medico a cui è destinato. Tale visita ha l'obiettivo di decidere quale sia il trattamento adeguato o se necessiti di ulteriori accertamenti clinici. Per i codici gialli ciò avviene nella sala denominata "sala codici gialli", mentre per i codici verdi in una delle sale visita. I codici minori vengono visitati nella sala per essi predisposta, negli orari in cui è attiva. A questo punto si possono profilare diverse alternative. Il paziente può essere dimesso con le indicazioni di cura ad esso adeguate, oppure può essere richiesta ulteriore investigazione clinica. Per i codici verdi di natura ortopedica può essere di analisi RX o gessi o suture o, indipendentemente dal codice, può essere richiesto un consulto medico con competenze esterne al pronto soccorso. In questo caso il paziente, che resta comunque a carico del pronto soccorso a causa della attuale assenza delle "fast track", viene trasferito al reparto di competenza e, a seguito della visita torna in pronto soccorso per concludere l'iter. Una volta svolti gli accertamenti clinici (cure, visite, consulti) si configurano nuovamente diverse alternative. In funzione delle condizioni più o meno chiare e/o stazionarie il paziente può essere dimesso, ricoverato o, in casi in cui la soluzione ottimale non sia ancora definibile chiaramente, essere trasferito in OBI. In questa zona resterà per un periodo di monitoraggio che può durare fino a 24 ore, per meglio comprendere quale sia la soluzione ottimale tra la dimissione o il ricovero. Il termine del processo di pronto soccorso si ha quando il paziente alternativamente viene dimesso, ricoverato o avviene la morte (esito non auspicabile). Lo schema logico relativo alla mappatura del processo di pronto soccorso è riportato in Figura 3.2: **processo pronto soccorso**.

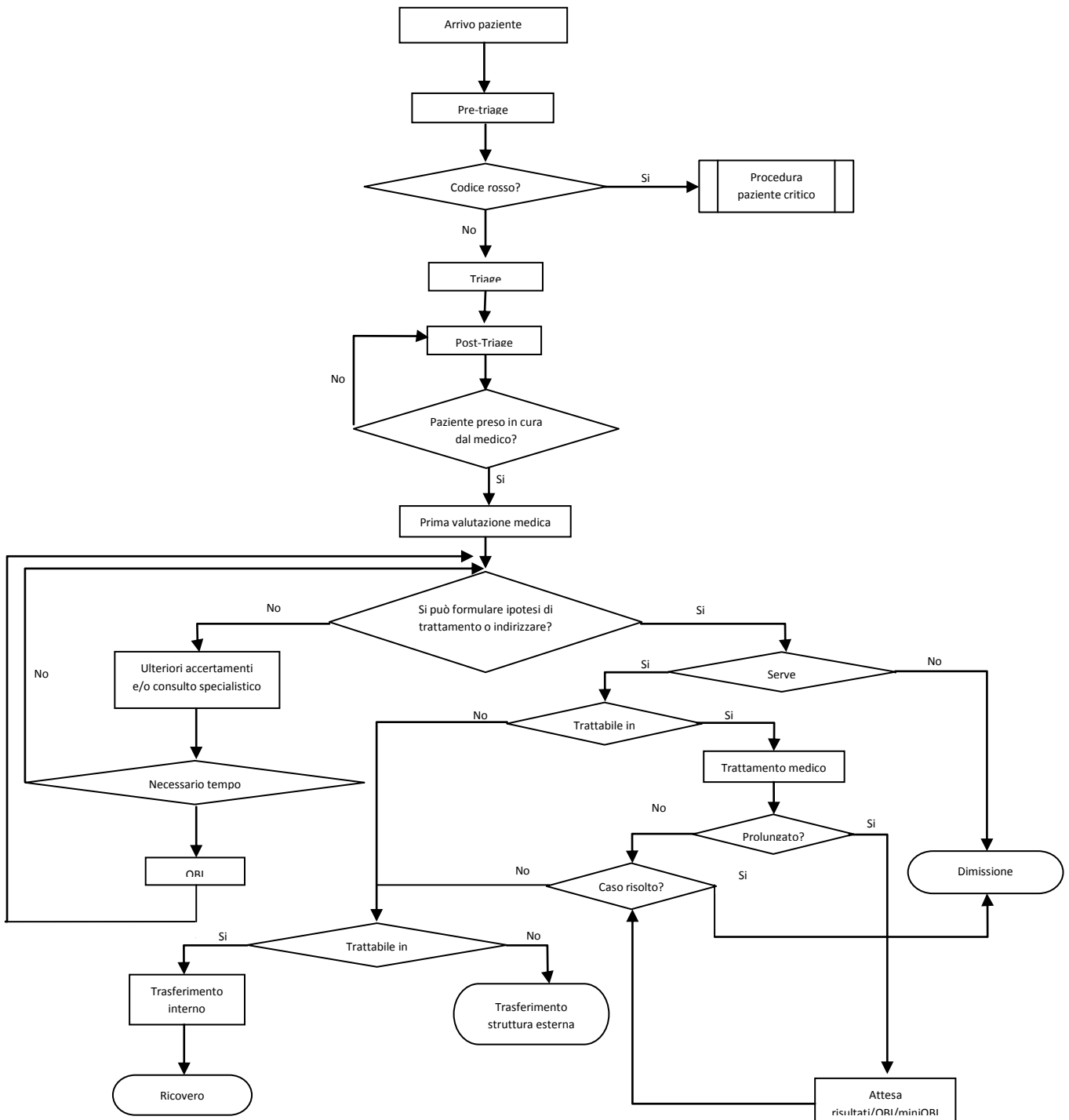


Figura 3.2: processo pronto soccorso

Il processo sopra descritto è stato definito tramite rilevazioni sul campo e informazioni fornite dalla Direttrice del DE.A.- Pronto Soccorso Accettazione.

## 3.2 NEDOCS

Il *National Emergency Department Over Crowding Study*, più comunemente conosciuto come NEDOCS, è un indicatore di sovraffollamento. La sua creazione è attribuibile a Weiss et al. (2004) che lo presentarono nel loro articolo "*Estimating the degree of emergency department overcrowding in academic medical centers: results of the National ED Overcrowding Study (NEDOCS)*" (2004) [3]. Tra i diversi indicatori di sovraffollamento proposti in letteratura, questo è risultato essere il migliore, secondo quanto verificato da Jones et al. (2006) [2]. Ad esso sono infatti associati i massimi valori di specificità, sensibilità, predittività e AROC [2]. In questa sezione si andrà a descrivere più dettagliatamente tale indicatore, evidenziando quali siano stati i problemi relativi alle modalità di calcolo riscontrati e quali soluzioni siano state elaborate per superare tali problematiche. Per quanto riguarda la verifica della bontà di tale indicatore, messa in discussione da Wang et al (2014) [20] e Raj et al (2006) [30] si rimanda alla sezione relativa al confronto tra i valori NEDOCS e delle percezioni.

Il NEDOCS come già ampiamente chiarito, è un indicatore di sovraffollamento di pronto soccorso. Esso ha l'obiettivo di misurare il *crowding* fornendo un valore che dovrebbe rappresentare il grado di sovraffollamento percepito dagli operatori

### 3.2.1 Genesi

La sua creazione si deve al team formato da Stephen Weiss et al. che nel 2004 lo proposero [3]. Lo studio che ha portato alla creazione di tale indicatore si è svolto tramite la somministrazione di un questionario agli operatori presenti in pronto soccorso.

Sono stati presi in considerazione otto pronto soccorso, per ottenere un risultato che fosse il più possibile generale e meno dipendente dal singolo luogo di rilevazione. Il questionario, sottoposto a orari casuali, richiedeva che venissero inserite informazioni oggettive riguardo lo stato del pronto soccorso e quale fosse l'opinione dell'operatore riguardo lo stato di sovraffollamento. I dati oggettivi raccolti si basavano su uno studio precedentemente svolto dallo stesso Weiss et al. (2002) con l'obiettivo di determinare quali fossero i fattori che, alla sensibilità degli operatori, definissero il *crowding* [134]. In questo modo si era ricavato un insieme di variabili indipendenti che potessero descrivere il fenomeno e una variabile dipendente, la percezione di sovraffollamento, che in mancanza di una chiara definizione di cosa fosse il *crowding*, è stata riconosciuta come buona approssimazione del sovraffollamento [2][3]. Partendo da questi dati, tramite regressione lineare ad effetti misti, venne determinato il modello completo originale. L'obiettivo degli autori era tuttavia creare un indicatore *computer-based* e non tutte le variabili presenti nel modello erano facilmente fruibili o ricavabili. Le variabili inizialmente presenti nel modello erano:

- *Waiting room index*
- *Triage*
- *Registration*
- *Patient index*
- *Computer tomography*
- *X-ray*
- *Consults*
- *Admit index*
- *Transfer out*
- *Respirators*
- *Registration time*
- *X-ray time*
- *Emergency department time*
- *Laboratory time*

- *Admit time*
- *Nurses*
- *Clerks*
- *24 hours diversion*

.Tramite "appropriate tecniche statistiche" (Weiss et al., 2004) [3] alcune di queste variabili vennero eliminate, giungendo alla formulazione del definitivo modello ridotto. L'*output* del modello completo è stato preso come variabile indipendente, si è ridotto il numero di variabili in modo tale che quelle rimanenti fossero significative e il modello fosse rappresentativo di quello originale, seguendo quanto indicato come approccio ottimale da Harrel et al. (1988) [139]. Agendo in questo modo gli autori sono giunti alla formulazione del modello ridotto. Le variabili prese in considerazione da tale modello sono:

- *Waiting room index* ( $x_b$ )
- *Patient index* ( $x_c/x_a$ )
- *Admit index* ( $x_f$ )
- *Respirators* ( $x_d$ )
- *Registration time* ( $x_{gv_2}$ )
- *Admit time* ( $x_{ev_2}$ )

Tramite regressione lineare ad effetti misti sono stati stimati i parametri associati alle variabili, ricavando la seguente formula del modello:

$$\text{NEDOCS} = -20 + 85.8 * \frac{x_c}{x_a} + 600 * \frac{x_f}{x_b} + 13.4 * x_d + 0.93 * x_{ev_2} + 5.64 * x_{gv_2}$$

Ricordando come tale indicatore volesse essere *computer-based* e *web-based* viene riportata l'interfaccia di calcolo come presente all'interno del sito <https://www.nedocs.org/>:

∴

**Special Feature:**

### NEDOCS CALCULATOR

INSTITUTIONAL CONSTANTS	Number of ED Beds <input type="text"/>	Number of Hospital Beds <input type="text"/>			
COMMON ELEMENTS	Total Patients in the ED <input type="text"/>	Number of Respirators in the ED <input type="text"/>	Longest admit time (in hours) <input type="text"/>		
MODEL SPECIFIC	Total Admits in the ED <input type="text"/>	Waiting room wait time for last patient called (In hours) <input type="text"/>			
NEDOCS SCORE-		<input type="button" value="Compute"/>	<input type="text"/>		
<input type="button" value="Clear Fields"/>					
<b>Interpretation of results:</b>					
00 to 20 Not busy	21 to 60 Busy	61 to 100 Extremely busy but not overcrowded	101 to 140 Over-crowded	141 to 180 Severely over-crowded	181 to 200 Dangerously over-crowded

Figura 3.3: layout piattaforma calcolo NEDOCS

Tale indicatore può assumere valori compresi nell'intervallo  $[0;200]$ . Se si registrassero valori esterni all'insieme indicato sarebbero riportati rispettivamente a 0 se  $<0$ , a 200 se  $>200$ . I valori vengono raggruppati in 6 classi, come evidenziato in Figura 3.3:

- 0-20: "*Noy busy*", situazione di calma in pronto soccorso
- 21-60: "*Busy*" , situazione di relativa calma, in cui gli operatori sono impegnati ma non sovraccarichi
- 61-100 "*Extremely busy but not overcrowded*" situazione di forte carico per gli operatori e il pronto soccorso stesso, che però risulta in una situazione ancora gestibile e non sovraffollato
- 101-140: "*Overcrowded*" situazione di sovraffollamento, in cui quindi, ricordando la definizione data dal ACEP (2006) la richiesta di servizi di emergenza supera la disponibilità  $[m]$ .
- 141-180: "*Severely overcrowded*" situazione di alto sovraffollamento



- 181-200: "*Dangerously overcrowded*" situazione di estremo sovraffollamento, ai limiti del collasso del pronto soccorso stesso [3]

### 3.2.2 Calcolo

Per il calcolo dell'indicatore ai fini del nostro studio era richiesta l'estrazione da sistema informativo dei diversi parametri, a istanti temporali predeterminati ogni 4 ore, sei volte al giorno, negli orari 04:00, 08:00, 12:00, 16:00, 20:00, 24:00 (per la motivazione delle scelte di tali istanti temporali si rimanda alla sezione relativa alla rilevazione delle percezioni). Le variabili di cui era richiesta l'estrazione ai fini del calcolo del NEDOCS, come già chiarito in precedenza, sono:

- $x_a$  numero totale di posti letto in pronto soccorso, inteso come il numero totale di postazioni in cui può essere posto un paziente in attesa, quindi letti, barelle, sedie
- $x_b$  numero totale di letti in ospedale
- $x_c$  numero di pazienti in pronto soccorso
- $x_d$  numero di respiratori in uso in pronto soccorso
- $x_{ev_2}$  definito *admit time*, cioè il tempo di attesa massimo per ospedalizzazione e quindi il tempo di *boarding*
- $x_f$  numero di pazienti in attesa di ospedalizzazione, cioè il numero di pazienti in *boarding*
- $x_{gv_2}$  *reg time*, cioè il tempo massimo dal momento di ingresso in pronto soccorso alla visita, considerando il massimo tra il tempo dell'ultimo paziente visitato e quello dell'ultimo ricoverato.

Questi variabili vengono poi inserite nella formula del NEDOCS, che si ricorda ancora una volta essere

$$\text{NEDOCS} = -20 + 85.8 * \frac{x_c}{x_a} + 600 * \frac{x_f}{x_b} + 13.4 * x_d + 0.93 * x_{ev_2} + 5.64 * x_{gv_2}$$

Analizzando le variabili, si nota come possano essere divise in due categorie:

1. Variabili caratteristiche della struttura:  $x_a$ ,  $x_b$ . Esse sono rispettivamente il numero di posti in pronto soccorso e il numero di posti letto in ospedale. Si comprende facilmente come queste varino da ospedale a ospedale ma definito il sito di applicazione del NEDOCS, rimangano costanti nel tempo, a meno di ristrutturazioni dell'ospedale o del pronto soccorso.
2. Variabili generali:  $x_c$ ,  $x_d$ ,  $x_{ev_2}$ ,  $x_f$ ,  $x_{gv_2}$ , il cui valore varia nel tempo in funzione delle diverse situazione che si vengono a creare in pronto soccorso e di eventi esogeni ad esso.

Si evince dunque come le prime, una volta determinato il loro valore, rimangano costanti. Nel calcolo del NEDOCS tuttavia non risultano come termini costanti essendo parte di due variabili costituite da due parametri ognuna, di cui esse sono il denominatore. Nella determinazione del valore NEDOCS per i diversi istanti temporali sarà dunque richiesta l'estrazione delle altre variabili sopra indicate.

L'estrazione e il calcolo del valore del NEDOCS sono state realizzate dal Consorzio di Bioingegneria e Informatica Medica (CBIM) di Pavia, ente a cui è affidata la gestione del sistema informativo ospedaliero, il quale stava implementando un progetto riguardo proprio il calcolo del NEDOCS. Grazie alla loro collaborazione, sono stati resi disponibili i dati relativi al calcolo oltre al valore dell'indicatore già calcolato. I dati sono stati forniti, previa richiesta, sotto forma di foglio Excel contenente i valori delle variabili necessarie per il calcolo dell'indicatore e il valore, già calcolato, dell'indicatore stesso assieme ad altre variabili riguardanti il pronto soccorso, non rientranti nel modello ma utili per meglio descrivere la situazione nel reparto.

Esse sono:

- Numero pazienti in attesa con codice bianco
- Numero pazienti in attesa con codice verde
- Numero pazienti in attesa con codice giallo
- Numero pazienti in attesa con codice rosso
- Tempo massimo di attesa per pazienti in codice bianco
- Tempo massimo di attesa per pazienti in codice verde
- Tempo massimo di attesa per pazienti in codice giallo
- Tempo massimo di attesa per pazienti in codice rosso
- Numero pazienti in trattamento per codice bianco
- Numero pazienti in trattamento per codice verde
- Numero pazienti in trattamento per codice giallo
- Numero pazienti in trattamento per codice rosso

### 3.2.3 Problematiche di calcolo

I dati sono stati resi disponibili dal CBIM una volta estratti e una volta calcolato l'indicatore, senza che venisse data visibilità riguardo i loro processi o le modalità con cui estrazione e calcolo venissero effettuati. Una volta in possesso dei dati sono state fatte alcune verifiche per controllare la correttezza dei dati forniti. La prima verifica effettuata è stata controllare che il valore NEDOCS fosse calcolato correttamente, cioè utilizzando la formula precedentemente indicata. Per fare ciò si è controllato che inserendo i dati delle variabili nella formula del NEDOCS il valore corrispondesse al valore fornito. Tale verifica ha dato esito positivo: il valore dell'indicatore era stato calcolato correttamente. Si sono poi svolte analisi per verificare la correttezza dei valori estratti per le singole variabili.

Non avendo visibilità sul processo di estrazione dei valori, tale verifica non è stata effettuata con l'obiettivo di controllare che i valori puntuali fossero corretti ma che fossero rappresentativi delle grandezza in analisi o quantomeno plausibili.

- $x_a$  e  $x_b$  : come precedentemente dichiarato, le due variabili non variano nel tempo. La prima ha un valore pari a 60. Essa rappresenta il numero di posti in cui il paziente possa stare durante la sua permanenza all'interno del pronto soccorso, che siano barelle, letti, sedie a rotelle o sedie, come indicato anche dagli stessi Weiss et al. (2004) [3]. Il numero è stato verificato essere corretto dopo verifica effettuata in pronto soccorso. La correttezza è stata confermata anche dalla Direttrice del pronto soccorso DEA. La seconda variabile, ovvero il numero di posti letto in ospedale, è pari a 865. La correttezza di tale valore è stata confermata dalla Direttrice del reparto
- $x_c$  : indica il numero di pazienti in pronto soccorso. Valore è facilmente estraibile da sistema informativo. All'arrivo in pronto soccorso di una persona che richieda cure emergenziali in primo luogo viene sottoposto al processo di triage con conseguente assegnazione di un codice colore. Viene contestualmente inserito nel sistema informativo, nel quale è quindi presente la lista dei pazienti in pronto soccorso e i dati relativi. La correttezza di tali valori è stata verificata controllando non fossero presenti valori non ragionevoli, cioè nulli o molto maggiori rispetto alla capacità fisica del pronto soccorso. Anche questi si sono rivelati essere corretti.
- $x_d$  : variabile che tiene conto del numero di respiratori in utilizzo in pronto soccorso. Qualora un respiratore sia in uso, all'interno del sistema informativo si attiva una *flag* che ne permette la registrazione. La verifica delle correttezza è stata svolta controllando che il numero di respiratori in uso fosse minore o uguale al numero di respiratori presenti in pronto soccorso. Tale verifica ha dato esito positivo.

- $x_{gv_2}$ : indica il tempo di attesa massimo dall'ingresso in pronto soccorso di un paziente alla sua visita. La correttezza di tali valori è stata ipotizzata considerando che l'orario di ingresso in pronto soccorso viene registrato nel momento della procedura di triage. Nel momento in cui il paziente viene visitato il medico deve prendere in carico il paziente per questioni legali e l'orario in cui avviene la visita viene registrato. La correttezza è poi stata verificata controllando che tale tempo fosse coerente col il massimo dei tempi di attesa massimi per i pazienti di diverso codice colore, resa possibile da una analisi dei dati forniti dal CBIM. Tale verifica ha dato esito positivo.
- $x_f$ : indica il numero di pazienti in attesa di ospedalizzazione, cioè il numero di pazienti in *boarding*. Sono i pazienti per i quali è stato deciso il ricovero ma che sono costretti a rimanere in pronto soccorso poiché impossibile di trasferirli nel reparto di destinazione. Tale variabile assumeva sempre valore nullo, corretto solo se per nessun paziente fosse stato deciso il ricovero. Per verificare che fosse corretto si è provveduto a verificare che effettivamente non vi fossero pazienti in attesa di ricovero. Ciò è stato fatto estraendo da PIESSE (sistema informativo di pronto soccorso a cui ha accesso il personale di pronto soccorso) i dati relativi ai pazienti presenti in pronto soccorso per le settimane in analisi. Tutto ciò è stato reso possibile grazie al prezioso aiuto del personale medico. Si è verificato che per i giorni in analisi fossero presenti dei pazienti che dovessero essere ricoverati. Il valore di tale variabile risultava dunque sempre non corretto.
- $x_{ev_2}$ : indica il tempo di attesa massimo tra l'esito di ricovero e il momento in cui il paziente viene effettivamente ricoverato. I valori di tale variabile erano sempre pari a 0, indicando come anche per questa variabile non fosse possibile avere un valore corretto.

Si è dunque verificato come due variabili non venissero calcolate correttamente e come anzi non venissero affatto calcolate, essendo il loro valore sempre pari a zero, non a causa di errori nell'estrazione dei valori da sistema informativo ma a causa di una mancata registrazione delle informazioni dall'applicativo di pronto soccorso.

Da segnalare come esse siano le variabili relative a tematiche di *boarding* che come evidenziato in letteratura, è un tema di grande importanza anche se di difficile comprensione. Il fatto che da sistema informativo non fosse possibile estrarne un valore rimarca ulteriormente come tale tematica sia di primaria importanza. L'impossibilità di estrarre correttamente il valore di queste variabili ha effetti negativi. Non avendo un valore corretto di queste variabili, si ha come conseguenza che il calcolo del NEDOCS è sbagliato. Ricordando come tale indicatore sia stato creato per misurare il *crowding* in pronto soccorso per monitorare la situazione e per permettere di prendere adeguate decisioni con l'obiettivo di ridurre il sovraffollamento stesso, risulta logico come le conseguenze siano potenzialmente molto gravi. Non avendo una misura corretta dell'indicatore, le decisioni prese con riferimento al valore di tale indicatore non possono che risultare errate e potenzialmente inutili, se non dannose, per il pronto soccorso stesso. Ciò si aggrava ancora maggiormente se si considera il tipo di errore di calcolo commesso. Il valore di queste variabili sempre pari a 0 fa sì che il NEDOCS sottostimi sempre la situazione di sovraffollamento presente in pronto soccorso. Qualora la situazione reale di *crowding* fosse di basso sovraffollamento, una sottostima causerebbe problemi potenzialmente trascurabili. Nel momento in cui, invece, non venisse riconosciuta una situazione di sovraffollamento, potrebbero venirsi a creare gravi problemi. Basti pensare ad una situazione di sovraffollamento in cui, per esempio, fossero richieste risorse aggiuntive [22]. Qualora tale necessità non venisse riscontrata, le risorse aggiuntive non verrebbero allocate, comportando che sovraffollamento non verrebbe alleviato, se non un aggravato. Conseguenze ancora peggiori si riscontrerebbero in casi in cui in pronto soccorso risulti *Severely Overcrowded* o addirittura *Dangerously overcrowded*.

Riscontrato il problema della mancata registrazione del dato si è ricercata quale fosse la causa. Dopo una riunione con la Direttrice del pronto soccorso, si è determinato come tale problematica fosse derivante da un problema di carattere organizzativo ed informatico. Nel momento in cui per un paziente è deciso il ricovero, il medico deve segnalarlo come esito e chiudere la scheda relativa al paziente.

Il paziente così facendo risulta a carico del reparto di destinazione, il quale non è sempre in grado di accoglierlo. Il paziente dovrà infatti attendere in pronto soccorso il suo effettivo trasferimento, sperimentando il *boarding*. I medici chiudano la cartella solo una volta che il paziente è stato effettivamente trasferito, per questioni legali legate alla necessità di cure del paziente. Anche in questo modo a sistema informativo risulta come il paziente non sia stato soggetto a *boarding*, anche se all'atto pratico così non è. Ciò comporta oltre ad un errato calcolo del NEDOCS con le conseguenze prima esposte, l'impossibilità di calcolare il *boarding*, che, come detto, è un problema molto importante considerando anche la stretta connessione con il *crowding*.

Nel momento in cui tale fenomeno risulti nullo a sistema, nessuna azione migliorativa potrà essere intrapresa, con le gravi note conseguenze sulla qualità del servizio offerto, sulla qualità delle cure del paziente e sul *crowding*, oltre quelle a loro volta dovute al *crowding* che, come precedentemente esposte, sono di primaria importanza nella realtà di un pronto soccorso.

Risulta dunque evidente come tale problematica nel calcolo del NEDOCS sia grave e come sia fondamentale l'individuazione di una soluzione a tale problema che permetta la corretta implementazione del NEDOCS.

### 3.2.4 Soluzioni

Nella realtà del Fondazione I.R.C.C.S. Policlinico San Matteo non erano disponibili soluzioni per risolvere il problema relativo alla registrazione del tempo di *boarding* e del numero di pazienti in *boarding* e nemmeno *framework* a cui fare riferimento. Come precedentemente esposto, le problematiche erano derivanti dall'impossibilità di tenere traccia correttamente dei pazienti in *boarding*. Partendo dalla definizione di *boarded patient* fornita dal ACEP (2006) [58] sono state individuate due soluzioni alternative.

Una operativa, utile nel breve periodo ma dispendiosa in termini di oneri di calcolo per chi la implementi e affetta da errori di approssimazione. La seconda, più efficace ed efficiente, implementabile però nel medio - lungo termine.

Tali soluzioni sono:

#### 1. Soluzione $\alpha$

È la soluzione operativa, utile nel breve periodo ma non sostenibile nel lungo periodo a causa degli errori di approssimazione insiti. Attraverso tale soluzione si possono ricavare valori approssimati di numero di pazienti in *boarding* e tempo di *boarding*. L'idea nasce dalla definizione di *boarded patient* stessa. Il paziente in *boarding* è colui per il quale, a seguito della visita, è stato deciso il ricovero ma che deve permanere in pronto soccorso. Come precedentemente indicato, un paziente ricoverato non risulta più a carico del pronto soccorso nel momento in cui viene effettivamente trasferito in reparto. All'interno dell'applicativo PIESSE è possibile risalire a delle statistiche relative ai pazienti di pronto soccorso per un determinato intervallo temporale. Per questi pazienti, oltre a dati di carattere medico e diagnostico, sono presenti:

- Data e orario di ingresso in pronto soccorso
- Data e orario di triage
- Data e orario di visita
- Data e orario di uscita



- Priorità, cioè il codice colore
- Esito

È possibile dunque selezionare i soli pazienti che siano poi stati ricoverati. Per questi pazienti l'intervallo temporale tra l'istante della visita (che si può approssimare come orario in cui viene deciso il ricovero) e l'istante di uscita (approssimabile con l'istante temporale di effettivo ricovero) è una stima del tempo di *boarding*. Ciò non è tuttavia sufficiente alla determinazione della variabile  $x_{ev_2}$ . Essa indica infatti il massimo tempo di *boarding* che si viene a registrare in un determinato istante temporale.

Per fare ciò è dunque stato calcolato il tempo di *boarding* di tutti i pazienti in attesa di ricovero negli istanti temporali di calcolo del NEDOCS e, considerando poi solo quelli che non sarebbero più stati presenti poi nella fascia oraria di rilevazione successiva, ne è stato preso il valore massimo. Così facendo si è ottenuta una stima del tempo  $x_{ev_2}$ . In altre parole si è considerata la cumulata del tempo di *boarding* per i pazienti, si è controllato quali, a un determinato istante temporale di calcolo del NEDOCS, fossero presenti e non lo sarebbero stati per la fascia temporale di rilevazione successiva. Di questi si è preso il massimo, ottenendo una stima del valore della variabile  $x_{ev_2}$ . Un procedimento simile è stato seguito per la stima del numero di pazienti in *boarding* e quindi della variabile  $x_f$ . Per fare ciò, relativamente ad una determinata fascia oraria di calcolo del NEDOCS, si è contato il numero di pazienti già visitati ma non ancora "usciti" dal pronto soccorso, la cui uscita sarebbe avvenuta prima della successiva fascia oraria di calcolo dell'indicatore. In altre parole si è contato, per ogni fascia oraria di rilevazione del NEDOCS per ogni giorno in analisi, il numero di pazienti per i quali l'istante di visita fosse precedente all'istante di calcolo del NEDOCS e per i quali l'istante di uscita (che nel caso dei pazienti in *boarding* si è ipotizzato corrispondere con l'istante di effettivo ricovero) fosse successivo all'istante di calcolo ma precedente all'istante di calcolo successivo del NEDOCS. Così facendo si è potuto stimare anche il parametro  $x_f$ , cioè il numero di pazienti in attesa di ospedalizzazione.

Risulta tuttavia chiaro come tale soluzione sia poco efficiente e poco efficace. Per quanto infatti fornisca una stima abbastanza accurata delle due variabili mancanti, è comunque affetta da errori di approssimazione e rende difficoltoso se non impossibile il calcolo del NEDOCS in tempo reale. Compreso questo forte limite si è cercata una soluzione migliore, trovata nella soluzione denominata "Soluzione  $\beta$ ". La Soluzione  $\alpha$  stata tuttavia fondamentale per analizzare l'accuratezza del NEDOCS come indicatore di *crowding* e prendere decisioni riguardo la necessità di ricalibrarlo, ipotesi già segnalata in letteratura [2][3].

## 2. Soluzione $\beta$

È la soluzione di medio - lungo periodo. Risulta essere più efficace, efficiente e sostenibile. Comporta tuttavia un maggior investimento iniziale. Tale soluzione è stata trovata durante una riunione svoltasi in pronto soccorso con la Direttrice del pronto soccorso. L'idea è nata prendendo spunto da quanto fatto per l'obitorio. Per ragioni legali, un deceduto non può essere preso in carico dall'obitorio ma non può nemmeno essere tenuto in carica dal reparto in cui il decesso è avvenuto. Per questo motivo è stato creato un reparto "fantasma" da cui i deceduti potessero essere presi in carico. Seguendo questa idea si è determinata la soluzione. Essa prevede che venga creato, grazie alla collaborazione del CBIM, un altro reparto "fantasma", non esistente nella realtà ma solo all'interno del sistema informativo, dove i pazienti di pronto soccorso siano trasferiti nel momento in cui se ne decida la dimissione ai fini del ricovero. Tale trasferimento sarà solo formale, in modo da poter avere delle statistiche riguardo i pazienti in *boarding*. Grazie a questo reparto "fantasma" si riuscirà a rilevare correttamente le due variabili relative al numero di pazienti in *boarding* e il tempo massimo di *boarding*, cioè le variabili  $x_f$  e  $x_{ev_2}$ . Non si propone di risolvere il problema del *boarding* ma di risolvere problematiche relative al calcolo del NEDOCS derivanti dall'impossibilità di rilevare correttamente il valore delle due variabili mancanti.

Dopo aver realizzato come il calcolo del NEDOCS fosse impossibile da effettuare correttamente si è dunque analizzato il problema riuscendo a trovare due soluzioni che potessero risolvere il problema nel breve periodo rendendo possibile effettuare le analisi per la verifica di qualità del NEDOCS nella realtà del Fondazione I.R.C.C.S. Policlinico San Matteo. La seconda soluzione risolve il problema rendendo possibile la corretta estrazione delle variabili e, di conseguenza, il corretto calcolo del NEDOCS e l'appropriatezza delle decisioni rilevanti dal valore assunto dall'indicatore.

### **3.3 Rilevazioni percezioni operatori**

Per la rilevazione delle percezioni si è proceduto alla definizione di un *framework*. Non è stato possibile effettuare rilevazioni dirette sotto forma di intervista agli operatori poiché sarebbero stati distolti dall'adempimento dei loro compiti. In una situazione di pronto soccorso sovraffollato ad esempio gli operatori sono già sovraccarichi di lavoro e l'intervista per la rilevazione delle percezioni avrebbe sottratto loro tempo togliendolo alle cure per i pazienti aggravando, potenzialmente, la situazione di sovraffollamento. Ulteriore conseguenza negativa di tale modalità di rilevazione avrebbe potuto essere la distorsione dei valori causata dalla percezione di mancanza di riservatezza. Interrompere gli operatori durante il loro lavoro per rilevare le loro percezioni non si è rivelata una modalità attuabile. Non lo era nemmeno fare le rilevazioni ex post, domandando agli operatori quale fosse stata la loro percezione in un dato momento descrivendo la situazione presente in pronto soccorso. Si è quindi riscontrata la necessità di compiere rilevazioni dirette riguardo le percezioni degli operatori, contestualmente al momento di cui serve avere il valore di percezione (senza cioè chiedere a posteriori come si sentissero in un determinato momento passato) senza però interagire direttamente con gli operatori.

La soluzione trovata consiste nella rilevazione delle percezioni tramite un modulo che gli operatori avrebbero dovuto compilare in istanti temporali determinati. Tale soluzione e lo sviluppo del modulo di rilevazione è stato raggiunto grazie alla collaborazione e alle indicazioni della Responsabile della Qualità di pronto soccorso. Il modulo di rilevazione è riportato in Figura 3.4

Si chiede all'operatore di porre un segno in corrispondenza del grado di affollamento del Pronto Soccorso da Lui/Lei percepito.

0-----|-----10

Dove: 0 = per nulla sovraffollato

10 = pericolosamente sovraffollato

Giorno: \_\_\_\_\_

Ora:  08:00  12:00  16:00  20:00  24:00  04:00

Ruolo:  MEDICO  IP  OSS

Zona:  TRIAGE  OBI  BASSA INTENSITA'  MEDIA-ALTA INTENSITA'

Grazie della collaborazione

Figura 3.4: modulo rilevazione percezioni

Agli operatori è stato richiesto di compilare i diversi campi del modulo. Alcuni di questi campi sono necessari per rendere confrontabili le percezioni con il NEDOCS mentre altri per svolgere analisi riguardo la situazione in pronto soccorso.

. I campi di cui è richiesta la compilazione da parte degli operatori sono:

- Zona

All'interno del pronto soccorso sono presenti diverse zone. Per le rilevazioni si è scelto di raccoglierle in 4 gruppi:

- Triage, la zona in cui viene accolto il paziente e viene attuato il processo proprio di triage
- OBI, zona dedicata all'osservazione dei pazienti la cui decisione di ricovero o dimissione è incerta o per i quali sono richieste ulteriori analisi per rendere possibile una corretta valutazione del quadro clinico
- Bassa intensità, che racchiude le zone dedicate ai codici bianchi e ai codici verdi
- Media - alta intensità, che racchiude le zone adibite ai codici gialli e rossi

Ognuna di queste zone ha caratteristiche diverse e differenti peculiarità che potrebbero essere correlate con la percezione.

Queste informazioni non risultano tuttavia necessarie per il confronto con il NEDOCS ma per poter compiere ulteriori analisi.

- Ruolo

All'interno del pronto soccorso operano tre diverse figure professionali:

- Medico
- Infermiere professionista (IP)
- Operatore sanitario semplice (OSS)

Ognuna di queste figure professionali è caratterizzata da diverse competenze, compiti e percezione della realtà. È dunque necessario tenerne conto per verificare quanto siano o meno concordanti tra loro.

Queste informazioni non risultano tuttavia utili per il confronto con il NEDOCS ma per poter compiere ulteriori analisi.

- Orario di rilevazione

Agli operatori è richiesto di compilare i moduli relativi alle percezioni in determinati istanti temporali. In questo modo si rendono confrontabili i valori delle percezioni e dell'indicatore NEDOCS poiché si possono confrontare i dati relativi allo stesso orario e, come si chiarirà in seguito, allo stesso giorno. Per definire quale fosse l'intervallo temporale tra le diverse rilevazioni e in quali orari sarebbe stato più consono effettuarle si è fatto riferimento a letteratura ed esperienza dalla Dott.ssa R. Guarnone.

In letteratura sono stati utilizzati intervalli temporali tra le rilevazioni. Jones et al. (2006)[2] utilizzarono un intervallo di due ore, Anneveld et al. (2006) [31] di tre ore. Scelta diversa è stata compiuta da Weiss et al. (2004) [3], Raj et al. (2006) [30] e Wang et al. (2014) [20]. Nei loro studi hanno infatti optato per un intervallo orario tra le diverse rilevazioni pari a 4 ore. La scelta è ricaduta per quest'ultima alternativa su diverse ragioni. È la soluzione più frequentemente utilizzata in letteratura (utilizzata proprio dagli stessi creatori nel NEDOCS nel loro studio) e risultava essere quella più conveniente data la struttura del pronto soccorso del San Matteo. Gli orari di inizio e fine turno degli operatori sono ogni 4 ore: non sono turni da quattro ore, ma ogni quattro ore c'è un parziale ricambio di personale all'interno del pronto soccorso. Si è optato per questa soluzione, più precisamente:

- 04:00
- 08:00
- 12:00
- 16:00
- 20:00
- 24:00

Gli orari utilizzati in letteratura risultavano sfalsati di un'ora in avanti (5, 9, 13, 17, 21, 1) ma per una questione di convenienza si è optato per gli orari sopra indicati (corrispondono con gli orari di inizio e di fine turno). Questo avrebbe reso possibile compiere una rilevazione che non andasse ad intralciare il lavoro degli operatori, i quali avrebbero compilato il modulo autonomamente e non perché obbligati a rispondere ad una persona, una volta

finito il turno o, previa giro "di ricognizione"( era necessario affinché gli operatori potessero avere ben chiara la situazione in pronto soccorso), ad inizio turno. In questo modo si è determinata una soluzione che potesse essere quanto più efficace ed efficiente possibile nel rispetto di quanto indicato dalla letteratura e nel rispetto del lavoro degli operatori.

Queste informazioni risultano utili per il confronto con il NEDOCS.

- **Giorno**

Mentre i campi precedenti richiedevano la sola apposizione di un segno sulla casella corrispondente all'orario o ruolo o luogo di rilevazione, per questo campo era richiesto che indicassero la data. Non sono state fornite preventivamente le date con l'obiettivo di rendere più generale e riutilizzabile possibile il modulo di rilevazione. L'inserimento di date prestabilite avrebbe inoltre richiesto che ogni giorno venissero sostituiti i moduli da compilare, con conseguente maggiore disturbo del personale. Si è dunque optato per lasciare libero il campo affinché venisse compilato dall'operatore. Questo campo, unitamente al campo relativo all'ora, contribuisce a rendere confrontabili univocamente percezioni e valori NEDOCS.

Queste informazioni risultano dunque utili per il confronto con il NEDOCS.

- **Grado di sovraffollamento percepito**

È il punto focale del modulo. Attraverso la compilazione di questo campo viene infatti esplicitato il grado di sovraffollamento percepito dall'operatore.

In letteratura due soluzioni sono state segnalate:

- Scala Likert
- *Visual Analogue Scale* (VAS)

Entrambe queste scelte sono state verificate essere valide, come esposto da Hasson et al. (2005) [159]. In letteratura è stata maggiormente utilizzata la modalità di rilevazione attraverso scala Likert. Per questo studio si è tuttavia deciso di optare per l'utilizzo di una VAS. Dallo studio svolto da da Hasson et al. (2005) [159] si evince come le due modalità siano statisticamente equivalenti.

La VAS è segnalata essere di più difficile comprensione per fasce di popolazione molto giovane o a bassa scolarizzazione, ma il personale di pronto soccorso è composto esclusivamente da persone con livello di scolarizzazione medio-alto, alto e molto alto, eliminando il problema. La VAS proposta richiedeva l'apposizione di una segno su un segmento di dieci centimetri, in cui lo 0 segnalava una situazione di scarico del pronto soccorso, mentre il 10 una situazione di estremo sovraffollamento.

Questi erano gli unici elementi indicati, oltre ad un piccolo segmento verticale in corrispondenza dei 5 centimetri per segnalare una situazione di mediana, corrispondente al limite tra non sovraffollato e sovraffollato. La scelta finale è ricaduta sull'utilizzo di una VAS per diversi motivi. In primo luogo non avrebbe vincolato il personale a scegliere tra categorie definite, che avrebbe potuto creare situazioni in cui venissero segnate percezioni non esattamente corrispondenti al pensiero dell'operatore. In secondo luogo tale alternativa risultava essere quella più corretta dato il contesto. Attraverso una scala Likert si sarebbe potuta derivare la classe di appartenenza, ma non il valore puntuale. Attraverso la VAS, poiché assimilabile ad un insieme continuo, si sarebbero riusciti a rilevare i valori puntuali di percezione rendendo maggiormente significativo il confronto e l'eventuale ricalibrazione del NEDOCS. Per far meglio comprendere, utilizzando una scala Likert a sei punti si sarebbe definito come una situazione fosse percepita come "*Overcrowded*" piuttosto che "*Busy*" ma il NEDOCS restituisce valori appartenenti all'insieme continuo e chiuso [0;200]. Attraverso l'utilizzo di una VAS e la successiva trasformazione del valore da una scala da 0-10 ad una scala da 0-200, la perdita di informazione sarebbe risultata minore. Sarebbe inoltre stato possibile effettuare un confronto per classi.

In questo modo si è giunti alla definizione di un modulo di rilevazione delle percezioni abbastanza preciso e da rendere significativo il suo utilizzo (cioè per effettuare analisi dai cui trarre conclusioni su cui basare eventuali decisioni future), ma al tempo stesso abbastanza generale da poter essere utilizzato anche per studi futuri.



La creazione di un modulo non era tuttavia sufficiente, serviva definire un *framework* di riferimento per la rilevazione delle percezioni in modo che fosse strutturato e replicabile. La struttura del *framework* identificata è riportata in Figura 3.5

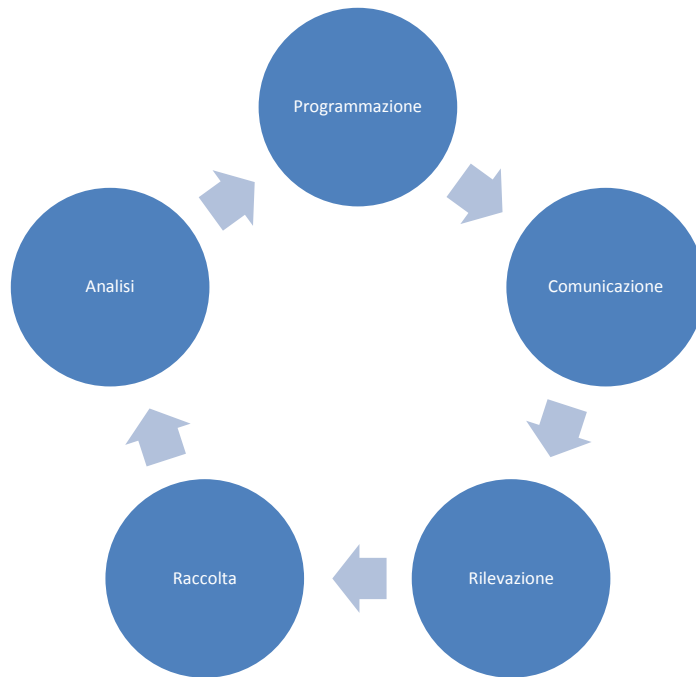


Figura 3.5: *framework* rilevazione percezioni

Il *framework* si suddivide in 5 fasi:

1. *Programmazione*

È la fase di pianificazione delle rilevazioni. In questa fase viene definito se procedere con una sessione di rilevazioni. Qualora si decida di procedere è in questa fase che viene determinato quando procedere, dove riporre il contenitore di raccolta, quanti moduli dovranno essere preparati e altri dettagli di pianificazione operativa

2. *Comunicazione*

In questa fase avviene la comunicazione delle scelte prese riguardo la futura fase di rilevazioni. Vengono anche forniti dettagli operative decisi al punto precedente, dando visibilità delle scelte compiute e preparando gli operatori alla rilevazioni delle percezioni

3. *Rilevazione*

È la fase in cui avvengono le compilazioni dei moduli descritti precedentemente da parte degli operatori.

4. *Raccolta*

In questa fase viene esplicitata la necessità di raccolta delle rilevazioni. Dopo la compilazione vengono riposte in addebiti contenitori e i dati a sistema in modo da poter svolgere le analisi opportune

5. *Analisi*

È la fase in cui i dati vengono analizzati tramite analisi afferenti alle branche di statistica descrittiva e statistica inferenziale in modo da estrarne quanta più conoscenza possibile. Questo risulta essere fondamentale per poter prendere decisioni efficaci ed efficienti.

Si è dunque descritto e come siano state affrontate le rilevazioni di percezioni per quanto concerne la definizione delle modalità, lo strumento con cui effettuarle, determinando inoltre un *framework* utile ed utilizzabile come strumento di rilevazione delle *performamnce* interno all'ospedale per fini di *accountability* interna, ma anche per chi in futuro voglia sviluppare un progetto continuazione dell'attuale.

## 3.4 Confronti

In questa sezione si andrà a descrivere quali analisi siano state svolte, le metodologie e gli strumenti utilizzati.

L'obiettivo delle analisi svolte è duplice:

1. Confrontare le percezioni dei diversi operatori per verificare se esse concordino o ci siano differenze significative tra quanto percepito da una categoria ed un'altra

2. Controllare la coerenza tra quanto segnalato dal NEDOCS e quanto realmente accaduto, presa come "realtà" quanto percepito e segnalato dagli operatori. Queste analisi sono state svolte sia per il NEDOCS originale sia, dopo aver verificato la necessità, per il NEDOCS ricalibrato.

Diversi sono gli strumenti utilizzati e le analisi svolte. Per quanto concerne l'analisi descrittiva delle principali variabili rilevate si sono analizzate:

- **Distribuzione del campione**  
Grazie a ciò è stato dunque possibile fornire una caratterizzazione più completa analizzando. I dati sono stati analizzati in maniera disaggregata, ma a livello aggregato in funzione delle diverse variabili di contesto in modo da determinare le distribuzioni relativamente, ad esempio, agli orari, alle zone o alle figure professionali.
- **Valori massimi e minimi**  
Da questi si è potuto determinare anche il *range* di valori assunti dalle variabili in analisi. I dati sono stati considerati sia a livello aggregato come precedentemente indicato, sia disaggregati.
- **Media**  
È stata calcolata rispetto ai dati aggregati in funzione delle diverse variabili di contesto per meglio descrivere la situazione in pronto soccorso.
- **Dispersione**  
È stata utilizzata per meglio caratterizzare i dati, sia a livello disaggregato che a livello aggregato (in funzione delle diverse variabili di contesto)
- **Curtosi e asimmetria**  
Il calcolo di questi due parametri è stato utilizzato per confrontare le caratteristiche delle distribuzioni relative a percezioni e NEDOCS.

Svolte queste analisi, ne sono state svolte ulteriori con l'obiettivo di verificare quanto le percezioni dei diversi operatori, ma soprattutto quanto la percezione aggregata e il NEDOCS siano concordi nel definire una determinata situazione. La concordanza tra due percezioni (o tra la percezione e uno stimatore) è stata definita come la situazione in cui i valori di *crowding* percepito fossero paragonabili o, con riferimento alle classi di sovraffollamento, quando venisse segnalata la stessa classe. Dualmente le percezioni si sono considerate discordanti quando i valori fossero molto diversi o appartenenti a due classi differenti. È infatti necessario verificare quanto i diversi operatori siano o meno concordi nel definire lo stato di una determinata situazione e quanto il NEDOCS riesca a descrivere la percezione degli operatori.

In prima analisi si è utilizzato uno *scatter plot* (con in ascissa e ordinata i valori delle variabili in analisi) per avere una stima visiva di quanto le percezioni di due operatori o le percezioni e il NEDOCS fossero correlate, . Per avere una stima quantitativa della correlazione esistente tra le due serie di dati, si sono calcolati diversi parametri:

- **Regressione lineare**

L'utilizzo di una retta di regressione in questo caso è giustificata poiché qualora fosse tra le due serie di dati vi fosse perfetta corrispondenza si otterrebbe una retta con coefficiente angolare unitario e termine noto nullo,  $y = x$ . Nel momento in cui ciò non fosse verificato, cioè non vi fosse perfetta corrispondenza, si avrebbe una retta ruotata e/o traslata rispetto a quella ideale, con una forma  $y = b * x + c$ . Analizzando i coefficienti della retta si può comprendere se mediamente una percezione o il NEDOCS sottostimi o sovrastimi una percezione, ad esempio, se la retta di regressione tra i dati relativi alle percezioni ( $y$ ) e al NEDOCS ( $x$ ) avesse forma  $y = 2x$  vorrebbe dire che in media gli operatori percepiscono un sovraffollamento doppio rispetto quanto segnalato dal NEDOCS. La regressione lineare è utilizzata anche in seguito come strumento di ricalibrazione del modello, per la quale, come meglio definito nella sezione ad esso dedicata, si sono utilizzate come variabili dipendenti le percezioni, mentre come variabili indipendenti quelle del NEDOCS.

- Coefficiente di determinazione  $R^2$  e  $r$  di Pearson

L'analisi grafica da scatter plot e l'analisi della retta di regressione fornisce una stima delle possibile bontà o correlazione di un determinato modello rispetto ad una variabile reale.

Attraverso la stima di  $R^2$  si è potuto definire quanto una determinata retta di regressione approssimasse correttamente la reale distribuzione dei dati. È stata inoltre utilizzata come stima della bontà del modello, fornendo una misura di quale frazione di variabilità della variabile in ordinata sia spiegata dalla variabile in ascissa o, con riferimento alla ricalibrazione del modello, la bontà del modello. La radice quadrata di questo parametro corrisponde, nel caso di regressione lineare, ad una stima della correlazione tra due parametri. È stato utilizzato per definire quanto percezioni di diversi operatori fossero correlate tra loro e quanto il NEDOCS o il nuovo modello ricalibrato fossero correlati le percezioni negli altri casi

- $R_{adj}^2$

Per valutare la bontà del modello ricalibrato si è deciso di utilizzare anche  $R_{adj}^2$

- $\rho$  di Spearman

Tale coefficiente è utilizzato per verificare la correlazione esistente non tra i valori in *output* dal modello con le percezioni ma se vi fosse correlazione tra le classi di appartenenza dei valori restituiti dal modello e quelle delle percezioni infatti si è ritenuto più importante che i valori stimati ricadessero nella classe corretta anche se con scostamenti tra i valori puntuali (ad esempio 102 e 130, entrambi classe *overcrowded*) piuttosto che avere scostamenti minimi ma classi di appartenenza diversa (ad esempio 98 e 102, con classi diverse). Le classi possono essere classificate su una scala da 1 a 6 cioè da "Noy Busy" a "Dangerously Overcrowded".

I valori associati alle classi risultano dunque essere delle variabili ordinali. Per verificarne la correlazione si è dunque optato per questo indicatore.

Le classi di sovraffollamento del NEDOCS possono essere assimilabili a delle variabili ordinali: risulta sufficiente associare ad ogni classe un valore numerico appartenente ad una scala ordinale come riportato in Tabella 3.1

Classe	Valore numerico
Not busy	1
Busy	2
Extremely busy but not overcrowded	3
Overcrowded	4
Severely overcrowded	5
Dangerously overcrowded	6

Tabella 3.1: corrispondenza classe - valore ordinale

In questo modo è possibile calcolare quale sia la corrispondenza tra i due parametri in considerazione. Ricordando come il coefficiente di correlazione di Spearman sia:

$$\rho_s = \frac{\sum_i (r_i - \bar{r}) * (s_i - \bar{s})}{\sqrt{\sum_i (r_i - \bar{r})^2} * \sqrt{\sum_i (s_i - \bar{s})^2}}$$

Dove:

- $r_i$ : rango della i-esima osservazione del prima variabile
  - $s_i$ : rango della i-esima osservazione del seconda variabile
  - $\bar{r}$  e  $\bar{s}$ : rango medio delle due variabili in analisi.
- Matrici di confusione e indici di concordanza
- L'utilizzo di questi strumenti è stato fondamentale per verificare la correttezza del modello. Attraverso questi, con riferimento le classi di sovraffollamento, si è potuto definire quale fosse la concordanza tra le percezioni dei diversi operatori , tra percezioni e NEDOCS e tra percezioni e stime del nuovo modello ricalibrato.

In queste analisi si è presa come unità di analisi non il valore puntuale restituito dal modello o della percezione, ma la sua classe di appartenenza che, in ultima analisi, risulta essere il parametro più importante. Sono state utilizzate anche per determinare la concordanza tra le macroclassi "non sovraffollato" e "sovraffollato".

Le matrici di confusione hanno avuto il ruolo di punto di partenza da cui poi derivare diversi indici di concordanza:

- Specificità
- Sensibilità
- Accuratezza
- Predittività
- Probabilità di mancato allarme
- Probabilità falso allarme
- K di Cohen

Ricordando come una matrice di confusione possa essere costruita come

<i>Operatore 1/Operatore</i>	Not busy	Bus y	Extremely busy but not overcrowded	Overcrowd ed	Severely overcrowded	Dangerously overcrowded	
Not busy	X11	X2 1	X31	X41	X51	X61	Y 1
Busy	X12	X2 2	X32	X42	X52	X62	Y 2
Extremely busy but not overcrowded	X13	X2 3	X33	X43	X53	X63	Y 3
Overcrowded	X14	X2 4	X34	X44	X54	X64	Y 4
Severely overcrowded	X15	X2 5	X35	X45	X55	X65	Y 5
Dangerously overcrowded	X16	X2 6	X36	X46	X56	X66	Y 6
	y1	y2	y3	y4	y5	y6	1

Tabella 3.2: matrice di confusione

Le caselle indicate con  $X_{ij}$  con  $i="not\ busy", \dots, "dangerously\ overcrowded"$  e  $j="not\ busy", \dots, "dangerously\ overcrowded"$  riportano le frequenze relative, ovvero il rapporto tra il numero di volte in cui l'operatore 1 ha percepito un grado di sovraffollamento pari a  $i$  mentre l'operatore 2 ha percepito  $j$ , sul totale delle osservazioni raccolte.

Una volta costruita la matrice di confusione, si calcola:

- la proporzione totale osservata  $p_o$ , chiamata anche indice di concordanza. Viene calcolata come la somma delle frequenze riportate sulla diagonale principale, cioè:

$$\sum_{i=j} X_{ij}$$

- la proporzione totale attesa  $p_e$ , in caso di concordanza casuale, invece viene calcolata come:

$$\sum_{i=not\ busy}^{dangerously\ busy} y_i * Y_i$$

Da questi dati il calcolo del K di Cohen:

$$K = \frac{p_o - p_e}{1 - p_e}$$

La presenza della proporzione totale attesa nella formula presentata è giustificata dall'effetto casuale che può portare alla situazione in cui due osservatori risultino pienamente d'accordo sul giudizio espresso, anche in assenza di una concordanza sistematica. Quindi il K di Cohen valuta che la concordanza osservata ecceda quella attesa, dovuta al caso [146]. Teoricamente K può assumere valori che vanno da -1 a +1, con valori negativi che indicano grave disaccordo. Da questa osservazione deriva come conseguenza che deve essere verificata la sua significatività ricorrendo ad un test unilaterale per cui le ipotesi sono:

$$H_0: K \leq 0 \text{ contro } H_1: K > 0$$

Per la valutazione della significatività statistica di K, Cohen suggerisce il ricorso alla distribuzione normale standardizzata definendo:

$$Z = \frac{K}{\sigma_k}$$



La formula dell'errore standard, proposta da Cohen, per le frequenze relative vale:

$$\sigma_k = \sqrt{\frac{p_e}{N * (1 - p_e)}}$$

dove N rappresenta il numero totale di osservazioni.

Si noti che, per il calcolo dell'errore standard, il numero di osservazioni N ha un ruolo importante; infatti, con grandi campioni anche un valore piccolo di K può risultare significativo, mentre con un campione piccolo anche un valore grande di K può non risultare significativo. È quindi necessario valutare la significatività statistica del valore di K ottenuto. Per meglio comprendere, K è legata dalla accuratezza secondo il legame esposto in Figura 3.6: relazione **K-accuratezza**) e i valori assunti da K possono essere raggruppati in funzione del significato come in Tabella 3.

Valore	Significato
<0	Accordo nullo
0,0-0,20	Accordo debole
0,21-0,40	Accordo discreto
0,41-0,60	Accordo moderato
0,61-0,80	Accordo considerevole
>0,81	Accordo quasi perfetto

Tabella 3.3: significato K

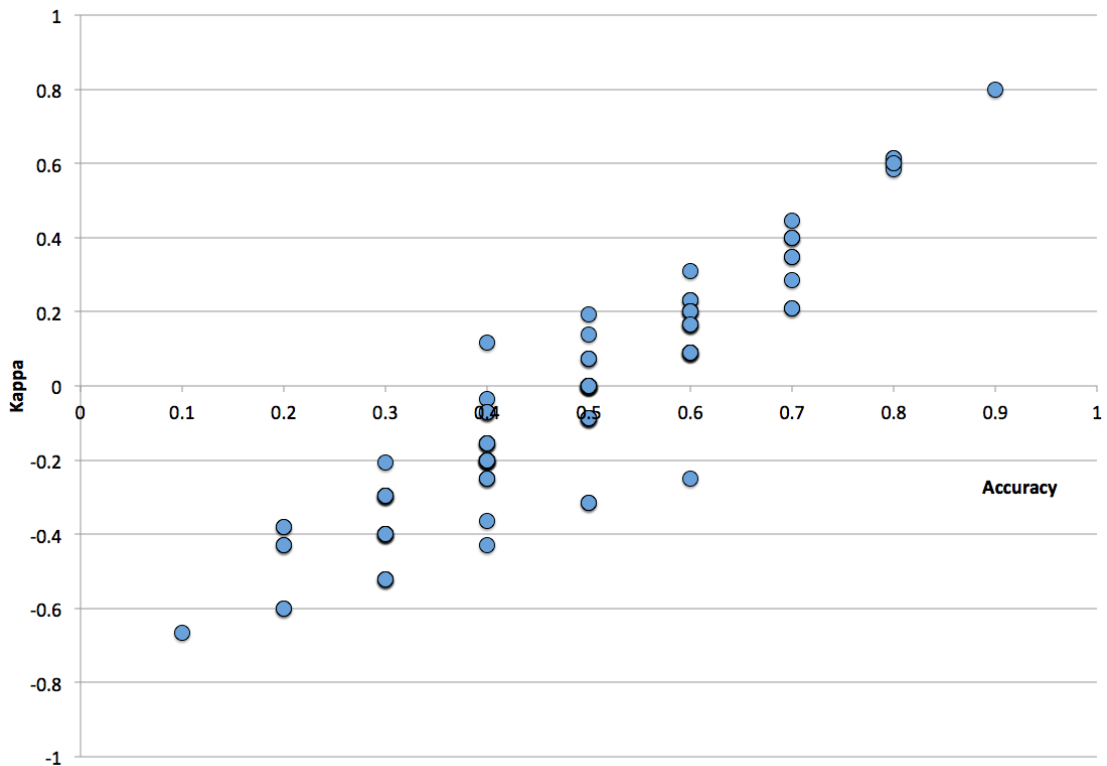


Figura 3.6: relazione K-accuratezza

Inoltre i valori e le corrispondenti classi del NEDOCS possono raggruppate in due macrocategorie:

1. Non sovraffollato: valori NEDOCS inferiori a 100. Comprende le classi *Not busy*, *Busy* e *Extremely busy but not overcrowded*.
2. Sovraffollato: valori NEDOCS superiori a 100. Comprende le classi *Overcrowded*, *Severely overcrowded* e *Dangerously overcrowded*.

Si è quindi ricorso all'utilizzo delle matrici di confusione secondo lo schema riportato in Tabella 3.

		Predetti	
		>100(positivi)	<100(negativi)
Reali	>100(positivo)	vero positivo	falso negativo
	<100(negativo)	falso positivo	vero negativo

Tabella 3.4:matrice di confusione soglia sovraffollamento

Con riferimento alla matrici di confusione sono stati calcolati i seguenti indici:

- $Sensibilità = \frac{veri\ positivi}{veri\ positivi + falsi\ negativi}$
- $Specificità = \frac{veri\ negativi}{veri\ negativi + falsi\ positivi}$
- $Accuratezza = \frac{veri\ positivi + veri\ negativi}{veri\ positivi + veri\ negativi + falsi\ positivi + falsi\ negativi}$
- $Precisione = \frac{veri\ positivi}{veri\ positivi + falsi\ positivi}$
- $Probabilità\ mancato\ allarme = \frac{falso\ negativi}{veri\ positivo + falsi\ negativi}$
- $Probabilità\ falso\ allarme = \frac{falso\ positivo}{veri\ positivo + falsi\ positivo}$

In questo modo è possibile valutare la qualità del NEDOCS nel classificare una situazione come sovraffollata o meno.

Si sono dunque svolte diverse analisi per confrontare le diverse categorie di percezioni oltre che tra le percezioni e i diversi modelli di stima delle stesse, verificandone diversi parametri, in modo da poter trarre conclusioni e poter prendere decisioni che fossero il più corrette possibili.

## ***Capitolo 4: Analisi dei risultati***

In questa sezione verranno discussi i risultati ottenuti dalle rilevazioni, dal calcolo del NEDOCS e dal confronto delle due misure di sovraffollamento. Più dettagliatamente verrà fornita una descrittiva delle percezioni, confrontando poi le percezioni sotto diverse dimensioni di analisi. Tale lavoro verrà svolto anche in relazione al NEDOCS per poi fornire un confronto tra percezioni e NEDOCS per verificare la bontà e correttezza dell'utilizzo di questo modello nella realtà del Fondazione I.R.C.C.S. Policlinico San Matteo, determinando se vi fosse necessità di ricalibrare il modello.

### **4.1 Descrittiva accessi**

Il sovraffollamento di pronto soccorso è causato da diversi fattori tutti strettamente correlati agli accessi. È evidente come se non ci fossero pazienti in pronto soccorso non si porrebbe nemmeno il problema che possano verificarsi *crowding* e *boarding*. Risulta utile contestualizzare i problemi di sovraffollamento e *boarding* all'interno del pronto soccorso della Fondazione I.R.C.C.S. Policlinico San Matteo. Questa struttura è caratterizzata da una media di circa 50000 - 55000 accessi all'anno. Per meglio comprendere come si possa evolvere *crowding* sono stati prese in considerazione diverse giornate non consecutive per ogni giorno settimanale. In particolare, per ogni giorno della settimana (lunedì, martedì etc) ne sono stati considerati quattro al mese per gli ultimi 12 mesi, quindi, ad esempio, il primo, secondo, terzo e quarto lunedì di Gennaio, per ogni mese a da Settembre 2014 a Settembre 2015. Ciò è stato fatto estraendo i dati dal sistema informativo di pronto soccorso (PIESSE). Per ognuna di queste sono stati presi in considerazione gli accessi avvenuti ogni due ore, così da avere dati abbastanza aggregati da renderli

fruibili ma allo stesso tempo abbastanza granulari da escludere perdite di informazioni.

In questo modo si è creato un insieme di dati strutturato in modo tale che ad ogni giorno settimanale (lunedì, martedì, mercoledì giovedì, venerdì, sabato e domenica) fossero registrati gli accessi avvenuti ogni due ore su diversi giorni. Un estratto è riportato in Tabella 4.1

Fasce orarie	17-gen	14-feb	21-mar
00h-2h	1	3	2
2h-4h	0	1	2
4h-6h	0	1	1
6h-8h	1	1	3
8h-10h	1	2	1
10h-12h	3	4	5
12h-14h	1	2	2
14h-16h	2	1	4
16h-18h	2	4	2
18h-20h	5	6	2
20h-22h	0	4	1
22h-24h	5	3	0

Tabella 4.1: estratto tabella accessi giornata sabato

Di questi dati si è presa in considerazione la media degli accessi per le diverse fasce orarie, in modo da determinare il numero medio di accessi nelle diverse fasce orarie dei diversi giorni della settimana, rendendo possibile determinare anche gli accessi medi rispetto ai diversi giorni della settimana e la media giornaliera.

La media giornaliera di accessi in pronto soccorso è pari a 147 accessi/giorno ( $\sigma = 20$ ), corrispondente a 53655 accessi/anno ( $147[\text{accessi/giorno}] * 365[\text{giorni/anno}] = 53655[\text{accessi/anno}]$  in media), coerente con la media di accessi dichiarata compresa tra 50000 e 55000 accessi/anno. Analizzando come il numero medio di accessi si distribuisca sui diversi giorni della settimana si ottiene quanto riportato in Figura 4.1. Si evince come nei giorni infrasettimanali vi sia mediamente un afflusso più alto rispetto al week end. Per le giornate di lunedì, martedì, mercoledì, giovedì e venerdì i valori sono compresi tra un minimo di accessi di 150 e un valore massimo di 160.

Le giornate di sabato e domenica fanno invece registrare valori pari rispettivamente a 122 e 133 accessi al giorno (Tabella 4.2).

Tale distribuzione è ragionevole considerando che durante la settimana, a causa della maggiore operosità delle persone, aumenti la probabilità di necessità di cure emergenziali.

Il week end risulta invece essere il periodo della settimana meno impegnato, il che plausibilmente riduce la probabilità di doversi recare in pronto soccorso.

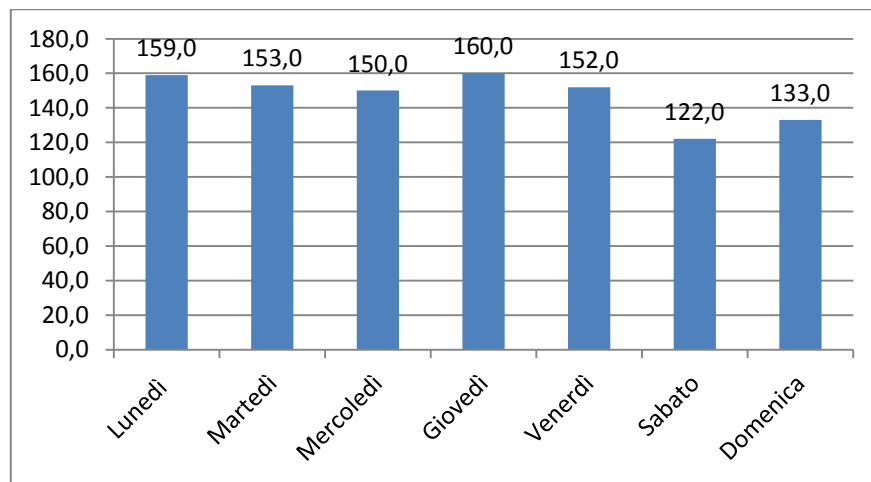


Figura 4.1: media accessi dei giorni settimanali

In questo modo si ha una misura degli accessi medi nei diversi giorni della settimana, senza che però vengano fornite indicazioni riguardo come tali accessi si distribuiscono nell'arco della giornata. Per avere una misura di ciò si è provveduto, come dichiarato precedentemente, a determinare il numero medio di accessi in fasce orarie di due ore per i diversi giorni della settimana. Per meglio caratterizzare l'evoluzione nell'arco della giornata si è optato per la determinazione di una curva di regressione polinomiale di quarto grado che, grazie ai tre punti a derivata nulla associati, potesse fornire indicazioni riguardo come si evolvano gli afflussi durante le tre macrofasi della giornata, cioè il suo inizio (dalla mezzanotte alle otto), la fascia centra (dalle otto alle sedici) e il fine giornata (dalle sedici a mezzanotte).

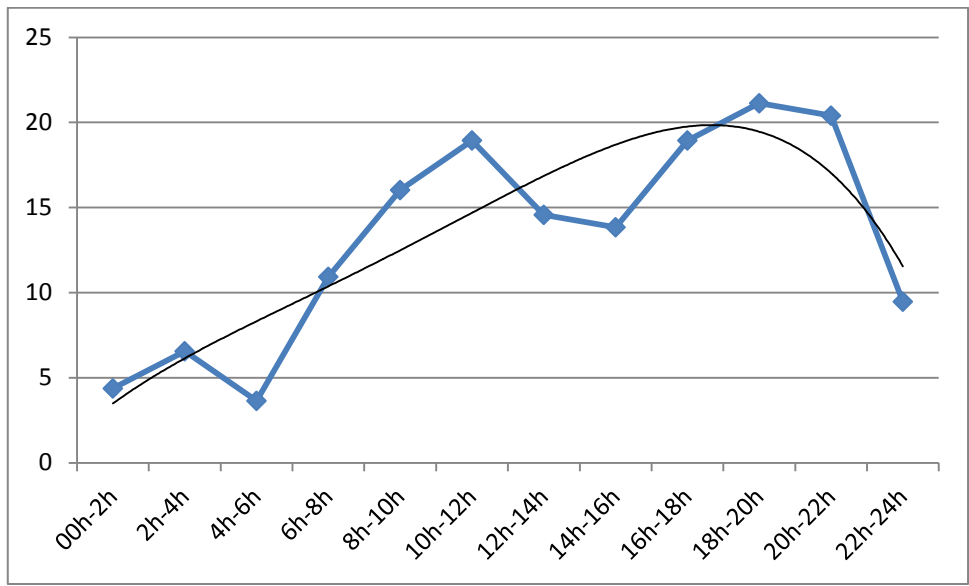


Figura 4.2: accessi giornalieri lunedì

In Figura 4.2 è riportato come si distribuiscono gli accessi nelle diverse fasce orarie della giornata di lunedì. Questa giornata è caratterizzata da un minimo di accessi nelle ore iniziali della giornata, destinati a crescere quasi costantemente durante la giornata, per poi decrescere nuovamente quando volge al termine. Una situazione differente si prospetta analizzando quanto avviene nella giornata di martedì.

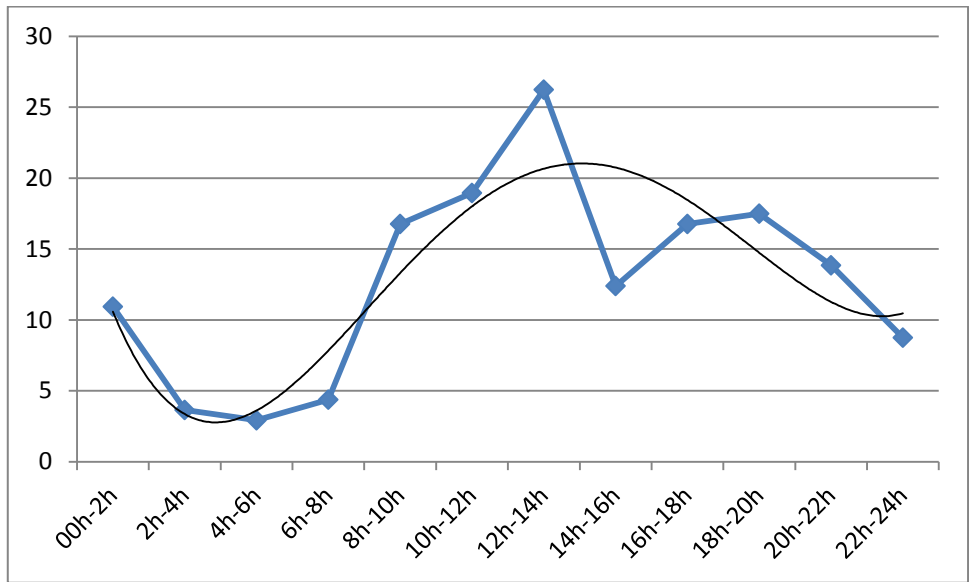


Figura 4.3: distribuzione giornaliera accessi martedì

Da quanto riportato in Figura 4.3 si evince come anche per questa giornata si possa riscontrare una fase iniziale con pochi accessi, seguita da un incremento nella fascia centrale e una decrescita negli orari di fine giornata. Tale andamento risulta essere più variabile rispetto a quanto riscontrato per la giornata di lunedì, caratterizzata un incremento quasi costante lungo la giornata. Nella giornata di martedì invece si riscontra un minimo di accessi nelle prime ore del mattino, per poi crescere fino a raggiungere il massimo nelle ore centrali del pomeriggio facendo poi registrare una diminuzione verso la fase finale della giornata. Un andamento di questo genere è coerente con quanto avviene durante la giornata: nelle ore iniziali la maggioranza della popolazione dorme. Durante il giorno aumentano gli spostamenti e le possibilità di dover ricorrere a cure emergenziali, che diminuiscono col termine della giornata e delle attività svolte dalla popolazione. Un andamento molto simile si ritrova analizzando quanto accade nella giornata di mercoledì, come riportato in Figura 4.4

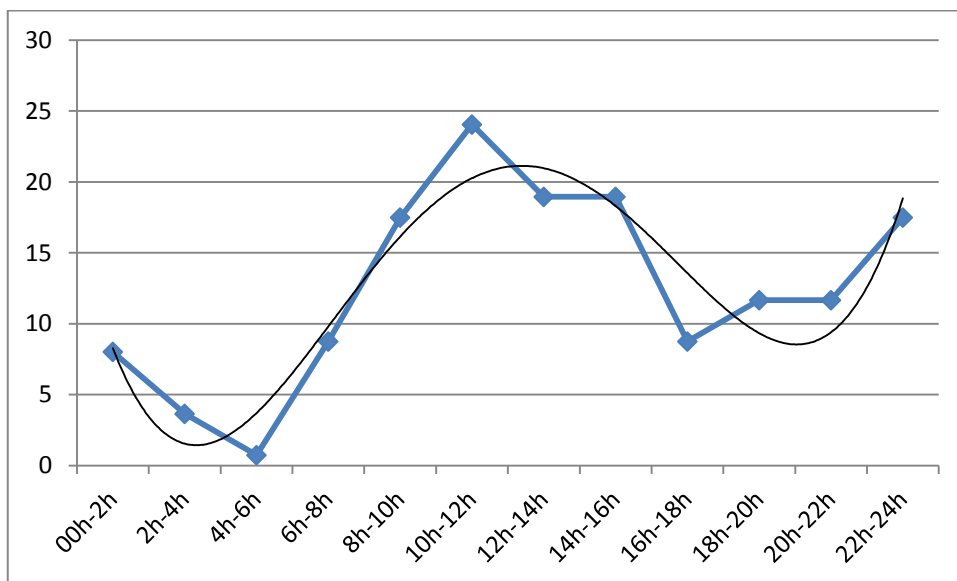


Figura 4.4: distribuzione giornaliera accessi mercoledì

In questa giornata si evidenzia un andamento simile a quello riscontrato per martedì, con tuttavia una differenza nella fase finale di giornata. In questo caso è infatti caratterizzata da un nuovo incremento degli accessi.



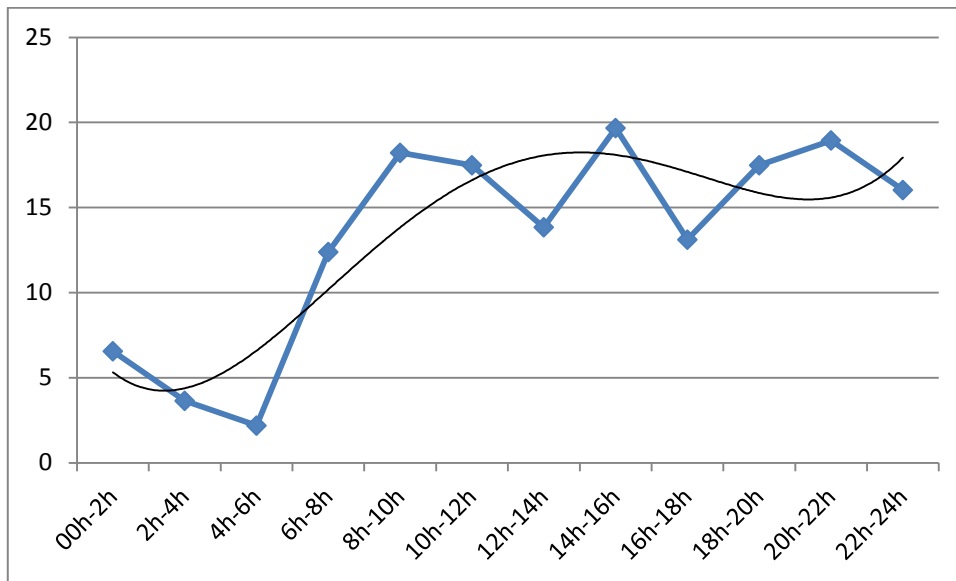


Figura 4.5: distribuzione giornaliera accessi giovedì

Per quanto riguarda la giornata di giovedì si registra un minimo a inizio giornata con un incremento nelle fasce centrali, seguito da una riduzione degli accessi, destinati ad aumentare nuovamente verso fine giornata. Come riportato in Figura 4.5 si nota come le fasce centrali e finali della giornata siano caratterizzate da variazioni di entità minore rispetto alla giornata precedente, delineando una situazione di maggiore stabilità degli accessi. Prendendo in considerazione la giornata di venerdì si nota come le considerazioni fatte per le giornate di mercoledì e giovedì siano ancora valide.

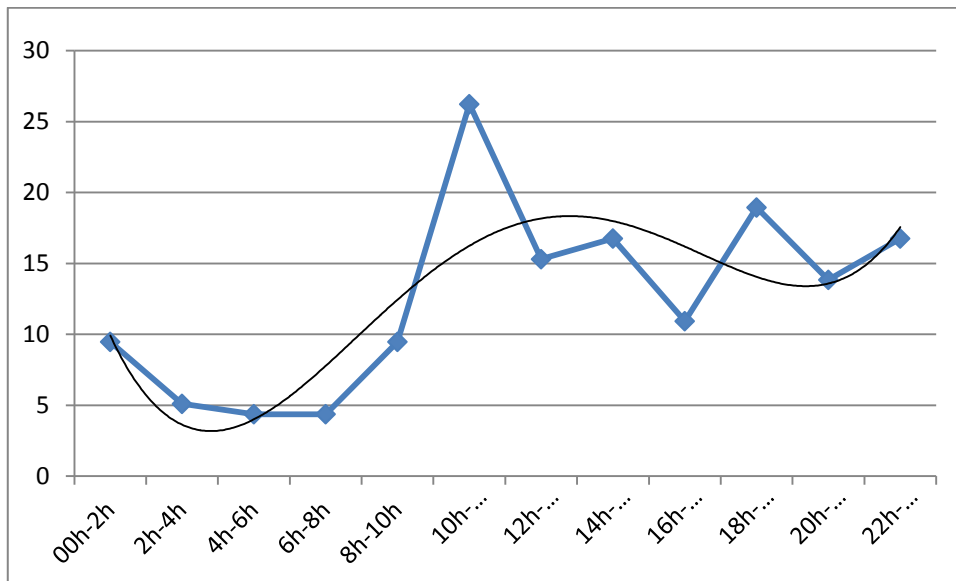


Figura 4.6:distribuzione accessi giornalieri venerdì

Come evidenziato in Figura 4.6 anche in questo caso si riscontra un andamento crescente nelle ore iniziali e centrali della giornata, caratterizzato poi da variazioni di entità contenute nelle fasce orarie di fine giornata tranne un picco registrato tra le 10 e le 12.

Per quanto riguarda le giornate di fine settimana si nota come i valori siano mediamente inferiori rispetto a quelli riscontrati per i giorni infrasettimanali, in accordo con quanto evidenziato in Figura 4.1. Per quanto concerne sabato, l'andamento degli accessi è simile a quello riscontrato per la giornata di giovedì (Figura 4.5)

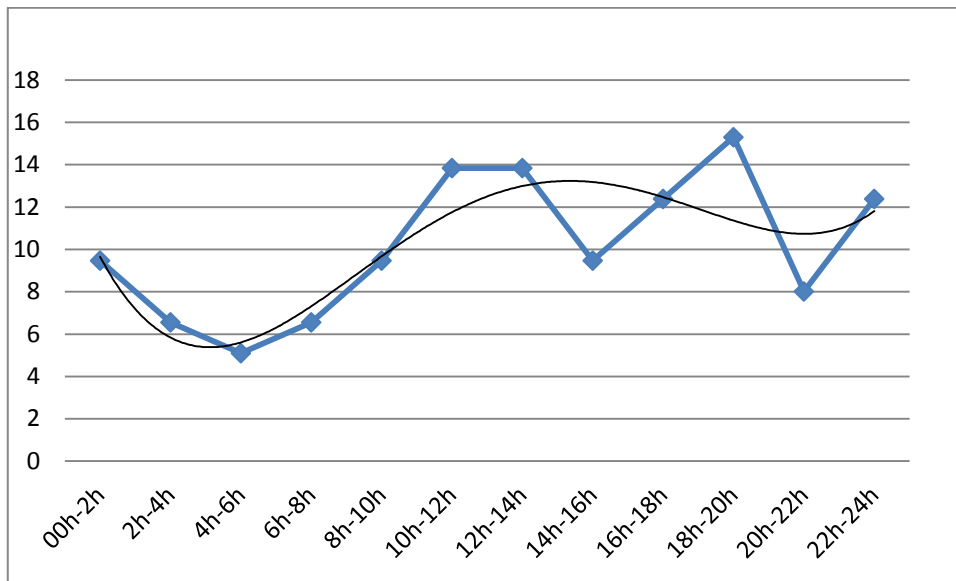


Figura 4.7: distribuzione accessi giornalieri sabato

Come si riscontra in Figura 4.7 anche in questo caso si ha un minimo nelle ore iniziali della giornata, destinato a crescere durante le fasce centrali con variazioni irregolari nelle ultime fasce della giornata. Situazione diversa rispetto quanto riscontrato nella giornata di domenica. Come si evince da quanto riportato in Figura 4.8 si ha un minimo di accessi nelle prime ore della giornata, per poi subire un incremento durante le ore mattutine fino a un massimo nelle ore centrali della mattina. A seguito di ciò si riscontra una situazione instabile destinata a diminuire giunti a fine giornata.

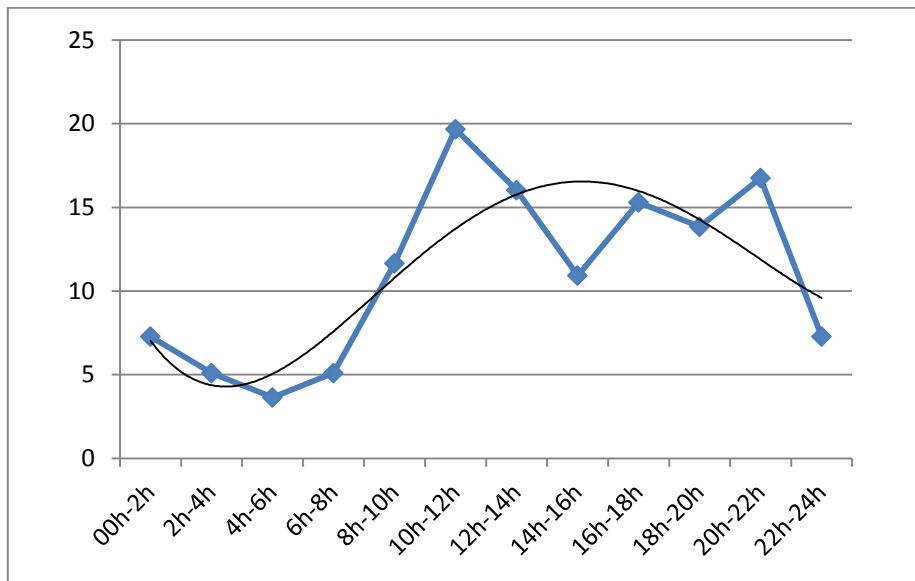


Figura 4.8: distribuzione accessi giornalieri domenica

Da quanto esposto si nota come il profilo settimanale degli accessi in pronto soccorso è divisibile in due gruppi: giornate infrasettimanali e fine settimana, le prime caratterizzate da un numero di accessi mediamente maggiore rispetto al secondo gruppo. Per quanto concerne i profili giornalieri si possono riconoscere andamenti comuni. Tutti i giorni sono caratterizzati da un inizio di giornata a basso numero di accessi, i quali aumentano durante la giornata raggiungendo un massimo nelle ore centrali o di inizio di serata, per poi assestarsi su valori mediani. I diversi giorni sono tuttavia caratterizzati da diversa variabilità e *range* di valori assunti, come riportato in Tabella 4.2

Accessi	Media	Varianza	Intervallo di confidenza 95%	Massimo	Minimo
Lunedì	159	38	±1,7	21	4
Martedì	153	50	±1,9	26	3
Mercoledì	150	48	±1,9	24	1
Giovedì	160	37	±1,6	20	2
Venerdì	152	44	±1,8	26	4
Sabato	122	11	±0,9	15	5
Domenica	133	28	±1,4	20	4
Aggregato	147	37	±3,5	22 (26)	3(1)

Tabella 4.2: riassuntiva caratteristiche accessi

## 4.2 Rilevazione percezioni

Le rilevazioni delle percezioni sono state effettuate secondo le modalità esposte nella sezione ad esse dedicata nel capitolo Metodologia.

### 4.2.1 Rilevazione delle percezioni: Qualità dati

La qualità dei dati relativi alle percezioni raccolte in una prima analisi può essere stimata andando a guardare la numerosità degli stessi, quanti siano i dati mancanti e quale sia la distribuzione temporale dei dati rilevati. Altri dati interessanti da rilevare sono quelli relativi a quali zone del pronto soccorso siano state quelle con maggiore rilevazioni e quali figure professionali abbiano maggiormente aderito, in rapporto anche al numero degli operatori di pronto soccorso.

- Prima settimana

La prima settimana di rilevazioni delle percezioni di *crowding* si è svolta nei giorni da Venerdì 24 Aprile 2015 a Venerdì 1 Maggio 2015. In questa settimana sono state compilate 137 schede. Aggregando tali schede per orario e giorno, essendo sei rilevazioni al giorno (relativamente agli orari delle 04:00, 08:00, 12:00, 16:00, 20:00, 24:00) per un periodo di otto giorni (da venerdì a venerdì) si dovrebbero avere di 48 rilevazioni. Come evidenziato dalla Tabella 4.3 ne sono disponibili 45, determinando una disponibilità dei dati del 93,75% e un numero di dati mancanti pari a 3, relativamente alle 04:00 di Martedì 28/04/2015 e alle 16:00 e alle 20:00 di Giovedì 30/04/2015, determinando una percentuale di *missing* pari al 6,25%.

Dati Totali	48
Dati Available	45
Dati Missing	3
% Available	93,75%
% Missing	6,25%

Tabella 4.3: numerosità dati prima settimana

Ulteriori considerazioni riguardo le cause di mancanza di percezioni con riferimento alle Tabella 4.19 e Tabella 4.20.

Analizzando le giornate a livello aggregato, si può vedere come il numero di schede compilate a livello giornaliero non sia costante (Tabella 4.4). Si riscontra un trend decrescente nei primi cinque giorni, seguito da un repentino incremento il sesto giorno per poi decrescere nuovamente.

<b>Giorno</b>	<b>Numero rilevazioni</b>	<b>%</b>
<b>24/04/2015</b>	26	18,98%
<b>25/04/2015</b>	20	14,60%
<b>26/04/2015</b>	18	13,14%
<b>27/04/2015</b>	12	8,76%
<b>28/04/2015</b>	11	8,03%
<b>29/04/2015</b>	20	14,60%
<b>30/04/2015</b>	16	11,68%
<b>01/05/2015</b>	14	10,22%
<b>TOTALE</b>	137	

Tabella 4.4: moduli compilati giornalmente prima settimana

Discriminando su quali siano stati gli orari con maggiore disponibilità di dati, si può notare come non vi sia una particolare distribuzione. Come riportato in Tabella 4.5 il numero di rilevazioni è sostanzialmente costante tra i diversi orari, tranne un minimo alle 12:00:

<b>Orario</b>	<b>Numero Rilevazioni</b>	<b>%</b>
<b>04:00</b>	25	18,25%
<b>08:00</b>	24	17,52%
<b>12:00</b>	17	12,41%
<b>16:00</b>	25	18,25%
<b>20:00</b>	22	16,06%
<b>24:00</b>	24	17,52%

Tabella 4.5: moduli compilati per fascia oraria prima settimana

Questa minore disponibilità di dati relativi a quell'orario è probabilmente da ricercarsi in cause di natura organizzativa (turnazione del personale) o a fattori esogeni alle dinamiche di pronto soccorso (prossimità con orario di pranzo). Analizzando i dati NEDOCS relativi a tale orario, non si evidenziano situazioni particolari che potessero influenzare l'adesione alla compilazione delle schede.

Analizzando come si siano distribuite le compilazioni tra i diversi operatori (Tabella 4.6) si può vedere come siano stati gli IP a fornire la maggior parte delle rilevazioni, con un ruolo minore lasciato ai medici e uno marginale agli OSS. Ulteriori considerazioni relative alla partecipazione sono riportate con riferimento alla Tabella 4.25.

<b>Ruolo</b>	<b>Numero rilevazioni</b>	<b>%</b>
<b>Medico</b>	48	35,04%
<b>IP</b>	80	58,39%
<b>OSS</b>	9	6,57%

Tabella 4.6: moduli compilati per figura professionale prima settimana

Con i dati forniti dalle rilevazioni si può infine andare a vedere quale sia stata la distribuzione delle percezioni di sovraffollamento nelle diverse zone di pronto soccorso, che per le rilevazioni delle percezioni sono state raggruppate in triage, OBI (osservazione breve), bassa intensità (zona codici bianchi e verdi) e media-alta intensità (zona codici gialli e rossi).

Zona	Numero rilevazioni	%
<b>Triage</b>	28	20,44%
<b>OBI</b>	43	31,39%
<b>Bassa intensità</b>	36	26,28%
<b>Medio-Alta intensità</b>	30	21,90%

Tabella 4.7: moduli compilati per zona prima settimana

Come riportato in Tabella 4.7 la zona che ha fornito il maggior numero di osservazioni è stata la OBI, mentre le due con il minor numero sono state triage e zona a medio-alta intensità (la seconda plausibilmente a causa della criticità della zona stessa)

Si può dunque notare come ci sia una distribuzione abbastanza uniforme delle rilevazioni per quanto riguarda le dimensioni precedentemente prese in analisi, eccezion fatta per la parte riguardante quali figure professionali abbiano maggiormente partecipato. Tale discrepanza è tuttavia giustificata dal diverso numero di personale per categoria: gli IP presenti in ogni turno sono 17, 5 i medici e 4 gli OSS. Sarebbe dunque coerente una numerosità di moduli compilati dagli IP di tre volte superiore rispetto a quelli delle altre figure professionali.

- Seconda settimana

La seconda settimana di rilevazioni delle percezioni di sovraffollamento degli operatori in pronto soccorso si è svolta nei giorni da Venerdì 29 Maggio 2015 a Venerdì 5 Giugno 2015. Tale settimana è stata scelta anche per rendere meglio confrontabili le prime due tranche di rilevazioni, contendendo entrambe un giorno festivo (rispettivamente 25 aprile e 2 giugno). Le modalità con cui sono state effettuate le rilevazioni sono le medesime della prima settimana.

Per quanto riguarda questa tranche di rilevazioni si è riscontrata una minore partecipazione del personale, permettendo una raccolta di un totale di 98 schede.

Questa diminuzione di partecipazione e conseguente diminuzione delle rilevazioni di percezione di *crowding* ha causato un incremento dei dati mancanti.



Non si hanno a disposizione dati per quanto riguarda:

- 29/05 negli orari delle 04:00, 08:00, 12:00 e 20:00
- 31/05 alle 04:00
- 01/06 alle 04:00 e 12:00
- 02/06 alle 20:00
- 05/06 alle 04:00, 12:00, 16:00 e 24:00

<b>Dati Totali</b>	<b>48</b>
<b>Dati Available</b>	36
<b>Dati Missing</b>	12
<b>% available</b>	75,0%
<b>% missing</b>	25,0%

Tabella 4.8: moduli compilati seconda settimana

Si può dunque vedere, come evidenziato in Tabella 4.8, come sia incrementato il numero di dati mancanti (da un 6,25% a un 25%) e una conseguente diminuzione della disponibilità di dati ( che cala da un 93,25% a un 75%)

La causa di tale diminuzione di adesione alla compilazione delle schede non è chiaramente identificabile. Ulteriori considerazioni riguardo le cause di mancanza di percezioni con riferimento alle Tabella 4.19 e Tabella 4.20.

Utilizzando lo stesso *framework* di analisi dei dati utilizzato per la prima settimana si può vedere come la distribuzione delle percezioni sui giorni, sia abbastanza irregolare, con uno sbilanciamento a favore di determinate giornate e altre caratterizzate da forte mancanza di dati (Tabella 4.9)

<b>Giorno</b>	<b>Numero rilevazioni</b>	<b>%</b>
<b>29/05/2015</b>	5	5,10%
<b>30/05/2015</b>	28	28,57%
<b>31/05/2015</b>	13	13,27%
<b>01/06/2015</b>	9	9,18%
<b>02/06/2015</b>	18	18,37%
<b>03/06/2015</b>	15	15,31%
<b>04/06/2015</b>	8	8,16%
<b>05/06/2015</b>	2	2,04%
<b>TOTALE</b>	98	100,00%

Tabella 4.9: moduli compilati giornalmente seconda settimana

Per quanto concerne la distribuzione sulle diverse fasce orarie (Tabella 4.10), si può notare come sia abbastanza uniforme, tranne un lieve calo in media alle 4 e alle 20.

<b>Orario</b>	<b>Numero Rilevazioni</b>	<b>%</b>
<b>04:00</b>	12	12,24%
<b>08:00</b>	18	18,37%
<b>12:00</b>	18	18,37%
<b>16:00</b>	19	19,39%
<b>20:00</b>	13	13,27%
<b>24:00</b>	18	18,37%

Tabella 4.10: moduli compilati per orario seconda settimana

Andando ad analizzare quali ruoli abbiano maggiormente contribuito, si nota come gli OSS rimangano la classe che ha contribuito in misura minore. Si nota però un notevole incremento percentuale dei medici della partecipazione dei medici, contestualmente ad una forte diminuzione per quanto concerne gli IP (Tabella 4.11).

<b>Ruolo</b>	<b>Numero rilevazioni</b>	<b>%</b>
<b>Medico</b>	46	46,94%
<b>IP</b>	37	37,76%
<b>OSS</b>	15	15,31%

Tabella 4.11: moduli compilati per figura professionale

Analizzando la distribuzione delle rilevazioni tra diverse zone (Tabella 4.12), si può vedere come la situazione si sia ridistribuita grazie ad un incremento del contributo relativo alla zona a media-alta intensità:

<b>Zona</b>	<b>Numero rilevazioni</b>	<b>%</b>
<b>TRIAGE</b>	18	18,37%
<b>OBI</b>	28	28,57%
<b>BASSA INTENSITA</b>	21	21,43%
<b>MEDIO-ALTA INTESITA</b>	31	31,63%

Tabella 4.12: moduli compilati per zona seconda settimana

- Terza settimana

La terza settimana di rilevazioni si è svolta nei giorni da Lunedì 27 Luglio 2015 a Domenica 02 Agosto 2015. Le modalità di rilevazioni adottate sono le medesime utilizzate nelle altre settimane. In quest'ultima sessione di rilevazioni si è riscontrato un ulteriore calo di adesione alla compilazione delle tabelle, il cui valore è calato a 70 schede compilate. Tale diminuzione ha ulteriormente intaccato la disponibilità di dati. Come si evince da quanto riportato in Tabella 4.13 delle 42 rilevazioni teoricamente disponibili (6 rilevazioni giornaliere su 7 giorni; è stata compiuta su 7 e non 8 giorni come fatto precedentemente per problemi tecnici di impossibilità a continuare anche l'ottavo giorno) ne sono disponibili 37, determinando una disponibilità di dati pari a 73.8% e un conseguente valore di missing pari a 26.2% .

<b>Dati Totali</b>	<b>42</b>
<b>Dati Available</b>	31
<b>Dati Missing</b>	11
<b>% available</b>	73,8%
<b>% missing</b>	26,2%

Tabella 4.13: moduli compilati terza settimana

Per quanto riguarda questa settimana i dati mancanti riguardano:

- 27/07 negli orari : 04:00, 08:00 e 12:00
- 29/07 alle 24
- 30/07 alle 04:00
- 31/07 alle 12
- 01/08 negli orari: 12:00, 16:00 e 24:00
- 02/08 negli orari delle 04:00 e 24:00

Come nei casi precedenti la causa di tale diminuzione di compilazione delle schede non è chiara ma potrebbe essere attribuibile a una diminuzione di partecipazione da parte degli operatori verso la rilevazione della loro percezione di *crowding* del pronto soccorso. Ulteriori considerazioni riguardo le cause di mancanza di percezioni con riferimento alle Tabella 4.19 e Tabella 4.20.

Utilizzando nuovamente il *framework* indicato precedentemente si può vedere, come evidenziato in Tabella 4.14, come la distribuzione delle schede compilate sia irregolare. Dopo un inizio con poche schede compilate, vi è stato un aumento dell'adesione (forse a causa di un sollecitamento) per poi a diminuire nuovamente. Il 01/08 risulta essere il giorno con meno schede compilate, ma questo potrebbe essere dovuto a una situazione critica di sovraffollamento che ha impegnato in maniera straordinaria il personale: tutti i moduli compilati in tale giornata segnalavano un valore pari a 200, corrispondente al massimo valore di sovraffollamento percepito.

<b>Giorno</b>	<b>Numero rilevazioni</b>	<b>%</b>
<b>27/07/2015</b>	7	10,00%
<b>28/07/2015</b>	25	35,71%
<b>29/07/2015</b>	9	12,86%
<b>30/07/2015</b>	10	14,29%
<b>31/07/2015</b>	6	8,57%
<b>01/08/2015</b>	5	7,14%
<b>02/08/2015</b>	8	11,43%
<b>TOTALE</b>	70	100,00%

Tabella 4.14: moduli compilati giornalieri terza settimana

Per quanto riguarda la distribuzione oraria delle rilevazioni si può notare come ci siano stati dei cambiamenti rispetto alle settimane precedenti. In questa sessione infatti non si riscontra la sostanziale uniformità osservata precedentemente. Si può vedere (Tabella 4.15) come ci siano stati determinate fasce orarie con maggior numero di schede compilate (8, 16, 20) e altre in cui il numero risulta essere più esiguo (4, 12, 24). Per quanto riguarda le 12 una diminuzione rispetto agli altri orari si era presentata anche durante la prima settimana. Per quanto riguarda gli orari delle 4 e delle 24 la causa potrebbe essere dovuta ad un calo del *commitment* del personale unito alla "scomodità" o mancanza di supervisione durante quegli orari.

<b>Orario</b>	<b>Numero Rilevazioni</b>	<b>%</b>
<b>04:00</b>	6	6,12%
<b>08:00</b>	19	19,39%
<b>12:00</b>	9	9,18%
<b>16:00</b>	12	12,24%
<b>20:00</b>	16	16,33%
<b>23:59</b>	8	8,16%

Tabella 4.15: moduli compilati per orario terza settimana

Analizzando quali ruoli abbiamo maggiormente contribuito alla rilevazioni di *crowding*, Tabella 4.16, si può vedere come il contributo dei medici abbia subito un ulteriore incremento percentuale, come anche quello fornito dagli IP, leggermente in crescita rispetto alla seconda settimana. L'apporto fornito dagli oss invece risulta in calo, sia in termini percentuali, sia in assoluti.

<b>Ruolo</b>	<b>Numero rilevazioni</b>	<b>%</b>
<b>Medico</b>	38	54,29%
<b>IP</b>	27	38,57%
<b>OSS</b>	5	7,14%

Tabella 4.16: moduli compilati per ruolo terza settimana

Analizzando come le rilevazioni di *crowding* si siano distribuite tra le varie zone del pronto soccorso (Tabella 4.17) si riscontra come l'area che ha contribuito maggiormente è quella a bassa intensità, a causa della maggiore afflusso di pazienti e, di conseguenza, di personale richiesto in quella zona. Le altre zone, necessitando di minor personale, contribuiscono di conseguenza in misura minore, soprattutto il triage, con un solo infermiere in servizio nel box-triage.

<b>Zona</b>	<b>Numero rilevazioni</b>	<b>%</b>
<b>Triage</b>	8	11,43%
<b>OBI</b>	18	25,71%
<b>Bassa intensità</b>	29	41,43%
<b>Medio-alta intensità</b>	15	21,43%

Tabella 4.17: moduli compilati per zona terza settimana

- Livello aggregato

In totale sono stati compilati 305 moduli. Aggregando rispetto agli orari di rilevazione si ottengono i risultati esposti in Tabella 4.18.

<b>Dati Totali</b>	<b>138</b>
<b>Dati Available</b>	112
<b>Dati Missing</b>	26
<b>% available</b>	81,2%
<b>% missing</b>	18,8%

Tabella 4.18: moduli compilati totali

Andando a riprendere quanto analizzato a riguardo per le singole settimane (Tabella 4.3: numerosità dati prima settimana, Tabella 4.8, Tabella 4.13) si può vedere come questo valore di disponibilità non rispecchi quanto mediamente successo nelle tre sessioni di rilevazione. Si è infatti riscontrato un forte calo della disponibilità di dati, passando da un valore pari a circa 94% fino ad un valore inferiore al 74%. Tale decremento (-19% tra la prima e la seconda settimana e -1% dalla seconda alla terza) è stato presumibilmente causato da un calo dell'impegno e della partecipazione da parte degli operatori, unitamente, forse, ad una comunicazione delle finalità non adeguata: il personale, meno coinvolto ha ridotto la propria partecipazione. Indagando se si fossero verificate situazioni particolari nei momenti corrispondenti alle rilevazioni mancanti si è evinto come ciò non fosse verificato. Da quanto riportato in Tabella 4.19: valori NEDOCS corrispondenti a percezioni mancanti si vede come i valori NEDOCS corrispondenti ai dati di percezione mancanti, non facciano registrare valori che possano spiegare la mancata compilazione dei moduli in termini, per esempio, di mancanza di tempo. Si nota infatti come solo nel 31% vi siano casi in cui il valore è superiore alla media e comunque sempre inferiore rispetto al massimo registrato per i moduli compilati.

Data		NEDOCS
28/04/2015	04:00	52,71
30/04/2015	16:00	113,20
30/04/2015	20:00	94,76
29/05/2015	04:00	34,32
29/05/2015	08:00	45,23
29/05/2015	12:00	72,50
29/05/2015	20:00	57,35
31/05/2015	04:00	54,11
01/06/2015	04:00	33,52
01/06/2015	12:00	100,04
02/06/2015	20:00	59,13
05/06/2015	04:00	59,15
05/06/2015	12:00	108,49
05/06/2015	16:00	97,31
05/06/2015	24:00:00	59,72
27/07/2015	04:00	43,70
27/07/2015	08:00	64,95
27/07/2015	12:00	121,24
29/07/2015	24:00:00	80,68
30/07/2015	04:00	48,81
31/07/2015	12:00	87,75
01/08/2015	12:00	54,35
01/08/2015	16:00	38,83
01/08/2015	24:00:00	43,22
02/08/2015	04:00	46,23
02/08/2015	24:00:00	68,38

Tabella 4.19: valori NEDOCS corrispondenti a percezioni mancanti

Altri fattori contingenti che non concorrono direttamente nel calcolo del NEDOCS ma che possono influenzare la percezione di sovraffollamento e la mancata compilazione dei moduli sono:



- Numero pazienti in attesa per i diversi codici colore
- Tempo massimo di attesa per i diversi codici colore
- Numero di pazienti in trattamento per i diversi codici colore

I valori di questi fattori in corrispondenza delle date e degli orari relativi alle percezioni mancanti risultano, la maggior parte delle volte, approssimabili o addirittura minori rispetto alla media. In alcuni casi si sono registrati valori superiori alla media. Le frequenze associate a tali valori permettono tuttavia di affermare come tali valori non siano correlati con la mancanza di una percezione.

PZ_ATTESO	PZ_ATTESA _VERDE	PZ_ATTESA _GIALLO	PZ_ATTESA _ROSSO	TEMPO_MASSIMO _BIANCO	TEMPO_MASSIMO _VERDE	TEMPO_MASSIMO _GIALLO	TEMPO_MASSIMO _ROSSO	PZ_TRATTAMENTO _BIANCO	PZ_TRATTAMENTO _VERDE	PZ_TRATTAMENTO _GIALLO	PZ_TRATTAMENTO _ROSSO
34,62%	38,46%	26,92%	3,85%	26,92%	34,62%	15,38%	3,85%	30,77%	38,46%	38,46%	23,08%

Tabella 4.20: frequenza fattori contingenti maggiori della media

Come evidenziato in Tabella 4.20 i fattori più frequentemente superiori alla media (del parametro considerato) sono il numero di codici verdi in attesa e il numero di pazienti in trattamento per i codici gialli e verdi. La frequenza massima in cui il valore è superiore alla media è il 38.46%, delineando come sia poco plausibile che siano questi fattori ad aver causato o influenzato la mancanza di percezioni. Considerando il numero di schede compilate per giorno (Tabella 4.21) si può vedere come, dopo una prima settimana caratterizzata da una variabilità abbastanza limitata, il numero di schede compilate giornalmente subisca variazioni anche elevate.

<b>Giorno</b>	<b>Numero rilevazioni</b>	<b>%</b>
<b>venerdì 24 aprile 2015</b>	26	8,52%
<b>sabato 25 aprile 2015</b>	20	6,56%
<b>domenica 26 aprile 2015</b>	18	5,90%
<b>lunedì 27 aprile 2015</b>	12	3,93%
<b>martedì 28 aprile 2015</b>	11	3,61%
<b>mercoledì 29 aprile 2015</b>	20	6,56%
<b>giovedì 30 aprile 2015</b>	16	5,25%
<b>venerdì 1 maggio 2015</b>	14	4,59%
<b>venerdì 29 maggio 2015</b>	5	1,64%
<b>sabato 30 maggio 2015</b>	28	9,18%
<b>Domenica 31 maggio 2015</b>	13	4,26%
<b>lunedì 1 giugno 2015</b>	9	2,95%
<b>martedì 2 giugno 2015</b>	18	5,90%
<b>mercoledì 3 giugno 2015</b>	15	4,92%
<b>giovedì 4 giugno 2015</b>	8	2,62%
<b>venerdì 5 giugno 2015</b>	2	0,66%
<b>lunedì 27 luglio 2015</b>	7	2,30%
<b>martedì 28 luglio 2015</b>	25	8,20%
<b>mercoledì 29 luglio 2015</b>	9	2,95%
<b>giovedì 30 luglio 2015</b>	10	3,28%
<b>venerdì 31 luglio 2015</b>	6	1,97%
<b>sabato 1 agosto 2015</b>	5	1,64%
<b>domenica 2 agosto 2015</b>	8	2,62%

Tabella 4.21: moduli compilati giornate aggregate

Come visibile graficamente nella Figura 4.9, si può notare che, nonostante il numero di schede compilate sia molto variabile, si possono riscontrare dei trend simili lungo l'orizzonte temporale di rilevazione.

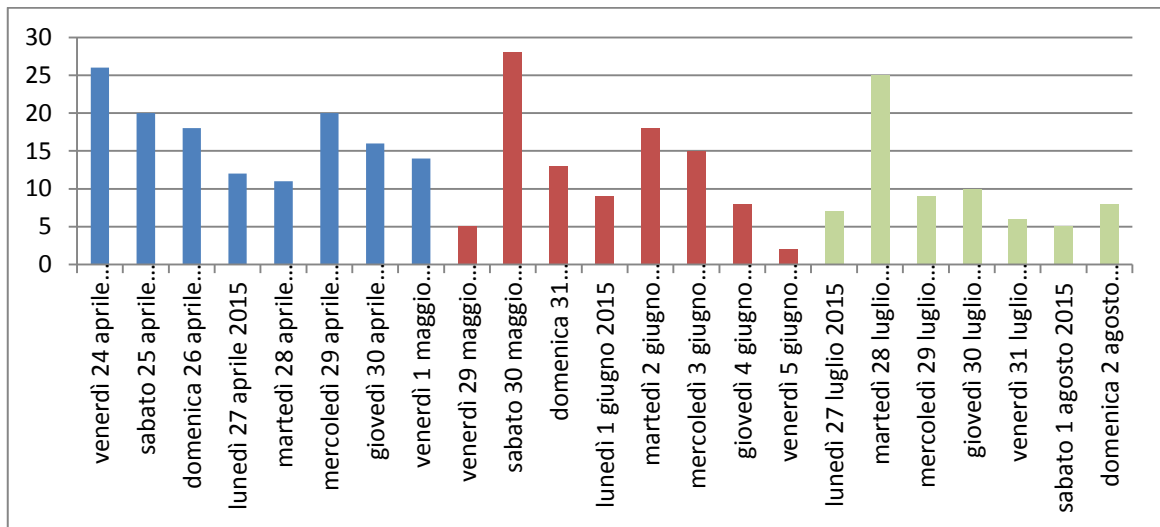


Figura 4.9: grafico numero rilevazioni

In ognuna delle tre le settimane è visibile come ci sia stato un andamento ricorrente, caratterizzato da un periodo di diminuzione o con bassa adesione alla compilazione moduli, vi sia stato un picco (molto minore per la terza settimana), seguito da una successiva diminuzione. Per quanto riguarda la prima settimana l'inizio corrisponde al massimo numero di schede compilate, fatto attribuibile al forte spinta iniziale. Dal secondo giorno tuttavia si nota un calo del numero di moduli compilati, che subisce poi un incremento il sesto giorno per poi diminuire nuovamente. Per quanto riguarda la seconda e la terza settimana, l'andamento è caratterizzato da forti similitudini e si discosta parzialmente da quello della prima settimana. In entrambe si nota come nel primo giorno (29/05 per la seconda settimana e 27/07 per la terza) siano stati compilati pochi moduli, mentre nel secondo giorno sia stato registrato un forte incremento delle compilazioni, corrispondente al massimo per la settimana. Per quanto riguarda la prima settimana un andamento di questo genere può essere spiegato dalla forte enfasi data alla compilazione delle schede di percezione a inizio del progetto, andata poi a scemare, per aumentare nuovamente a fronte di un intervento esterno che ha riportato l'attenzione sul compilare le schede. Per quanto concerne la seconda e terza settimana, l'inizio con bassa partecipazione del personale alla compilazione delle schede è attribuibile a una errata comprensione del personale, o ad una comunicazione non efficace, riguardo quando iniziasse la settimana di rilevazioni.

Il giorno successivo a fronte di un incitamento e di una maggiore supervisione, si sono registrati forti incrementi del numero di moduli compilati, a seguito dei quali è stato registrato un calo. Ciò può essere dovuto ad una diminuzione della supervisione unitamente ad un interesse sempre minore verso la compilazione dei moduli.

Per quanto concerne la distribuzione del numero di rilevazioni a livello aggregato, si possono riscontrare orari con maggiore adesione alla compilazione delle percezioni ed altri che si assestano su valori più esigui. Il maggior numero di percezioni è stato infatti rilevato nella fascia oraria delle 08:00, mentre il valore minimo si riscontra in corrispondenza delle 04:00. Come evidenziato in Tabella 4.22 gli orari delle 12, 16, 20 e 24 si assestano su valori intermedi, con valori paragonabili per le fasce orarie delle 16, 20 e 24. Per quanto riguarda le 12 si nota come il numero di moduli sia poco maggiore di quello delle 4. Una distribuzione di questo genere può essere giustificata dagli orari stessi. Tali orari siano stati scelti in corrispondenza degli orari di inizio e fine turno del personale con l'obiettivo di massimizzare la partecipazione alla compilazione dei moduli ed in modo da non interferire con il lavoro del il personale. Ciò nonostante risulta evidente come in alcuni gli operatori siano maggiormente predisposti alla compilazione dei moduli, meno in altri, fino a poter risultare un fastidio (ad esempio alle 12, orario di pranzo).

<b>Orario</b>	<b>Numero Rilevazioni</b>	<b>%</b>
<b>04:00</b>	43	14,10%
<b>08:00</b>	61	20,00%
<b>12:00</b>	44	14,43%
<b>16:00</b>	56	18,36%
<b>20:00</b>	51	16,72%
<b>24:00</b>	50	16,39%

Tabella 4.22: moduli compilati fasce orarie aggregato

Utilizzando nuovamente il *framework* utilizzato per le analisi svolte riguardo le singole settimane, prendendo in considerazione le rilevazioni per le diverse figure professionali (Tabella 4.23), si evince come siano stati gli infermieri a dare il maggior contributo.

Come esposto in Tabella 4.23: moduli compilati per ruolo aggregato i medici hanno fornito un numero di poco inferiore ( 132 contro le 144 degli IP) lasciando un ruolo solamente marginale agli OSS (con sole 29).

<b>Ruolo</b>	<b>Numero rilevazioni</b>	<b>%</b>
<b>Medico</b>	132	43,28%
<b>IP</b>	144	47,21%
<b>OSS</b>	29	9,51%

Tabella 4.23: moduli compilati per ruolo aggregato

Analizzando il numero di rilevazioni disaggregate, cioè considerando le rilevazioni riguardo le singole fasce orarie dei singoli giorni, si può riscontrare la situazione riportata in Figura 4.10

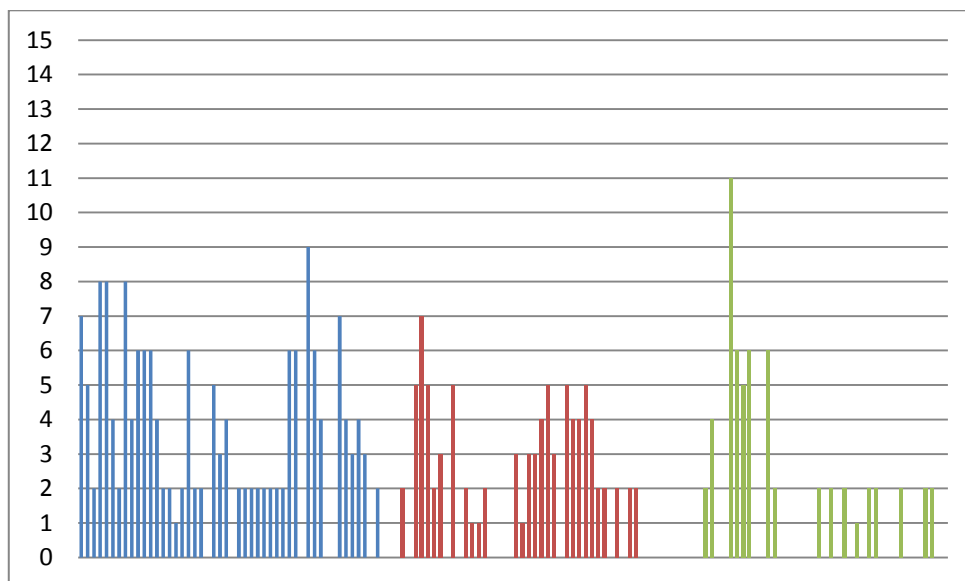


Figura 4.10: numero percezioni disaggregate

Si nota come nelle diverse settimane, evidenziate con colori diversi, vi sia un andamento simile. Nelle prime due in particolare si può notare una prima parte con alta adesione alla compilazione dei moduli, che risente di un calo nella parte centrale per terminare con un incremento del numero di compilazioni.

La terza settimana segue l'andamento delle prime due senza tuttavia far registrare un incremento nella parte finale.

Le percezioni basate su una sola percezione sono relative a:

- 26/04 alle 16
- 31/05 alle 12 e alle 16
- 01/06 alle 20
- 31/07 alle 16

Le altre sono basate su almeno due rilevazioni, con un massimo di 11 schede compilate, relativamente alle 8:00 del 28/07. Sono state considerate valide tutte le percezioni per le quali fossero disponibili almeno un modulo, come effettuato e validato da Jones et al. [2].

Ai valori relativi al contributo delle diverse figure professionali sono associabili diversi livelli di variabilità. I medici hanno contribuito in maniera relativamente stabile, con un calo significativo solo nella terza settimana, coerente con la riduzione di percezioni totali rilevate. Per quanto riguarda gli infermieri, si riscontra una variabilità maggiore, fornendo un grande contributo iniziale, fortemente diminuito nella seconda e terza sessione di rilevazione. Per entrambi i ruoli è evidente un trend decrescente. Per quanto concerne gli OSS a cui è stato attribuito un ruolo marginale a causa dell'esiguo numero di moduli compilati, si denota un andamento caratterizzato da forte variabilità, per il quale non è stato identificabile un trend. Si vede infatti come tra la prima e la seconda settimana vi sia un incremento del 67% per poi decrescere della stessa percentuale tra la seconda e la terza settimana (Tabella 4.24)

	<b>Medici</b>	<b>Δ%</b>	<b>IP</b>	<b>Δ%</b>	<b>OSS</b>	<b>Δ%</b>
<b>Prima settimana</b>	48	/	80	/	9	/
<b>Seconda settimana</b>	46	-4%	37	-54%	15	67%
<b>Terza settimana</b>	38	-17%	27	-27%	5	-67%

Tabella 4.24: variazioni compilazione moduli per ruolo

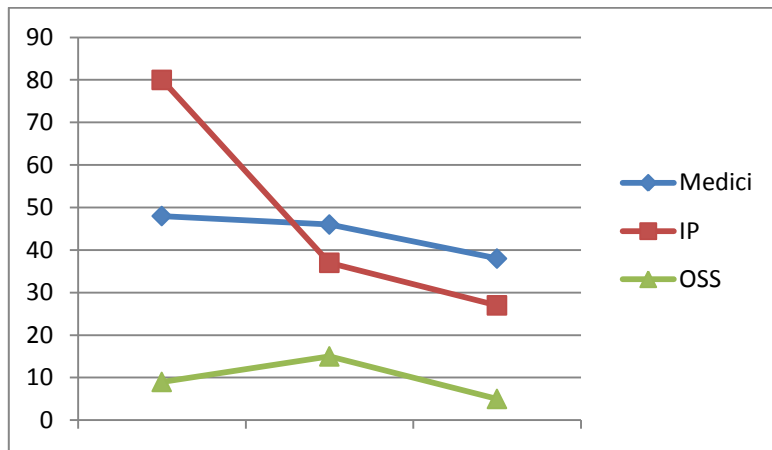


Figura 4.11: andamento compilazione moduli per ruolo professionale

Conoscendo il numero di operatori presenti in pronto soccorso nei diversi turni si può stimare la partecipazione alla rilevazione delle percezioni. In ogni turno sono presenti in pronto soccorso 8 infermieri, 5 medici e 4 OSS, senza tenere conto di eventuali specializzandi o specialisti di reparto in ps per un consulto. Tenendo come unità di misura il solo personale di pronto soccorso, la cui esperienza permette di considerare le loro di percezioni come stime affidabili di sovraffollamento [2][3], si può indicare come numero totale teorico di rilevazioni 2346 moduli compilati. Tale numero deriva da i 17 operatori presenti in ps ad ogni turno, moltiplicandolo per le 6 rilevazioni al giorno e moltiplicando poi ancora per i 23 giorni di rilevazione

	Medici	Teorico	Adesione	IP	Teorico	Adesione	OSS	Teorico	Adesione	Total	Teorico	Adesione
Prima settimana	48	240	20%	8	384	21%	9	192	5%	137	816	17%
Seconda settimana	46	240	19%	3	384	10%	15	192	8%	98	816	12%
Terza settimana	38	210	18%	2	336	8%	5	168	3%	70	714	10%
										305	2346	13%

Tabella 4.25: adesione compilazione schede

Risulta pertanto evidente come la partecipazione alla compilazione delle schede sia stata molto bassa. Nel complesso infatti si è registrato solo il 13% di adesione.

La figura professionale che ha fornito in percentuale la maggior parte delle percezioni, facendo registrare in media una partecipazione del 19% è quella dei medici. Gli OSS sono coloro i quali hanno partecipato meno, con una media pari al 5.3%. Gli infermieri, con il 13% si assestano sulla media. Tuttavia, essendo la classe più numerosa in pronto soccorso, una adesione così bassa ha avuto un forte effetto sul numero di schede disponibili. Da notare inoltre come la loro adesione sia fortemente calata, in particolare tra la prima e la seconda settimana. I medici invece, seppur facendo registrare anch'essi un calo, sono rimasti in un intorno del valore iniziale. Per tutte le figure professionali comunque è stata registrata una bassa partecipazione, in calo nel tempo.

Per quanto concerne le zone di rilevazione, si viene a delineare la situazione descritta in Tabella 4.26.

<b>Zona</b>	<b>Numero rilevazioni</b>	<b>%</b>
<b>Triage</b>	53	17,38%
<b>OBI</b>	91	29,84%
<b>Bassa intensità</b>	86	28,20%
<b>Medio alta intensità</b>	75	24,59%

Tabella 4.26: moduli compilati per zona aggregato

Si evince come la zona in che ha contribuito maggiormente alle rilevazioni sia stato la OBI, seguita con poche rilevazioni in meno dalla zona a bassa intensità. La zona a medio alta intensità fa rilevare circa il 5% in meno dei rilevazioni, a causa della natura stessa dell'area. Il triage è la zona a cui sono attribuibili meno rilevazioni; ciò è facilmente spiegabile dal fatto che in quella zona il personale presente è molto minore rispetto a quello delle altre zone.



## 4.2.2 Descrittiva delle percezioni

In questa sezione si andranno a condurre analisi descrittive riguardo i valori delle percezioni di *crowding* rilevate. Al fine di rendere meglio fruibili i dati si è proceduto ad una loro classificazione che, in funzione del giorno e della fascia oraria di rilevazione, andasse a tenere conto per ogni figura professionale della numerosità delle rilevazioni, di quale fosse il valore medio e quale la dispersione di tali valori (stimata tramite l'utilizzo della deviazione standard) come esemplificato dalla Tabella 4.27, estratto a titolo di esempio dal file.

Giorno	Ora	Medici			IP			OSS			Percezione media pesata
		n° medici	Media medici	dev.std	n° IP	Media IP	dev.st d	n° OSS	Media OSS	dev.st d	
24/04/2015	04:00	3	115,33	79,91	3	93,33	90,18	1	12		91,14
24/04/2015	08:00	2	13,00	9,90	2	16,00	2,83	1	0		11,6
24/04/2015	12:00	1	80,00		1	0,00		0			40
24/04/2015	16:00	2	40,00	28,28	4	132,50	47,17	0			101,67
24/04/2015	20:00	0			4	159,00	42,16	0			159

Tabella 4.27: estratto percezioni

Calcolando la media delle rilevazioni delle diverse figure professionali sugli istanti di rilevazione (qualora in una certa fascia oraria di un certo giorno si avessero più rilevazioni per una stessa figura professionale, si manterrebbe il valore puntuale) risulta come siano invece stati i medici a fornire maggior numero di dati, con 89 rilevazioni su 138. Seguono gli infermieri con 82 rilevazioni, lasciando ancora un ruolo marginale agli OSS con soli 28 dati forniti.

	Medici	IP	OSS
<b>n° schede</b>	132	144	29
<b>n° dati aggregati</b>	89	82	28

Tabella 4.28: schede e dati *available*

Risulta evidente come per i medici sia a volte stata compilata un solo modulo per rilevazione, mentre più infermieri abbiano compilato più schede per lo stesso istante di rilevazione, permettendo di avere una percezione meno correlata al singolo

individuo e più alla classe. La situazione risulta più critica per gli OSS con un solo caso di rilevazione multipla per lo stesso istante di rilevazione.

Analizzando i dati relativi alle percezioni di sovraffollamento a livello aggregato sulle figure professionali e considerando il dato medio sulle diverse figure presenti in pronto soccorso, si viene a delineare la situazione descritta in Tabella 4.29

	Medici	IP	OSS	Aggregato
<b>Media</b>	95,38	107,85	97,21429	98,9557398
<b>Dev.Std</b>	54,62	59,223041	60,14449	51,03402525

Tabella 4.29: risultati aggregati

Il valor medio di *crowding* rilevato per l'intero intervallo temporale in analisi si assesta su un valore pari a 98.95 (rispetto alle tre settimane di rilevazioni). Formalmente esso rientra nella categoria denominata in letteratura "*Extremely busy but not overcrowded*" (Weiss et al, 2004), che comprende valori appartenenti all'intervallo 61-100. Si viene a riscontrare dunque una situazione media al limite del sovraffollamento, situazione dunque non critica e di relativo stress per gli operatori. La dispersione dei valori, calcolata tramite la deviazione standard, risulta pari a  $\sigma = 51,03$  (e dunque un  $\sigma^2 = 2616,8$ ) delineando una situazione di alta variabilità. Tali valori sono infatti compresi nell'intervallo tra il valore massimo pari a 200 ("*Dangerously Over Crowded*") e un minimo pari a 0 ("*Not Busy*"). Per quanto dunque la media corrisponda ad un valore di *crowding* non elevato, la sua dispersione fornisce un'idea di come in realtà si trovino situazioni che si discostano anche molto dal valor medio, coprendo un *range* molto ampio di valori, determinando situazioni di estremo sovraccarico del sistema come anche di scarico completo del pronto soccorso. Guardando ora quali siano state le percezioni medie delle diverse figure professionali, sempre rispetto all'intero periodo in analisi, si nota come siano gli OSS a fornire una percezione che risulti essere più aderente con la situazione media rilevata. Con un valore medio pari a 97.21, anch'esso appartenente alla classe "*Extremely busy but not overcrowded*". La variabilità associata a questo valore è tuttavia pari a  $\sigma = 60.14$  (massima dispersione rispetto alle altre figure professionali presenti in pronto soccorso) determinando come mediamente la percezione degli OSS sia soggetta ad alta variabilità.

Da notare inoltre come ad tale figura professionale sia imputabile solo una parte minoritaria delle rilevazioni effettuate, rendendo poco significativo il loro contributo. Ciò detto, risulta interessante andare ad analizzare le percezioni delle due figure professionali che, in virtù del loro contributo alla rilevazione delle percezioni, risultano essere le più significative: medici e infermieri. Per quanto riguarda gli infermieri, la percezione media di sovraffollamento da loro registrata risulta pari a 107.85. Tale valore appartiene all'intervallo che in letteratura viene chiamato "*Over Crowded*" (valori NEDOCS appartenenti all'intervallo 101-140), cioè una situazione in cui il pronto soccorso risulta essere sovraffollato, portando un livello di stress e sovraccarico del personale che potrebbe minare l'efficienza e l'efficacia del pronto soccorso stesso. Ad essi è infatti associato un valore medio pari a 95.38, con una dispersione pari a  $\sigma = 54.62$ . Tali valori fanno sì che, mediamente, la loro percezione ricada nella classe "*Extremely busy but not overcrowded*" e, grazie ad una dispersione che risulta essere la minima tra i diversi ruoli, anche quella mediamente più stabile. Come meglio chiarito nella sezione riguardante le percezioni a livello disaggregato, cioè prendendo in analisi ogni fascia oraria di ogni giorno, tali considerazioni risultano valide mediamente, poiché infatti per tutte le diverse figure si sono riscontrati valori massimi pari a 200 e minimi pari 0, con frequenze tuttavia diverse tra i diversi operatori.

Aggregando le diverse rilevazioni in modo da avere per ogni giorno e per ogni figura professionale un'unica percezione (media di quelle registrate nei diversi orari di rilevazione per un determinato giorno) si viene a riscontrare una situazione come quella descritta in Figura 4.12

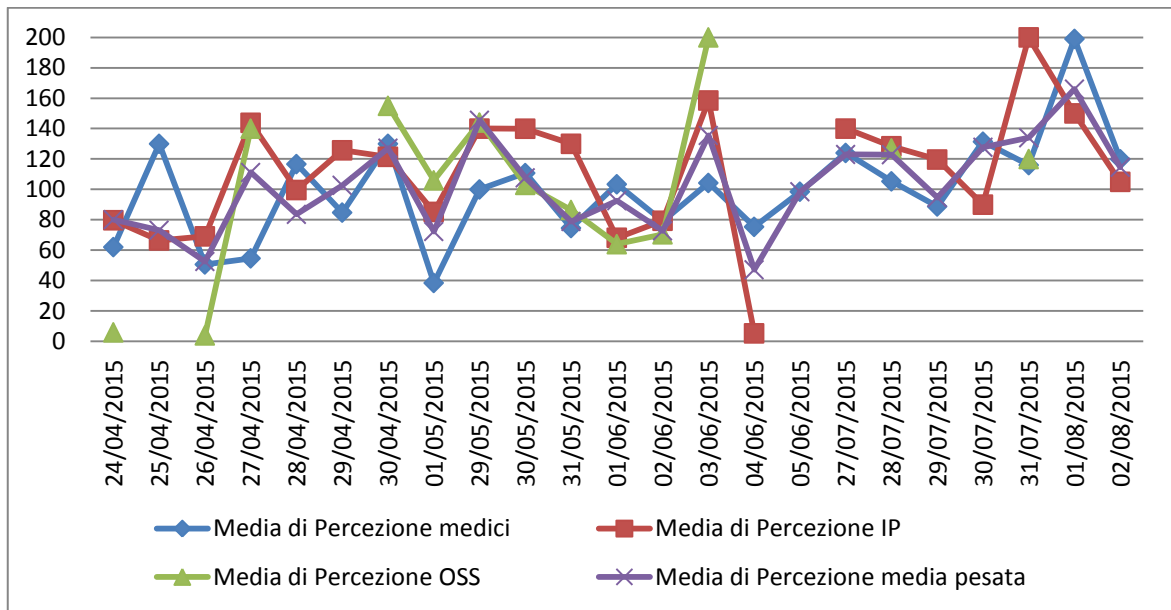


Figura 4.12: percezioni giornaliere

L'andamento delle percezioni risulta essere caratterizzato da una forte irregolarità, sia in termini di variazioni tra un giorno ed un altro, sia per quanto riguarda le differenze tra i diversi operatori. Si riscontrano infatti alcuni casi di sostanziale sovrapposizione dei valori delle percezioni, come casi in cui la sensazione di *crowding* si assesta su valori diversi tra le diverse figure professionali. Guardando i dati aggregati secondo questa logica si vengono a delineare alcune tipologie di situazioni riguardo all'andamento relativo delle percezioni. Si può infatti distinguere tra:

- Situazioni di discordanza tra le percezioni delle diverse figure professionali, come ad esempio il 25/04 o il 04/06, nel quale si registrano valori di sovraffollamento molto diversi tra medici ed infermieri, nelle quali i secondi hanno una percezione minore.
- Situazioni di sostanziale concordanza per quanto concerne classe di percezione o trend per un determinato intervallo temporale. Ciò si può riscontrare nei giorni dal 26/04 al 04/06, periodo nel quale i valori di percezione, per quanto siano raramente coincidenti o confinati ad un intorno di un valore, sono caratterizzati da un andamento abbastanza simile.

Quando la percezione dei medici risulta in crescita, lo risulta anche quella degli infermieri e viceversa, seppure con variazioni diverse in modulo.

Analizzando i dati relativamente alle diverse figure professionali e alla media rispetto ad esse, si nota come l'andamento del valore medio delle percezioni, aggregato tra i diversi ruoli, appartenga ad un insieme limitato rispetto al *range* di valori ammissibili. Ad esso infatti sono associati valori, come riassunto in Tabella 4.30, compresi tra un valore massimo pari a 166, appartenente alla classe "*Severely Over Crowded*" (valori NEDOCS appartenenti all'intervallo 141-180) e un valore minimo pari a 47.17, appartenente alla classe "*Busy*" (valori appartenenti all'intervallo 21-60). Il valor medio, come quello delle diverse figure professionali, è ovviamente pari a quello calcolato e riportato in Tabella 4.29. Focalizzando l'attenzione sulle percezioni dei singoli operatori, si nota come ci siano alcune somiglianze tra i diversi valori, ma come siano anche presenti alcune discordanze. Per quanto concerne gli OSS si può notare come i valori siano compresi tra un minimo pari a 4, classe "*Not Busy*" (valori su scala NEDOCS fino a 20), e un massimo pari a 200, classe "*Dangerously Over Crowded*" (valori NEDOCS appartenenti all'intervallo 181-200). Per questa figura professionale tuttavia, come chiarito in precedenza, l'esiguo numero di percezioni rilevate rende poco significative le loro percezioni. Gli infermieri, con un numero di percezioni rilevate molto maggiore, fanno rilevare valori soglia simili a quelli degli OSS: il minimo sovraffollamento da loro percepito è pari a 5.33 (classe "*Not Busy*") e il massimo è pari a 200 (classe "*Dangerously Over Crowded*"). Le due figure professionali risultano dunque essere in linea per quanto riguarda la percezione di sovraffollamento in situazioni "estreme". Il minimo valore di *crowding* da essi registrato è infatti pari a 38.5, appartenente alla classe "*Busy*" (valori appartenenti all'intervallo 21-60) e un massimo pari a 199 (classe "*Dangerously Over Crowded*").

	Medici	IP	OSS	Aggregato
Min	38,5	5,333333333	4	47,16666667
Max	199	200	200	166

Tabella 4.30: percezione aggregate su giorno

Controllando se ci fosse corrispondenza non solo tra i valori minimi e massimi ma anche se tali valori fossero riferiti alle stesse giornate, risulta come ciò non sia verificato.

Data	Medici	IP	OSS
26/04/2015	50,66666667	69,13333333	4
27/04/2015	54,66666667	143,8	140
28/04/2015	116,6666667	99,6	
29/04/2015	84,77777778	125,7333333	
30/04/2015	130	121,4583333	155
01/05/2015	38,5	85,2	106
29/05/2015	100	140	144
30/05/2015	110,75	139,9333333	103
31/05/2015	74,6	130	86,5
01/06/2015	103,4	68,2	64
02/06/2015	79	79,4	70,5
03/06/2015	104,25	158,5	200
04/06/2015	75,4	5,333333333	
05/06/2015	98,5		
27/07/2015	124	140	
28/07/2015	105,3333333	128,4	127
29/07/2015	88,8	119,6666667	
30/07/2015	131,4	90	
31/07/2015	116	200	120
01/08/2015	199	150	

Tabella 4.31: corrispondenza valori max e min, le celle in rosso segnalano il valore massimo, la data e la figura professionale a cui esse sono associate; le celle verdi hanno lo stesso significato ma per i valori minimi

Come schematizzato dalla Tabella 4.31, si nota infatti che sia per i valori minimi, sia per i valori massimi, non ci sia alcuna corrispondenza tra le percezioni delle diverse figure professionali. Si può tuttavia evincere come per i valori massimi vi sia una certa coerenza: in corrispondenza di un massimo per un ruolo, anche gli altri operatori hanno fatto registrare un valore maggiore della media e sempre maggiore della soglia di *crowding* (anche se non nella stessa misura e.g. quando i medici hanno registrato il picco a 199, anche gli infermieri hanno registrato un valore di *crowding*

elevato, pari a 150). Tale coerenza non è sempre presente invece per quanto riguarda i valori minimi, verificata IP e OSS ma non rispetto ai medici.

Svolta l'analisi aggregata sui giorni, si andrà adesso ad aggregare le percezioni delle diverse figure professionali in funzione delle fasce orarie di rilevazione per vedere se vi siano orari mediamente più o meno affollati. Graficamente riportato in Figura 4.13 e in Tabella 4.32.

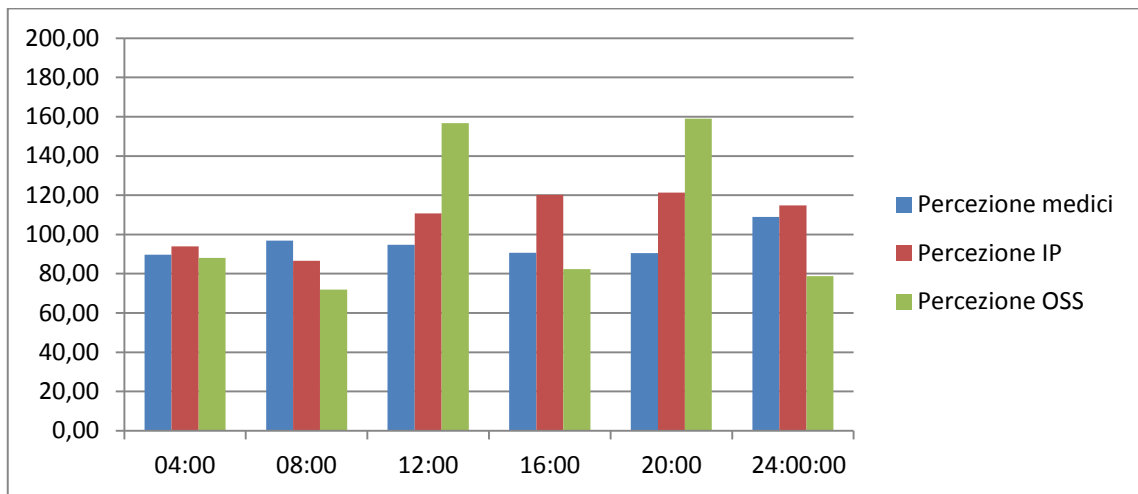


Figura 4.13: percezioni per fascia oraria

Orario	Percezione medici	Percezione IP	Percezione OSS
04:00	89,64	93,863636	88
08:00	96,95	86,587847	72
12:00	94,77	110,65598	156,6667
16:00	90,73	120,24375	82,33333
20:00	90,59	121,30556	159
24:00	109,00	114,80952	78,8

Tabella 4.32: percezioni per fascia oraria

Non risultano evidenti possibili raggruppamenti delle percezioni dei diversi operatori rispetto alle fasce orarie in quanto non sono identificabili trend comuni a tutte le diverse figure professionali, i cui valori di percezione sono spesso in controtendenza. Questo era pronosticabile data la forte variabilità tra le percezioni dei diversi giorni e dei diversi operatori.

Dopo aver analizzato le percezioni rilevate aggregate in funzione delle diverse basi temporali, si va ora ad analizzare i dati in maniera disaggregata, guardando le percezioni dei diversi operatori sulla base delle singole fasce orarie di rilevazioni dei singoli giorni, aggregando ovviamente le rilevazioni multiple in modo da ottenere una singola percezione di sovraffollamento per ogni singola fascia oraria di ogni giorno. L'andamento dei valori di percezione delle singole figure professionali e quella media tra le diverse figure professionali è riportato in Figura 4.14. È evidente come l'andamento delle percezioni sia caratterizzato da forte irregolarità e come non siano frequenti i casi in cui i valori di *crowding* percepiti dalle diverse figure professionali appartengano ad un intorno dello stesso valore. L'andamento irregolare delle percezioni si riscontra guardando quale sia stata la dispersione di tali valori: per i medici si è registrata una varianza  $\sigma = 54.61$ , per gli IP si assesta su un valore  $\sigma = 59.22$ , per gli OSS 60,14 mentre la percezione media rispetto alle tre figure professionali fa registrare una varianza pari a  $\sigma = 51,03$ . La percezione media dei diversi operatori è pari a 95.37 per i medici, 107.84 per gli IP e 97.21 per gli OSS, come riportato in Tabella 4.29. Risulta dunque evidente, come precedentemente dichiarato, quanto i medici risentano mediamente meno il sovraffollamento del pronto soccorso e riscontrino una situazione più stabile rispetto agli altri operatori, mentre siano gli IP a sentire un maggiore *crowding*, con una situazione meno stabile e caratterizzata da oscillazioni maggiori. Per quanto concerne gli OSS, la loro percezione media di sovraffollamento è maggiormente in linea con quella dei medici e in misura ancora maggiore con quella media, tuttavia risentono di una forte variabilità e, come segnalato più volte, il loro contributo risulta poco significativo a causa dell'esiguo numero di rilevazioni di percezioni a loro attribuibili.



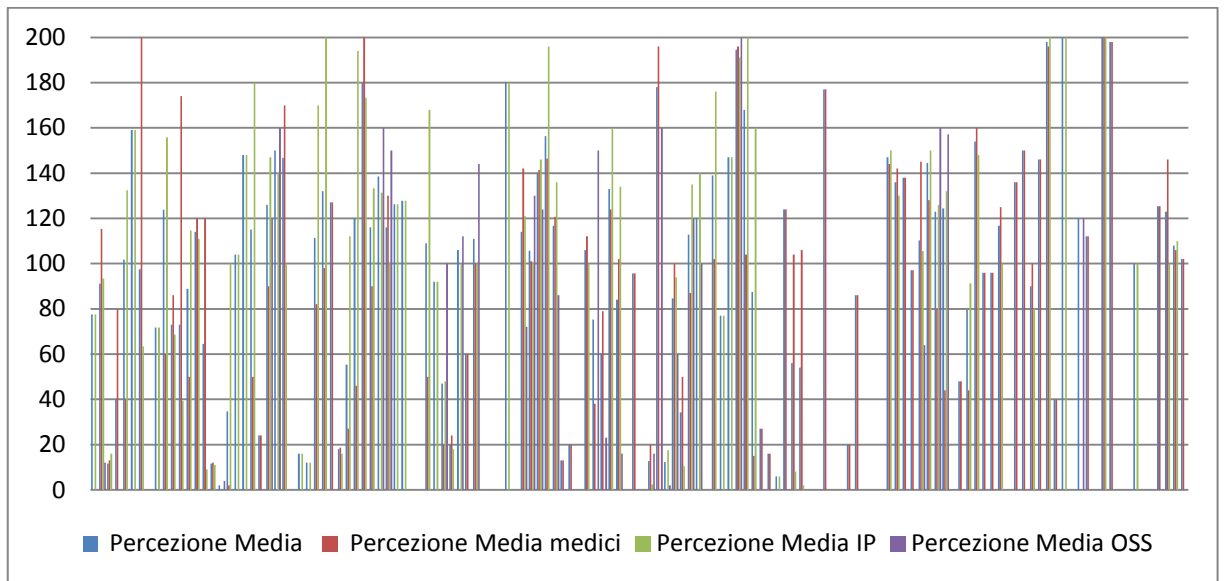


Figura 4.14: percezioni sovraffollamento

Da quanto riportato in Figura 4.14 risulta come non siano evidenziabili trend o ciclicità ricorrenti se non, in accordo con quanto evidenziato in precedenza, un incremento della percezione di sovraffollamento nelle ore centrali rispetto a quelle mattutine. Si può inoltre evidenziare come siano spesso gli infermieri a fornire dati di percezione maggiore alla media, con sporadici casi in cui sono i medici a percepire maggiormente il sovraffollamento del pronto soccorso. Si nota inoltre come siano rari i casi in cui le diverse figure professionali diano una stima simile del *crowding*, mentre sono più evidenti casi di dissonanza tra le diverse percezioni.

Nelle sezioni precedenti sono state analizzate le percezioni di sovraffollamento del pronto soccorso in relazione alla figura professionale che ha rilevato tale valore di *crowding*. In questa sezione verrà svolta la medesima analisi, in relazione a quale area del pronto soccorso è relativa la percezione stessa.

La distribuzione delle rilevazioni tra le diverse aree presenti in pronto soccorso è quella riportata in Tabella 4.33

Zona	Numero rilevazioni	%	Media	Max	Min	Dev. Std.
<b>Triage</b>	53	17,38%	96,15	200	0	32,55
<b>OBI</b>	91	29,84%	111,91	200	0	62,22
<b>Bassa intensità</b>	86	28,20%	101,78	200	4	49,49
<b>Medio alta intensità</b>	75	24,59%	94,75	200	0	5135,99

Tabella 4.33: distribuzione rilevazione sulle zone

Triage ed OBI rientrano nella stessa classe "*Extremely busy but not overcrowded*" mentre le altre zone registrano valori medi appartenenti alla classe denominata "*Overcrowded*". Per quanto riguarda il range di valori assunti dalle percezioni in tutte le zone il massimo risulta essere 200 "*Dangerously Over-Crowded*". I valori minimi, sono per tutte le zone pari a 0 tranne per la zona a bassa intensità, che fa registrare un minimo di 4, tutti valori appartenenti alla classe "*Not busy*". La dispersione, calcolata anche in questo caso tramite la varianza, assume un valore minimo pari a 2448.81 registrato per la zona a bassa intensità e un massimo di 5135 in area medio alta intensità. Da sottolineare come una dispersione massima dei valori associata alla zona di medio alta intensità sia coerente con la natura della zona, caratterizzata da situazioni in cui il sovraffollamento può risultare basso e situazioni di sovraccarico del personale dovuto alla criticità dei pazienti in cura che fa aumentare la percezione di sovraffollamento.

Andando ad indagare quale sia l'andamento delle percezioni nelle diverse zone di pronto soccorso rispetto alle fasce orarie di rilevazione, si nota come ci siano differenze anche forti. Tale risultato era pronosticabile poiché nelle varie aree si trovano tipologie di pazienti diversi, alcuni più critici, altri meno. Il personale presente in pronto soccorso risente di quali e quanti pazienti abbia in cura: avere pazienti in codice bianco non è comparabile ad avere lo stesso numero di pazienti in codice rosso. Tra le diverse zone anche può variare il numero di pazienti presenti, facendo sì che ci siano percezioni discordanti. Tale considerazione aiuta a comprendere come mai in zone diverse dello stesso pronto soccorso si possano venire a delineare percezioni diverse di *crowding*, come si riscontra in Figura 4.15

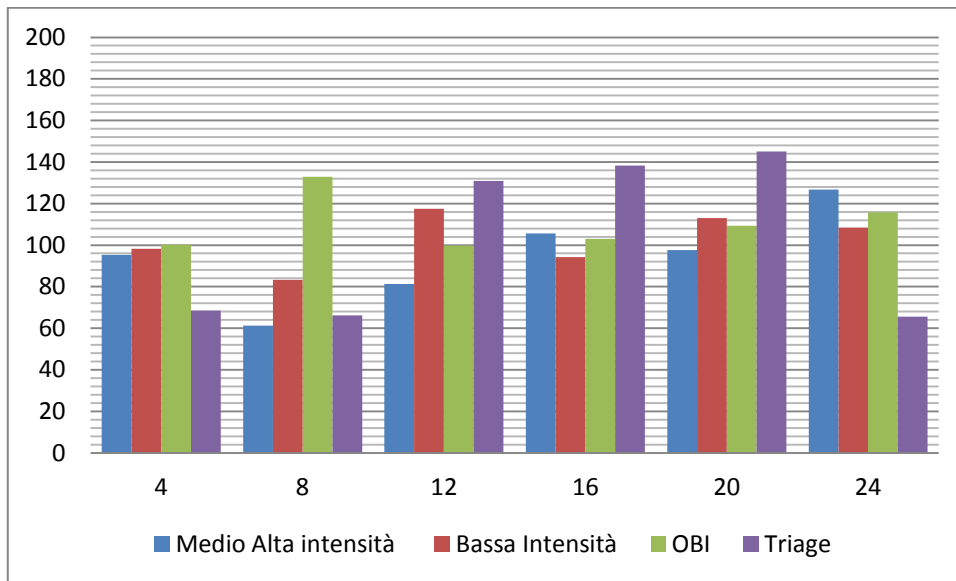


Figura 4.15: percezioni su zone per fasce orarie

La situazione che si viene a delineare è dunque caratterizzata da valori spesso non concordi, sia per valore assoluto sia per classe di appartenenza, con andamenti diversi a seconda delle diverse zone. Per quanto concerne la zona ad medio-alta intensità, le caratteristiche sono riassunte nella Tabella 4.34

Fascia oraria	Percezione	Dev. Std.
4	95,23	72,17
8	61,27	71,01
12	81,21	72,99
16	105,617	73,06
20	97,67	70,01
24	126,77	67,52

Tabella 4.34: caratteristiche zona medio-alta intensità

Si nota come i valori medi di percezioni di sovraffollamento siano caratterizzati da forte variabilità tra una fascia oraria e l'altra, con scostamenti anche significativi sia in termini di valore assoluto sia in termini di classe di appartenenza. Tale variabilità, che in termini di valore assoluto arriva a scostamenti di oltre 60 punti, comporti variazioni di classe confinate tra le classi "*Extremely busy but not overcrowded*" e "*Overcrowded*". Questa zona dunque risulta essere caratterizzata da valori di percezioni di sovraffollamento non tra i più alti, ma caratterizzati dalla maggiore variabilità. Da notare inoltre come tali valori oscillino costantemente senza che sia individuabile un trend.

Prendendo in considerazione la zona a bassa intensità, si nota come la situazione cambi, delineando una maggiore uniformità delle percezioni.

Fascia oraria	Percezione	Dev. Std.
4	98,18	57,70
8	83,31	43,23
12	117,54	55,40
16	94,21	44,72
20	113,10	49,43
24	108,46	49,62

Tabella 4.35: caratteristiche zona bassa intensità

Con riferimento alla Tabella 4.35 si nota infatti come i valori assunti dalle percezioni medie nelle diverse fasce orarie appartengano ad un *range* più ristretto, con uno scostamento massimo di meno di 40 punti. Come per la zona a medio-alta intensità le classi di appartenenza sono "*Extremely busy but not overcrowded*" e "*Overcrowded*" ma, come detto, con variabilità inferiore. Ciò si può riscontrare anche dall'analisi della varianza, che fa registrare valori molto inferiori rispetto alla zona precedentemente analizzata, determinando una situazione di maggiore stabilità. Anche in questo caso non sono identificabili trend o ciclicità a causa di valori che oscillano tra una fascia oraria e la successiva senza un andamento individuabile. Il massimo in questa zona viene registrato mediamente alle 12 mentre il minimo alle 8, diversamente rispetto alla zona a medio-alta intensità, per la quale il minimo viene ancora registrato mediamente alle 8, mentre il massimo alle 24.

Una situazione diversa si viene a delineare analizzando la OBI. In questa zona infatti, come chiarito dalla Tabella 4.36, si riscontra una situazione di maggiore stabilità dei valori di percezione tra le diverse fasce orarie. I valori tuttavia risultano essere mediamente superiori a quelli delle altre zone, facendo risultare la OBI come la zona mediamente più affollata del pronto soccorso, con però una variabilità tra i valori delle diverse fasce orarie appartenenti ad un intervallo più ristretto, con scostamento massimo di poco più di 30 punti. Anche in questo caso tutti i valori appartengono alle classi "*Extremely busy but not overcrowded*" e "*Overcrowded*", seppur quelli appartenenti alla prima siano molto vicini alla soglia della seconda.

Fascia oraria	Percezione	Dev. Std.
4	100,2	41,17
8	132,95	62,91
12	99,84	66,70
16	102,94	66,98
20	109,29	70,05
24	115,77	55,23

Tabella 4.36: caratteristiche OBI

Per quanto riguarda la dispersione di tali valori, calcolata ancora tramite la varianza, si nota come in questo caso si venga a delineare una situazione particolare. Mentre per le altre zone i valori della deviazione standard appartengono ad un insieme relativamente stretto, in questa zona variano anche significativamente da un massimo di 70,05 a un minimo di 41,17. Anche per questa zona non sono riscontrabili trend o andamenti significativi, ma è riscontrabile invece una situazione relativamente stabile. Tale situazione non risulta invece riscontrabile analizzando i dati relativi al triage. In questa zona del pronto soccorso, come evidenziato dalla Tabella 4.37 si viene a delineare una situazione sostanzialmente diversa.

Fascia oraria	Percezione	Dev. Std
4	68,44	51,87
8	66,25	46,07
12	130,87	72,94
16	138,25	47,65
20	145	52,60
24	65,64	55,70

Tabella 4.37: caratteristiche triage

Si può infatti notare come non sia più riscontrabile una situazione di sostanziale stabilità di percezione tra le diverse fasce orarie. È altresì vero come sia individuabile un possibile raggruppamento delle fasce orarie: le 24, le 4 e le 8 fanno infatti registrare valori di *crowding* molto simili, tutti vicini al limite inferiore della classe "*Extremely busy but not overcrowded*", mentre le ore centrali, 12 16 e 20, si assestano su valori più alti, con valori a cavallo tra le classi "*Overcrowded*" e "*Severely Overcrowded*". Anche in questa zona tuttavia si può notare come la dispersione dei valori medi relativi alle fasce orarie sia molto diversa in funzione delle fasce orarie stesse, determinando situazioni di relativa stabilità e altre meno.

Da evidenziare infine come i valori di sovraffollamento massimo e minimo siano simili tra le diverse zone, seppur vengano registrati in istanti temporali diversi, come plausibile dato il flusso di pazienti da una zona all'altra.

I valori di percezioni nelle diverse zone assuma un andamento irregolare, con forte variabilità, forti scostamenti e differenze anche marcate tra le diverse zone. Spesso infatti i valori oscillano tra valori alti e bassi, a volte in maniera coerente tra le diverse zone, altre volte senza. Le caratteristiche relative ai valori medi, alla loro dispersione e a quali siano i valori massimi e minimi assunti nelle diverse zone sono riassunti in Tabella 4.33

### **4.2.3 Confronto delle percezioni degli operatori**

Descritte le caratteristiche delle percezioni di sovraffollamento rilevate, per meglio analizzare quale sia effettivamente la corrispondenza tra le percezioni delle diverse figure e quanto queste percezioni siano correlate, si procederà nuovamente ora a darne una stima tramite:

- *Scatter plot* e regressione con stima del coefficiente  $R^2$
- $\rho$  di Spearman
- Indici di concordanza tra le diverse classi di sovraffollamento grazie l'utilizzo delle matrici di confusione.

Le prime due figure che si analizzeranno sono gli infermieri professionisti e i medici (Figura 4.16)

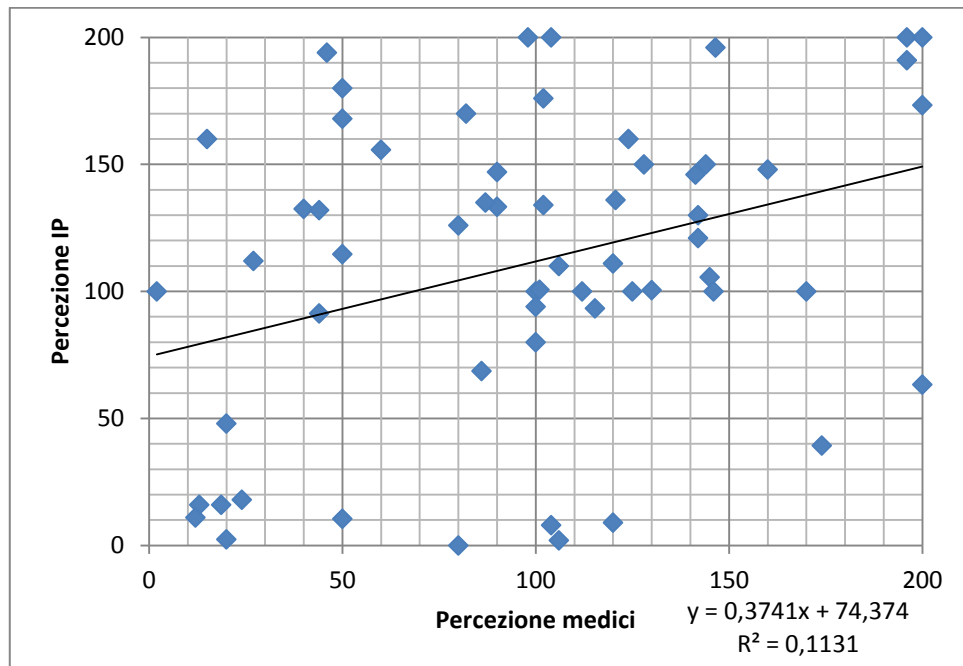


Figura 4.16: medici-IP

Per svolgere tali analisi sono stati presi in considerazione solo i dati per i quali fossero presenti le percezioni di entrambi gli operatori per un dato orario di un dato giorno. Risulta evidente come le due serie di percezioni non sia particolarmente aderenti.. Analizzando la retta di regressione evince come le due serie di percezioni siano poco correlate: il coefficiente angolare pari a 0.3741 si discosta da quello ideale pari a 1, come anche il termine noto, pari a 74.374, indica come le due figure risentano in maniera diversa del sovraffollamento presente in pronto soccorso. Le percezioni degli infermieri sono dunque spiegabili solo in minima parte con quelle dei medici, come si evince dal valore di  $R^2$  pari in questo caso a 0.1131. Risulta di conseguenza bassa anche la correlazione presente tra le percezioni: il coefficiente  $r$  di Pearson si assesta infatti su un valore pari a circa 0.34. La percezione di sovraffollamento di medici e di infermieri risulta dunque solo raramente concorde: sono solo due i casi in cui le percezioni coincidono, mentre la maggioranza, 30, quelle in cui gli infermieri fanno registrare un valore maggiore rispetto a quelle dei medici.

Per quanto riguarda la concordanza delle percezioni delle due categorie di operatori in considerazione rispetto alle classi di sovraffollamento, risulta anch'essa scarsa.

Per valutare questi parametri si è fatto ricorso all'indicatore  $k$  di Cohen che fornisce una stima statistica della concordanza tra due serie di valori. Per poter calcolare tale indice si è fatto ricorso all'utilizzo delle matrici di confusione, tenendo in considerazione le diverse classi di sovraffollamento.

Per quanto riguarda le due classi di operatori in analisi, la matrice di confusione relativa è riportata in Tabella 4.38

<i>Medici/IP</i>	Not busy	Busy	Extremely busy but not overcrowded	Overcrowded	Severely overcrowded	Dangerously overcrowded	$Y_i$
Not busy	0,050	0,000	0,000	0,017	0,017	0,000	0,08
Busy	0,050	0,017	0,017	0,067	0,017	0,033	0,20
Extremely busy but not overcrowded	0,017	0,000	0,017	0,050	0,050	0,017	0,15
Overcrowded	0,050	0,000	0,050	0,150	0,050	0,017	0,32
Severely overcrowded	0,000	0,017	0,000	0,083	0,050	0,017	0,17
Dangerously overcrowded	0,000	0,000	0,017	0,000	0,017	0,050	0,08
$y_i$	0,167	0,033	0,100	0,367	0,200	0,133	1

Tabella 4.38 : matrice di confusione medici - IP

Da i valori riportati in Tabella 4.38 è stato possibile calcolare gli indici necessari per il calcolo della  $K$  di Cohen. I valori risultanti sono riportati in Tabella 4.39

$p_o$	$p_e$	$K$	$\sigma_k$	$Z$	$p - value$
0,333	0,196	0,171	0,0637	2,677	0,004

Tabella 4.39: risultati  $K$  di Cohen medici - IP

Si può quindi dedurre come le percezioni delle due figure professionali in analisi siano scarsamente concordanti seppure significativamente maggiore di zero

Indagando quale fosse la corrispondenza tra le percezioni di *crowding* di medici e OSS, si è venuta a delineare la situazione rappresentata in Figura 4.17.



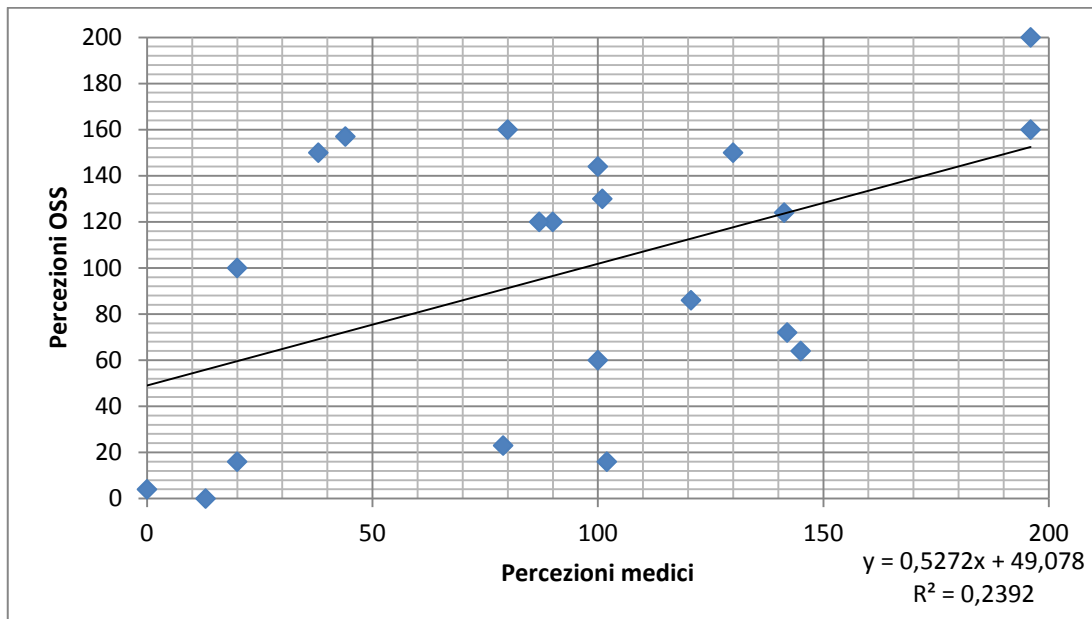


Figura 4.17: corrispondenza medici-OSS

Rispetto a quanto accadeva tra medici e infermieri, qui si trova maggiore corrispondenza tra i dati. Seppur con meno rilevazioni a disposizione, essi risultano essere meglio allineati e rispecchiano una maggiore coerenza. Il coefficiente  $R^2$  è in questo caso pari a 0.2392, valore maggiore rispetto al precedente ma non abbastanza alto per determinare una buona coerenza tra le due serie di percezioni. Quasi il 24% della variabilità delle percezioni degli OSS è spiegabile con variazioni di percezione dei medici e, poiché per regressioni lineari il  $R^2$  e il quadrato della  $r$  di Pearson, le due serie di percezioni risultano correlate positivamente, avendo una  $r = 0.489$ . Analizzando la retta di regressione si evince come sia distante dall'ottimalità. Il coefficiente angolare è pari a 0.5272, distante dell'ideale valore unitario, mentre il termine noto è pari a 49. Delle 21 coppie di percezioni, 10 sono quelle in cui i medici dichiarano un valore di *crowding* maggiore rispetto agli OSS, mentre le restanti 11 vedono gli OSS risentire maggiormente del sovraffollamento.

La matrice di confusione relativa a le due figure professionali è riportata in Tabella 4.40

<i>Medici/OSS</i>	Not busy	Busy	Extremely busy but not overcrowded	Overcrowded	Severely overcrowded	Dangerously overcrowded	$Y_i$
Not busy	0,091	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,091
Busy	0,045	0,000	0,000	0,045	0,091	0,000	0,182
Extremely busy but not overcrowded	0,000	0,045	0,000	0,091	0,045	0,000	0,182
Overcrowded	0,091	0,000	0,091	0,045	0,091	0,000	0,318
Severely overcrowded	0,000	0,000	0,091	0,045	0,000	0,000	0,136
Dangerously overcrowded	0,000	0,000	0,000	0,000	0,045	0,045	0,091
$y_i$	0,227	0,045	0,182	0,227	0,273	0,045	1

Tabella 4.40: matrice di confusione medici - OSS

I valori relativi alla K calcolati sulla base dei dati sopra riportati sono esposti in Tabella 4.41

$p_o$	$p_e$	K	$\sigma_k$	Z	p - value
0,182	0,176	0,008	0,06	0,13	0,44

Tabella 4.41: risultati K di Cohen Medici - OSS

Si evince come il grado di accordo tra le due percezioni sia pressoché nullo e non significativo.

Analizzando infine quanto siano aderenti tra loro le percezioni di IP e degli OSS, si viene a delineare la situazione riportata in Figura 4.18

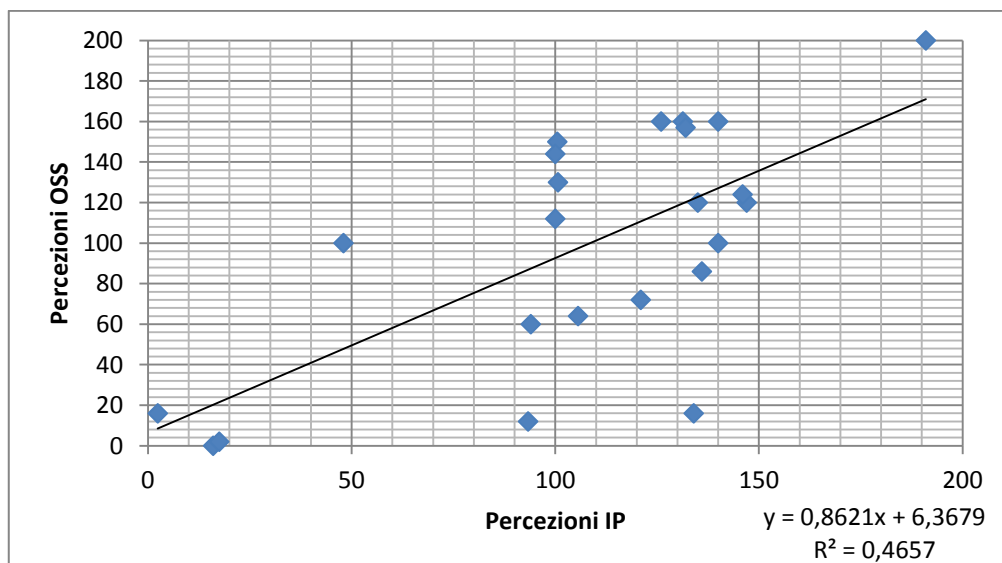


Figura 4.18: corrispondenza IP-OSS

Le percezioni di queste due figure professionali sono abbastanza allineate tra di loro. Si può notare come la retta di regressione si discosti in misura minima da quella ideale  $y = x$ , avendo un coefficiente angolare pari a 0.86 e un termine noto pari a 6.37, in modo che gli scostamenti siano, in media, contenuti. Il coefficiente  $R^2$  sia pari a 0.46, determinando una discreta approssimazione tra la retta di regressione e dati. Risulta inoltre come queste due serie di dati siano correlate positivamente tra loro, come evidenziato dalla  $r = 0.68$ . Sono invece 12 le percezioni in cui gli IP fanno rilevare un valore di *crowding* maggiore rispetto agli OSS, con uno scostamento massimo di 118 punti (134 per gli IP contro un 16 per gli OSS). Undici sono i casi in cui gli OSS percepiscono maggiore *crowding* rispetto agli IP, con uno scostamento massimo di 52 (48 per gli IP e 100 per gli OSS), mentre lo scostamento minimo in questo caso risulta pari a -9, tra un 200 registrato dagli OSS e un 191 degli IP.

La matrice di confusione relativa a queste figure professionali è riportata in Tabella 4.42

IP/OSS	Not busy	Busy	Extremely busy but not overcrowded	Overcrowded	Severely overcrowded	Dangerously overcrowded	$Y_i$
Not busy	0,130	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,130
Busy	0,000	0,000	0,000	0,043	0,000	0,000	0,043
Extremely busy but not overcrowded	0,043	0,000	0,043	0,000	0,000	0,000	0,087
Overcrowded	0,043	0,000	0,130	0,130	0,217	0,000	0,522
Severely overcrowded	0,000	0,000	0,000	0,130	0,043	0,000	0,174
Dangerously overcrowded	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,043	0,043
$y_i$	0,217	0,000	0,174	0,304	0,261	0,043	1

Tabella 4.42: matrice di confusione IP - OSS

I valori relativi alla K calcolati sulla base dei dati sopra riportati sono esposti in Tabella 4.43

$P_o$	$P_e$	K	$\sigma_k$	Z	p – value
0,392	0,250	0,189	0,074	2,54	0,004

Tabella 4.43: risultati K di Cohen IP - OSS

Dai risultati ottenuti si evince come le percezioni di infermieri e OSS sono caratterizzati da un accordo debole statisticamente significativo.

Dalle analisi svolte riguardo le di percezioni delle diverse figure professionali, aggregando i dati sotto diverse logiche, si evince come ci sia poca correlazione tra medici e infermieri professionisti, che tendono in media a risentire maggiormente del sovraffollamento. Maggiormente allineate sono le percezioni di medici e OSS. Tale accordo risulta tuttavia statisticamente non significativa. Per infermieri professionisti e OSS si riscontrano valori paragonabili caratterizzati da indici di correlazione massimi tra quelli delle diverse. Poiché i diversi operatori sono caratterizzati da percezioni della realtà differente, rispecchiata dai valori diversi di sovraffollamento percepito e poiché non è identificabile una figura professionale più importante, risulta necessario considerare come "percezione" da confrontare con il NEDOCS la media delle diverse percezioni dei diversi operatori.

### 4.3 NEDOCS

Prima di fornire una descrittiva riguardo i dati NEDOCS occorre ricordare come essi siano affetti da errori di approssimazione. Come descritto nella sezione dedicata, si sono riscontrati problemi di calcolo a causa della mancata registrazione sul sistema informativo di pronto soccorso delle variabili relative al numero di pazienti in attesa di ospedalizzazione e il tempo massimo di ospedalizzazione. Per ovviare a tale problema si è ricorso ad una approssimazione (Soluzione  $\alpha$ ).

I dati analizzati sono relativi ai giorni e agli orari di raccolta delle rilevazioni delle percezioni di sovraffollamento, cioè per quanto riguarda le fasce orarie delle 4, 8, 12, 16, 20 e 24 delle settimane dal 24 al 30 Aprile, dal 29 Maggio al 5 Giugno e dal 27 Luglio al 2 Agosto. Per verificare che queste settimane fossero rappresentative sono state confrontate con il mese di Settembre. Non sono stati resi disponibili i dati NEDOCS relativi alla giornata del 1 Maggio, di cui sono invece disponibili le percezioni di sovraffollamento degli operatori.

### 4.3.1 Descrittiva NEDOCS

Analizzando i dati relativi al NEDOCS in forma disaggregata considerando quindi tutte le misurazioni riguardanti le diverse fasce orarie dei singoli giorni sono riportati graficamente ciò è riportato in Figura 4.19.

I dati così analizzati risultano caratterizzati da alta variabilità, con un susseguirsi di valori alti e bassi. Si nota tuttavia come possa essere riconosciuta una certa ciclicità, corrispondente a valori minori per le ore iniziali della giornata, seguito da una crescita nelle ore centrali e da una diminuzione nelle ore serali. Risulta come anche a questa ciclicità sia associata una certa variabilità: l'andamento nei vari giorni è simile, non lo è tuttavia il valore assoluto del NEDOCS. Tale periodicità non risulta sempre chiaramente identificabile a causa di alcuni casi di amplificazione o riduzione dei valori.



Figura 4.19: valori NEDOCS disaggregati

Analizzando i dati aggregati secondo questa logica si può vedere come il valor medio di sovraffollamento registrato sia uguale a 72.

Risulta tuttavia diversa la dispersione, che si assesta su un valore pari a  $\sigma^2 = 452.5$ , quasi il 200% maggiore rispetto a quello riscontrato con l'aggregazione in funzione delle fasce orarie e quasi il 400% maggiore rispetto a quello con aggregazione dei dati sui giorni, rispettivamente uguali a 225.4 e 123,22. Si nota come i valori NEDOCS in questo caso siano caratterizzati da un massimo pari a 125.85 (registrato il 3 Giugno alle 16, appartenente alla classe "Over Crowded") e un minimo pari a 32.43 (registrato il 24 Aprile alle ore 8, appartenente alla classe "Busy"). È verificato quanto suggerito dalle analisi svolte rispetto a valori aggregati: i valori di sovraffollamento rimangono confinati tra le classi "Busy" e "Over Crowded", con i valori minimi e massimi registrati rispettivamente nelle fasce orarie mattutine e centrali.

Risulta dunque come il NEDOCS sia soggetto ad un andamento irregolare lungo l'arco temporale preso in analisi. Si può tuttavia riscontrare una certa ricorrenza legata agli orari, con valori mediamente più alti nelle fascia centrale della giornata e più bassi negli orari mattutini. Da evidenziare come i valori assunti dal NEDOCS appartengano ad un *range* ristretto, con un minimo pari a 32.43 e un massimo pari a 125.85, mentre in letteratura è dichiarato come possa assumere valori tra 0 e 200 [3]. Un intervallo di valori così ristretto rispetto a quello teorico mette in evidenza come possano esserci delle problematiche. Si potrebbe essere in presenza di ulteriori errori nel calcolo dell'indicatore o di situazioni particolari assimilabili ad *outlier*.

Utilizzando come unità temporale di analisi il giorno, considerando dunque il valore medio di sovraffollamento stimato dal NEDOCS, si delinea un andamento come quello descritto dalla Tabella 4.44 e riportato graficamente tramite istogramma in Figura 4.20

Giorno	NEDOCS
24/04/2015	59,10
25/04/2015	57,30
26/04/2015	58,21
27/04/2015	81,57
28/04/2015	76,70
29/04/2015	82,04
30/04/2015	88,90
29/05/2015	60,03
30/05/2015	78,86
31/05/2015	62,75
01/06/2015	69,40
02/06/2015	72,94
03/06/2015	78,31
04/06/2015	72,71
05/06/2015	74,85
27/07/2015	87,52
28/07/2015	86,56
29/07/2015	85,82
30/07/2015	69,79
31/07/2015	62,93
01/08/2015	51,53
02/08/2015	78,29

Tabella 4.44: media giornaliera NEDOCS

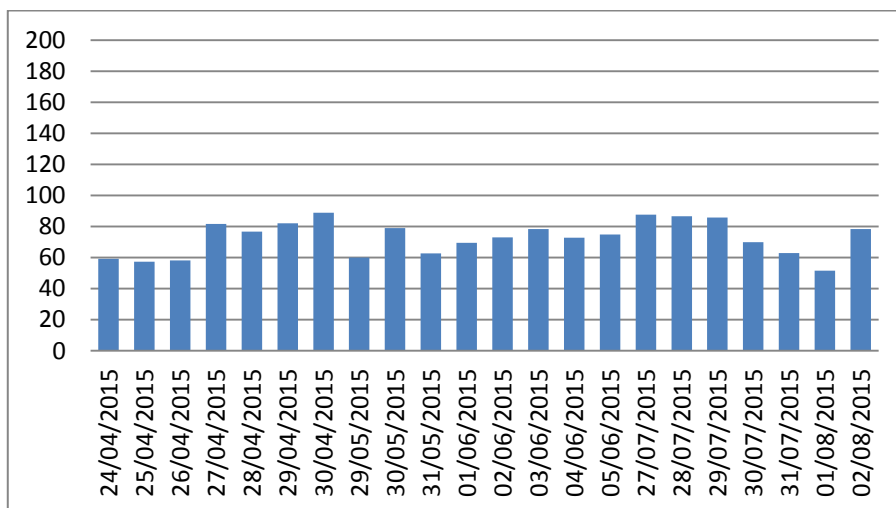


Figura 4.20: andamento NEDOCS giornaliero

Risulta evidente come il valore di tale indicatore sia soggetto a variabilità contenuta nel tempo.

I valori risultano essere compresi nell'intervallo tra 51.53 e 88.89, corrispondenti alle classi "*Busy*" (valori NEDOCS appartenenti all'intervallo 21-60) e "*Extremely Busy but not Over Crowded*" (valori NEDOCS appartenenti all'intervallo 61-100) (Weiss et al, 2004 [3]). Non risultano esserci situazioni in cui il sovraffollamento in pronto soccorso appartenga alle classi "*Not Busy*" (valori NEDOCS inferiori a 20), "*Over Crowded*" (valori NEDOCS appartenenti all'intervallo 101-140), "*Severely Over Crowded*" (valori NEDOCS appartenenti all'intervallo 141-180) e "*Dangerously Over Crowded*" (valori NEDOCS appartenenti all'intervallo 181-200). La dispersione associata a questi valori di sovraffollamento, calcolata utilizzando la varianza, risulta pari  $\sigma^2 = 123,22$ . Il valore medio di *crowding* assume valore pari a  $\mu = 72.55$ , appartenente alla classe "*Extremely busy but not overcrowded*". Non sono individuabili *trend* o ciclicità se non per un costante aumento dei valori dal 31 Maggio al 3 Giugno e una costante diminuzione tra il 29 Luglio e il 1 Agosto . Solo in alcuni casi in si registrano valori NEDOCS sostanzialmente costanti: 24, 25 e 26 Aprile con valori rispettivamente pari a 59, 57.3 e 58.2 e 27 28 e 29 Luglio con 87.5, 86.5 e 85.8. La variabilità risulta comunque contenuta. Lo scarto massimo registrato è pari a -28,87 punti, tra il 30 Aprile con un valore di 88.89 e il 29 maggio con 60.02, che non causa variazione della classe di *crowding*. Tale variazione riguarda però due giornate consecutive per come eseguite le rilevazioni ma non realmente. Con il termine realmente consecutive si intendono ad esempio 24 e 25 Aprile. Guardando solamente le giornate realmente consecutive si trova un valore di scarto massimo pari a 26,76 tra 51.53 del 1 Agosto e 78.29 del giorno successivo. Tale variazione causa un cambio di classe di sovraffollamento, da valori appartenenti alla classe "*Busy*" a "*Extremely busy but not overcrowded*", come riscontrato anche tra i giorni 26 e 27 Aprile, 31 Luglio e 1 Agosto e tra 1 e 2 Agosto).

Analizzando i dati aggregati per fascia oraria, unendo cioè tutti i valori di *crowding* relativi ad un determinato intervallo di rilevazione su i diversi giorni in analisi, si delinea quanto riportato in Figura 4.21



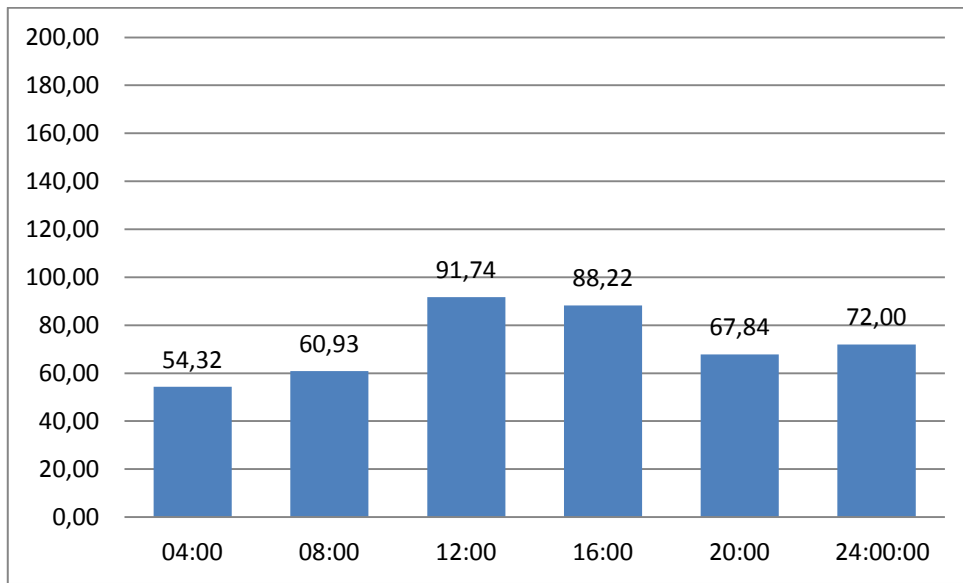


Figura 4.21: valore medio NEDOCS per orario

Si nota come i valori assunti dal NEDOCS siano compresi tra valori pari a 54.32, classe "Busy", e 91.74 classe "Extremely busy but not overcrowded". Il primo valore viene registrato in corrispondenza delle 4 del mattino, il secondo delle 12. È possibile identificare una forte corrispondenza tra i valori NEDOCS e gli orari di rilevazione: risultano raggruppabili in 3 gruppi. Tali gruppi, costituiti da fasce orarie contigue, delineano un andamento confrontabile con quello identificato per gli accessi in pronto soccorso. Anche per i valori NEDOCS è possibile identificare i valori minimi ad inizio giornata, seguiti da un aumento nelle fasce centrali nelle quali si registrano i valori massimi, a seguito dei quali il sovraffollamento si riduce facendo registrare valori in un intorno della media. Il primo gruppo è formato delle 4 e 8 del mattino, risulta essere quello mediamente meno affollato, con valori NEDOCS di 54.32 e 60.93, appartenenti alla fascia "Busy". Una situazione diversa si riscontra analizzando le ore centrali del giorno. Si può infatti notare come per le 12 e le 16 i valori siano rispettivamente pari a 91.74 e 88.22. Tali valori, di circa il 50% maggiori rispetto a quelle degli orari precedenti, appartengono alla classe "Extremely busy but not overcrowded". Analizzando infine le ore serali si nota come anch'esse siano riunibili in un gruppo con valori NEDOCS simili. Per le 20 infatti si è riscontrato un valore medio pari a 67.84 mentre per le 24 è pari a 72, appartenenti alla classe "Extremely busy but not overcrowded".

Si delinea dunque una situazione di sovraffollamento in diminuzione (circa il 20% in meno) rispetto agli orari precedenti, che si assesta in un intorno della media. Risultano dunque orari caratterizzati da una situazione di *crowding* media, con una maggiore stabilità rispetto alle ore precedenti.

I dati rispecchiano come l'andamento del *crowding* nell'arco della giornata sia coerente con il profilo di accessi in pronto soccorso, caratterizzato da un minimo nelle prime ore della giornata, un massimo nelle ore centrali, con le ore serali caratterizzate da un valore medio rispetto a quelli delle fasce orarie precedenti.

### 4.3.2 Descrittiva NEDOCS di Settembre

Per escludere la possibilità che i valori NEDOCS stimati per le settimane in analisi si riferissero a settimane con andamento particolare è stato effettuato un confronto con i valori NEDOCS del mese di Settembre. Sono stati presi in considerazione tutti i valori NEDOCS calcolati, anche quelli non corrispondenti alle date e orari di rilevazione.

La Figura 4.22 mostra l'andamento dei valori assunti dal NEDOCS nel mese di Settembre.

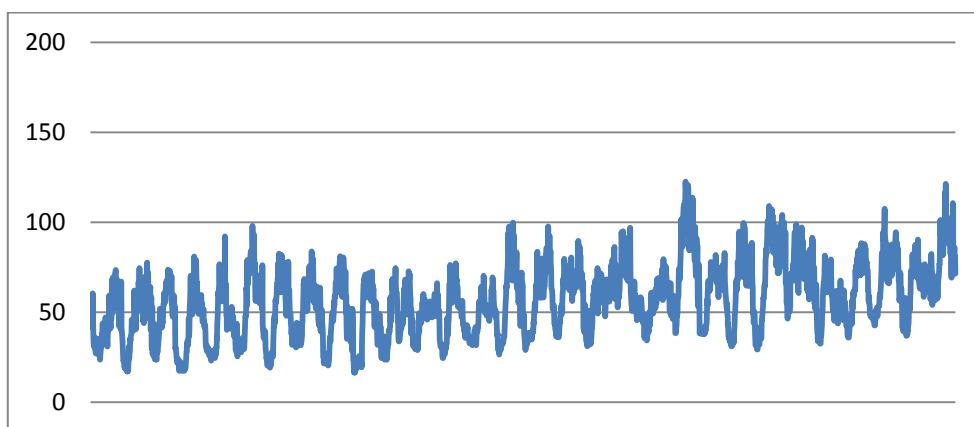


Figura 4.22: andamento NEDOCS Settembre

Si nota come anche per Settembre sia identificabile una forte variabilità e, come riscontrato per le settimane utilizzate per il confronto con le percezioni, vi siano valori inferiori in corrispondenza delle fasce orarie di inizio giornata seguite da incrementi di *crowding* durante la giornata. Risulta dunque plausibile come le due serie di dati siano coerenti e come le settimane utilizzate per i confronti possano non avere un andamento fuori dal comune.

Analizzando i dati relativi ai valori del NEDOCS aggregati rispetto alle fasce orarie di rilevazione, come effettuato per le settimane utilizzate per il confronto con le percezioni, si riscontra quanto riportato in Figura 4.23. Per il mese di Settembre si può evidenziare un andamento simile a quello riscontrato per le altre settimane. Anche in questo caso infatti è possibile raggruppare le ore 4 e 8, le 12 e le 16 e le 20 con le 24. Il primo gruppo è anche in questo caso caratterizzato da valori NEDOCS minimi. I valori massimi vengono riscontrati nelle ore centrali (12 e 16). Nelle ore serali (20 e 24) sovrappollamento stimato si assesta su valori medi rispetto a quelli delle fasce orarie precedenti.

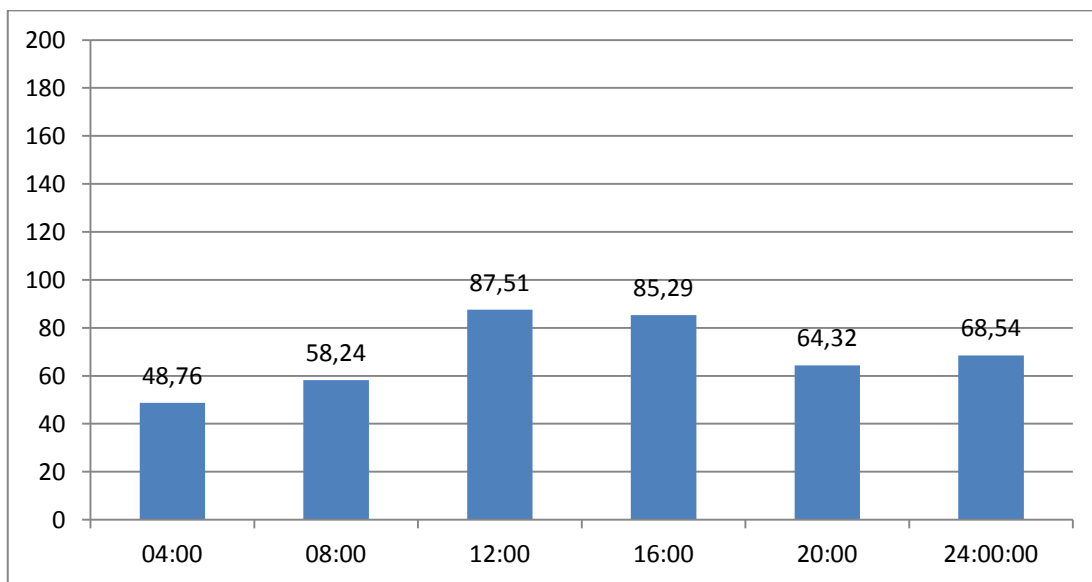


Figura 4.23: NEDOCS orario di Settembre

Analizzando quale sia la distribuzione dei valori NEDOCS associata alle settimane in analisi e al mese di Settembre si riscontra quanto riportato in Figura 4.24

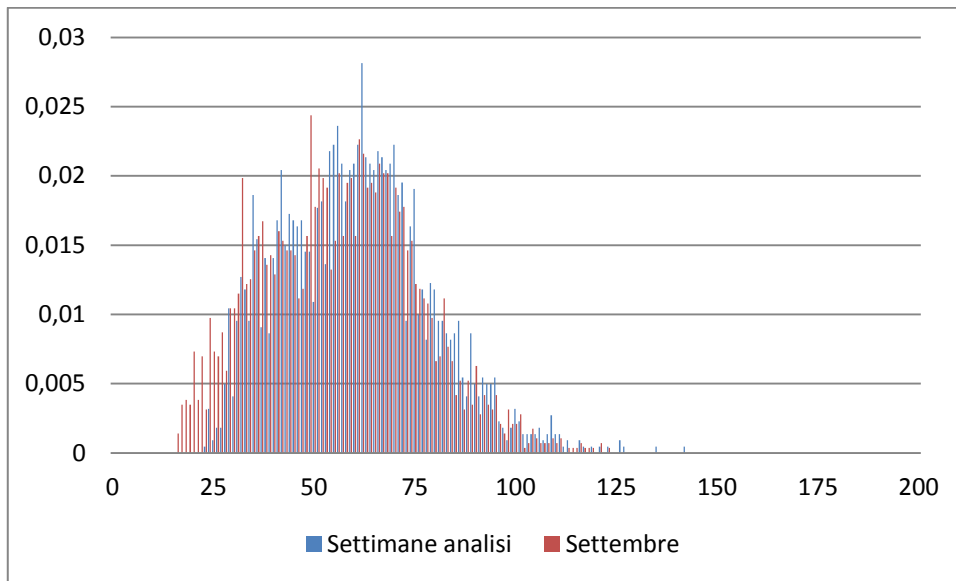


Figura 4.24: distribuzione valori NEDOCS

Si nota come le due distribuzioni abbiano caratteristiche comuni. Entrambe hanno una concentrazione di valori maggiore nella coda sinistra rispetto alla coda destra, che però risulta essere più lunga. La media è per entrambe le distribuzioni in un intorno di 60. La forma delle due distribuzioni risulta essere molto simile, entrambe sono leptocurtiche seppur con valori di curtosi non coincidenti. Entrambe le distribuzioni sono asimmetriche a destra, anche in questo caso con valori di asimmetria con coincidenti. Le caratteristiche salienti delle due distribuzioni sono riportate in Tabella 4.45.

	Settimane in analisi	Settembre
<b>Media</b>	60,45	56,32
<b>Massimo</b>	142,10	122,51
<b>Minimo</b>	23,45	16,35
<b>Asimmetria</b>	0,45	0,38
<b>Curtosi</b>	0,16	0,09
<b>Varianza</b>	336,51	375,4

Tabella 4.45: caratteristiche distribuzioni

Si può dunque affermare che i valori NEDOCS delle settimane utilizzate per le analisi rispetto alle percezioni siano caratterizzati da un *range* più ristretto rispetto a quello teorico, ma come ciò non sia dovuto ad una eccezionalità dei dati.

Risulta dunque corretto l'utilizzo di quei valori per svolgere le analisi di confronto con le percezioni.

## 4.4 Confronto percezioni e NEDOCS

In questa sezione si andrà a confrontare e analizzare la relazione esistente tra le percezioni delle figure professionali e il NEDOCS, con l'obiettivo di determinare se il NEDOCS fornisca una stima corretta delle percezioni di sovraffollamento. Per fare ciò si andrà a considerare quanto siano aderenti i valori puntuali, quanto siano aderenti in termini di classe di sovraffollamento e rispetto alla soglia di sovraffollamento definita per valori NEDOCS maggiore di 100 (sovraffollato) o minore di 100 (non sovraffollato).

In prima analisi si va a confrontare i valori puntuali di percezione rispetto al NEDOCS. Per fare questo era necessario avere, per ogni orario di ogni giorno di rilevazione, un valore di percezione di sovraffollamento da confrontare con i valori NEDOCS corrispondenti. Tale valore di sovraffollamento è la media, delle percezioni registrate per ogni fascia oraria di ogni giorno, pesata rispetto numero di osservazioni delle diverse classi di operatori (Tabella 4.27). Riportando tali percezioni medie insieme ai valori NEDOCS su un grafico si ottiene quanto riportato in Figura 4.25

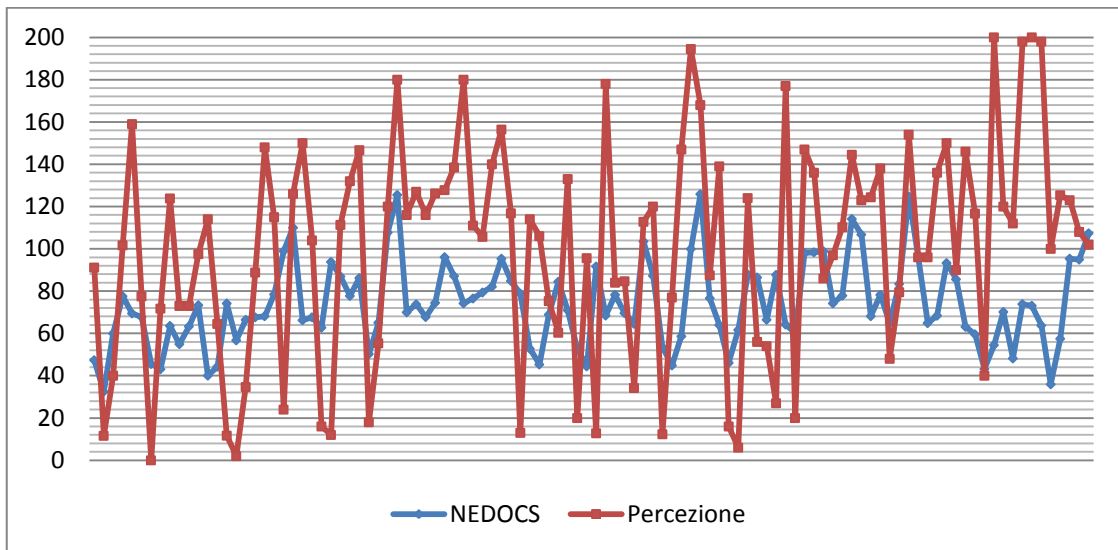


Figura 4.25: andamento percezioni e NEDOCS

Risulta evidente come le due serie di dati non siano particolarmente congruenti. Si può infatti notare come i valori delle percezioni siano molto più disperse rispetto ai valori NEDOCS, facendo registrare valori spesso non concordi. Tuttavia, le due serie di dati rispecchiano un andamento spesso simile. Ad un incremento del valore NEDOCS spesso corrisponde un aumento (più che proporzionale) del valore di sovraffollamento percepito dagli operatori di pronto soccorso e viceversa per le diminuzioni. Il NEDOCS sembra essere un sottostima delle percezioni: ai picchi del NEDOCS corrispondono picchi di percezione di sovraffollamento, ma con valore assoluto della percezione spesso molto maggiore rispetto al valore NEDOCS. L'osservazione è valida non solo per i picchi ma anche per le valli, per le quali il valore di percezione risulta minore del corrispettivo valore NEDOCS. A causa di ciò spesso discordanza anche tra le classi qualitative di appartenenza, come evidenziato in Tabella 4.46.

Classe NEDCOS	NEDOCS	Percezione
<b>Not Busy</b>	0,000%	9,09%
<b>Busy</b>	53,79%	9,09%
<b>Extremely busy but not overcrowded</b>	43,94%	16,67%
<b>Overcrowded</b>	2,27%	28,03%
<b>Severely overcrowded</b>	0,00%	12,12%
<b>Dangerously overcrowded</b>	0,00%	5,30%

Tabella 4.46: distribuzione classi NEDOCS

Si vede come la classe più frequente per il NEDCOS ("*Busy*") non corrisponde a quella più frequente per le percezioni ("*Overcrowded* "). Il NEDOCS, al contrario delle percezioni, non assume mai valori appartenenti alle classi "*Not Busy*", "*Severely overcrowded*" e "*Dangerously overcrowded*" rafforzando l'ipotesi che il NEDOCS sottostimi il sovraffollamento. Per quanto concerne le caratteristiche delle due metodologie di rilevazione del sovraffollamento in termini di media, valori massimo, minimo e dispersione, i valori dei questi parametri sono riassunti in Tabella 4.47

	NEDOCS	Percezione
<b>Media</b>	72,55	100,46
<b>Max</b>	125,86	200
<b>Min</b>	32,43	0,00
<b>Dispersione (varianza)</b>	21,27	51,58

Tabella 4.47: parametri riassuntivi percezione vs NEDOCS

Il sovraffollamento medio risulta maggiore per le percezioni rispetto al NEDOCS: secondo le prime si assesta su un valore pari a 100.46, limite tra le classi "*Extremely busy but not overcrowded* " e "*Overcrowded*", mentre secondo il NEDOCS è pari a 72,55 "*Extremely busy but not overcrowded*". L'ipotesi che il NEDOCS sottostimi il sovraffollamento percepito viene rafforzata guardando i valori massimi e minimi delle due metodologie di rilevazione. Le percezioni assumono un *range* di valori ampio, con un massimo pari a 200 alle 8 del 31/07 ("*Dangerously overcrowded*") e un minimo pari a 0 alle 4 del 25/04 ("*Not busy*"). Il NEDOCS invece fa registrare un massimo pari a 125.86 alle 16 "*Overcrowded*" del 03/06, e un minimo di 32.43 "*Busy*" alle 8 del 24/04.

Risulta differente anche la dispersione calcolata tramite la varianza, che per le percezioni è pari a 2661 e 452.5 per il NEDOCS, oltre 5 volte inferiore.

Tramite *scatter plot* ricerca quale sia la corrispondenza tra le due serie di dati, riportata in Figura 4.26

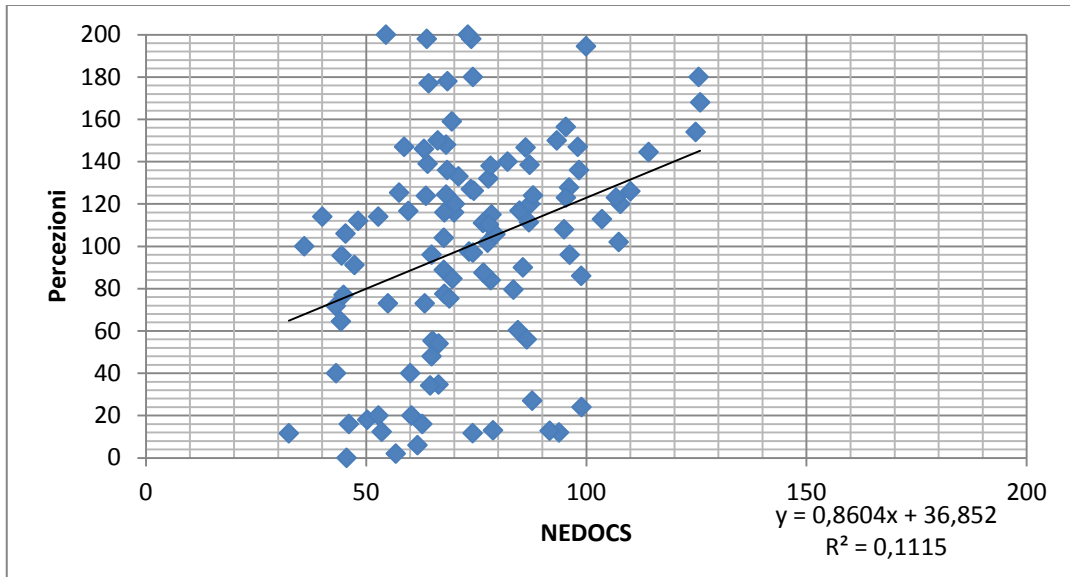


Figura 4.26: corrispondenza NEDOCS - percezioni

La dispersione dei valori attorno alla retta di regressione è contenuta, ma la corrispondenza e la quota di variabilità del NEDOCS spiegata dalle percezioni risulta bassa come evidenziato anche dal coefficiente  $R^2 = 0.1115$ . Ciò risulta supportato anche dai coefficienti della retta di regressione, il cui coefficiente angolare è pari a 0,8604 e il termine noto a 36,852.

La corrispondenza tra i valori di sovraffollamento percepite dagli operatori e i valori del NEDOCS è molto bassa. I valori di sovraffollamento sono raggruppabili nelle sei classi prima esposte. Per verificare quale sia la corrispondenza tra le classificazioni realizzate da NEDOCS e percezioni si è ricorso alle matrici di confusione e alla K di Cohen.



<i>Percezioni/NEDOCS</i>	Not busy	Busy	Extremely busy but not overcrowded	Overcrowded	Severely overcrowded	Dangerously overcrowded	$Y_i$
Not busy	0,00	0,06	0,06	0,00	0,00	0,00	0,11
Busy	0,00	0,02	0,09	0,00	0,00	0,00	0,11
Extremely busy but not overcrowded	0,00	0,06	0,14	0,00	0,00	0,00	0,20
Overcrowded	0,00	0,07	0,25	0,05	0,00	0,00	0,37
Severely overcrowded	0,00	0,01	0,10	0,03	0,00	0,00	0,14
Dangerously overcrowded	0,00	0,01	0,05	0,01	0,00	0,00	0,07
$y_i$	0,00	0,22	0,70	0,08	0,00	0,00	1

Tabella 4.48: matrice di confusione percezioni - NEDOCS

$p_o$	$p_e$	$K$	$\sigma_k$	$Z$	$p - value$
0.21	0,194	0,017	0,006	2.8	0,004

Tabella 4.49: risultati K di Cohen percezioni-NEDOCS

Da quanto riscontrato in Tabella 4.48: **matrice di confusione percezioni - NEDOCS** si evince come le percezioni degli operatori e le stime fatte dal NEDOCS siano poco concordi nel delineare una situazione di sovraffollamento. La K di Cohen è infatti pari a 0.017. Tale valore essendo significativamente maggiore di zero ( $p=004$ ), evidenzia l'esistenza di un accordo statisticamente significativo tuttavia molto debole (Tabella 4.13).

Utilizzando il coefficiente di correlazione per ranghi di Spearman si ottengono i risultati (in termini di correlazione e significatività) riportati Tabella 4.50

$\rho_s$	$p-value$
0,304	0,0015

Tabella 4.50: coefficiente correlazione per ranghi

Risulta evidente come anche secondo questo test vi sia bassa corrispondenza statistica tra quanto stimato dal NEDOCS e quanto percepito dagli operatori.

I risultati ottenuti sono riportati in Tabella 4.51

		predetti	
		>100(positivi)	<100(negativi)
Reali	>100(positivo)	9	52
	<100(negativo)	0	45

Tabella 4.51: risultati matrice di confusione soglia sovraffollamento

Quanto riscontrato precedentemente riguardo la sottostima del sovraffollamento effettuata dal NEDOCS è riscontrabile dall'assenza di *falsi positivi*.

La qualità del modello, calcolata secondo gli indici sopra indicati è riportata in Tabella 4.52

<b>Sensibilità</b>	15%
<b>Specificità</b>	100%
<b>Accuratezza</b>	51%
<b>Precisione</b>	100%
<b>Probabilità mancato allarme</b>	85%
<b>Probabilità falso allarme</b>	0%

Tabella 4.52: qualità classificazione sovraffollamento

I valori rispecchiano la bassa qualità del NEDOCS anche nel definire se una situazione sia sovraffollata o meno. I valori di *sensibilità*, *specificità* e *accuratezza* sono dimostrazione di quanto affermato. Solo nel 15% dei casi in cui si verifica una situazione di *crowding* il NEDOCS la segnala come tale. Nel 46% dei casi di non sovraffollamento l'indicatore restituisce un valore coerente. Nel complesso ha una accuratezza di solo il 51%. Il valore di *precisione* pari al 100% e la *probabilità di falso allarme* nulla dovuti alla mancanza *falsi positivi* indica come il NEDOCS non compia errori riguardo il segnalare come *crowded* una situazione non sovraffollata.

Con una *probabilità di mancato allarme* pari al 85% risulta evidente come il NEDOCS nella realtà della Fondazione I.R.C.C.S. Policlinico San Matteo, non sia uno strumento valido.

È stato infatti dimostrato come il NEDOCS fornisca una sottostima delle percezioni degli operatori. Risulta essere uno strumento non preciso in relazione ai valori puntuali di sovraffollamento percepito. Prendendo in considerazione le classi di sovraffollamento, il NEDOCS si è dimostrato un classificatore non accurato. Si è dimostrato non sufficientemente accurato nemmeno in relazione alla capacità di definire se una situazione sia o meno sovraffollata. Non fornisce dunque una buona stima del *crowding*.

Problematiche simili erano state segnalate in letteratura [2] [20] [30]. Una soluzione segnalata è la ricalibrazione del modello utilizzando come variabile dipendente le percezioni degli operatori [2].

## 4.5 Calibrare modello

Jones et al. (2006) [2] segnalano come per risolvere problemi di malfunzionamento dell'indicatore si possano attuare due soluzioni:

1. Ricalibrare il modello: ridefinire i coefficienti associati alle variabili del modello
2. Ridefinire le classi di *crowding*: definire nuove soglie con cui classificare il valore del NEDOCS

La seconda alternativa è stata esclusa poiché modificando i valori soglia delle classi di sovraffollamento, i dati sarebbero difficilmente utilizzabili per analisi in relazione ad altri pronto soccorso in cui si utilizzi il NEDOCS. Si è quindi deciso di effettuare una ricalibrazione del modello.

Per compiere la ricalibrazione del modello è stato necessario identificare una modalità a cui fare riferimento. Weiss et al. (2004) [3] nella creazione del modello ridotto avevano utilizzato una regressione lineare ad effetti misti. Dato l'obiettivo di questo studio si è optato per l'utilizzo di una regressione lineare. Come variabili indipendenti sono state utilizzate le medesime del modello originale. Come variabile indipendente è stata utilizzata la percezione di sovraffollamento, in accordo con quanto segnalato da Weiss et al. (2004) e Spencer et al. (2006)[3][2]. Come campione si sono utilizzati i soli dati per cui fossero disponibili sia valori NEDOCS sia valori delle percezioni. Il campione era composto da 106 unità statistiche. Per verificare la qualità di classificazione del modello si è deciso di suddividere il campione in due sottocampioni, uno per calibrare il modello, uno per testare il nuovo modello. Il campione utilizzato per la calibrazione è stato determinato tramite una estrazione casuale, ed era formato dal 70% del campione completo. Il restante 30% è stato utilizzato per il test.

## **4.6 Descrizione modello ricalibrato**

La calibrazione del modello è stata effettuata tramite regressione lineare con variabile dipendente la percezione degli operatori e con variabili indipendenti quelle usate per il calcolo del NEDOCS relativi al campione di calibrazione. In Tabella 4.53 sono riportati i coefficienti del modello stimati dalla regressione

Valore percezione	Coefficiente	Std. Error	t	P> t	[95% C.I.]	
$x_d$	42,281(13.4)	16,28169	2,6	0,01	9,8	74,76
$x_{ev_2}$	-2,135 (0.93)	0,91527	-2,33	0,02	-3,9617	-0,31
$x_{gv_2}$	4,637 (5.64)	8,1343	0,57	0,57	-11,59	20,86
$x_{ca}$	101,565 (85.8)	38,9069	2,61	0,01	23,948	179,18
$x_{fb}$	1084,099 (600)	1849,64	0,59	0,56	-2605,8 3	4744,0 3
<b>const.</b>	15,81767 (-20)	32,24033	0,49	0,62	-48,5	80,13

Tabella 4.53: coefficienti modello ricalibrato, tra parentesi i coefficienti originali

Il modello ricalibrato ha dunque la seguente formulazione:

$$NEDOCS_{ricalibrato} = 15.82 + 101.56 * x_{ca} + 1084.1 * x_{fb} + 42.28 * x_d - 2.136 * x_{ev_2} + 4.64 * x_{gv_2}$$

La significatività delle variabili è inferiore al 5% per tutte tranne  $x_{gv_2}$  e  $x_{ev_2}$  e la costante. Nonostante ciò sono state comunque prese in considerazione poiché l'obiettivo era utilizzare il modello proposto da Weiss et al. (2004). Da notare infine come  $x_{ev_2}$  e la costante abbiano un segno opposto che associato ad un p-value>0.05 mette in evidenza come la stima di questi coefficienti possa non essere corretta a causa della bassa qualità del campione a disposizione.

Per valutare la qualità del modello sono stati considerati i parametri riportati in Tabella 4.54

<b>Number of observations</b>	<b>75</b>
<b><math>F(5, 69)</math></b>	3,66
<b>Prob &gt; z</b>	0,0054
<b><math>R^2</math></b>	0,2095
<b><math>R^2_{adj}</math></b>	0,1523
<b>Root MSE</b>	49,135

Tabella 4.54: parametri qualità modello ricalibrato

Il modello, con riferimento al campione estratto per la calibrazione, ha un p-value inferiore a 0.01 determinando la significatività del modello. I valori di  $R^2$  e  $R^2_{adj}$  sono rispettivamente pari a 20.95% e 15.23% determinando come una porzione significativa, seppur non alta, della variabilità delle percezioni sia spiegata dalla variabilità del modello. Graficamente è riportato in Figura 4.27

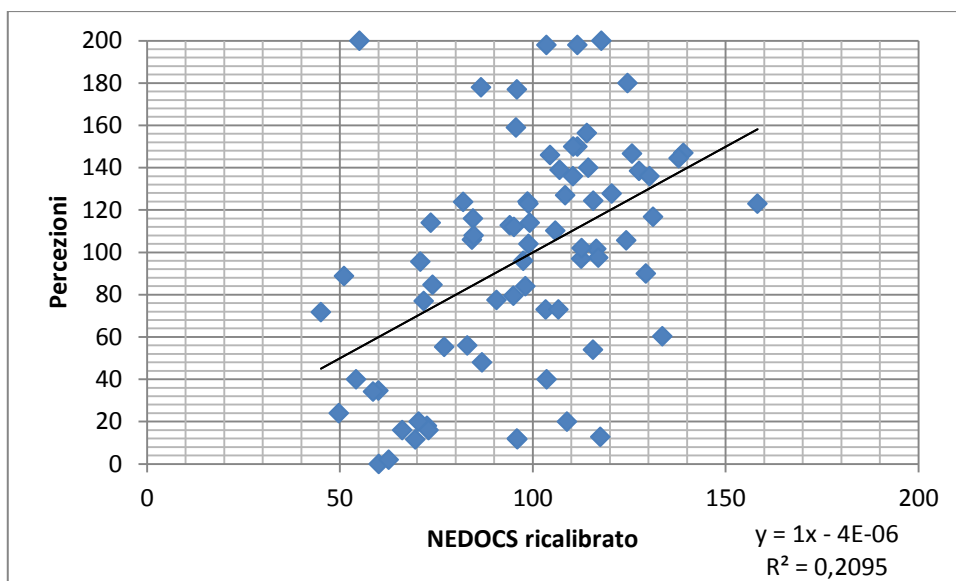


Figura 4.27: corrispondenza NEDOCS ricalibrato - percezioni

Da quanto riportato in Figura 4.27 risulta come la retta di regressione abbia una struttura molto simile a quella ideale  $y = x$ . La dispersione dei valori attorno alla retta di regressione è tale da determinare un coefficiente  $R^2 = 0,2095$ . La correlazione tra le due variabili, stimata con il coefficiente *r di Pearson* è pari a 0,33.

Per valutare se i risultati ottenuti fossero troppo influenzati dal campione utilizzato si è analizzata la corrispondenza esistente tra le percezioni e l'*output* del modello utilizzando il sottocampione test. In Figura 4.28 è riportato il risultato ottenuto

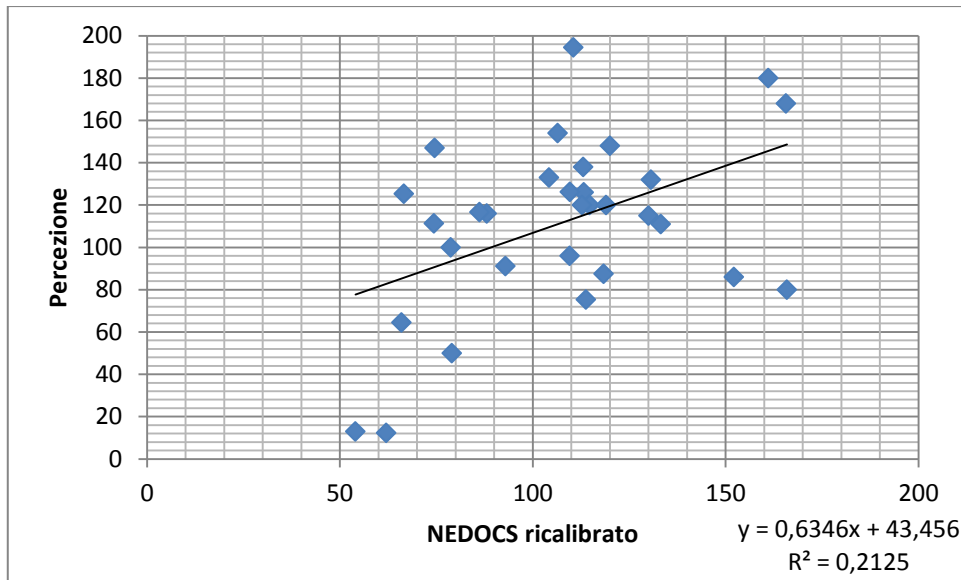


Figura 4.28: corrispondenza NEDOCS ricalibrato - percezioni test

Si evince come la retta di regressione si discosti maggiormente da quella ideale rispetto a quanto riscontrato con il campione di calibrazione. Nonostante ciò il coefficiente  $R^2$  è ora pari a 0.2125, superiore rispetto a quello ottenuto per il campione di calibrazione. Si è dunque verificato che il risultato ottenuto non fosse legato solamente alla qualità del campione utilizzato per la calibrazione.

Per valutare quale sia la capacità del modello di classificare correttamente una situazione rispetto a quanto percepito dagli operatori (con riferimento alle classi di sovraffollamento del NEDOCS) si è ricorso all'utilizzo delle matrici di confusione e al coefficiente K di Cohen. I risultati della matrice di confusione sono riportati in Tabella 4.55.

<i>Percezioni/Modello</i>	Not busy	Busy	Extremely busy but not overcrowded	<i>Overcrowded</i>	Severely overcrowded	Dangerously overcrowded	$Y_i$
Not busy	0,000	0,010	0,076	0,010	0,000	0,000	0,095
Busy	0,000	0,038	0,057	0,029	0,000	0,000	0,124
Extremely busy but not overcrowded	0,000	0,019	0,143	0,057	0,010	0,000	0,229
Overcrowded	0,000	0,000	0,095	0,286	0,010	0,000	0,390
Severely overcrowded	0,000	0,000	0,038	0,038	0,019	0,000	0,095
Dangerously overcrowded	0,000	0,010	0,000	0,048	0,010	0,000	0,067
$y_i$	0,000	0,076	0,410	0,467	0,048	0,000	1

Tabella 4.55: matrice di confusione Percezioni - Modello

Da quanto riportato nella matrice di confusione è stato possibile calcolare i parametri relativi alla  $K$  di Cohen, utilizzati per determinare quale sia la capacità del modello di classificare correttamente e quindi quale sia l'accordo tra quanto restituito dal modello e le percezioni degli operatori. I risultati sono riportati in Tabella 4.56

$p_o$	$p_e$	$K$	$\sigma_k$	$Z$	$p - value$
0.486	0,289	0,28	0,08	3.345	0,0005

Tabella 4.56: risultati  $K$  di Cohen

Si evince come, considerando le classi di sovraffollamento, vi sia un discreto accordo (statisticamente significativo) tra il modello ricalibrato e le percezioni ( $K = 0.28$ ,  $p - value < 0.001$ ). Per fornire una misura riguardo la correlazione esistente tra le classi di sovraffollamento stimate dal modello e quelle delle percezioni si è ricorso anche in questo caso al coefficiente  $\rho_s$  di Spearman.

$\rho_s$	$p - value$
0,464	0,000

Tabella 4.57: risultati rho di Spearman

Da quanto riportato in Tabella 4.57 si evince come vi sia una moderata correlazione (statisticamente significativa) tra le classi determinate dal modello e quelle determinate dalle percezioni.



Per verificare la capacità del modello di discriminare le situazioni di sovraffollamento rispetto a quelle di non sovraffollamento si sono utilizzati, come fatto tra NEDOCS e percezioni, i parametri di *specificità*, *sensibilità*, *accuratezza*, *precisione*, *probabilità di mancato allarme* e *di falso allarme*. La matrice di confusione sulla base di cui sono stati calcolati i parametri sopra indicati è riportata in Tabella 4.58

		Predetti	
		>100(positivi)	<100(negativi)
Reali	>100(positivo)	40	15
	<100(negativo)	20	31

Tabella 4.58: matrice di confusione per soglia sovraffollamento

Da questa sono stati calcolati i parametri sopra indicati. I risultati ottenuti sono riportati in Tabella 4.59

Parametro	Valore
<b>Sensibilità</b>	72,73%
<b>Specificità</b>	67,39%
<b>Accuratezza</b>	66,98%
<b>Precisione</b>	66,67%
<b>Probabilità di mancato allarme</b>	27,27%
<b>Probabilità falso allarme</b>	33,33%

Tabella 4.59: parametri classificazione soglia sovraffollamento

Risulta come il modello ricalibrato abbia una alta sensibilità (72.73%) buone accuratezza, specificità e precisione (rispettivamente 67.39%, 66.98% e 66.67%). Nel 33% dei casi tuttavia segnala erroneamente una situazione come sovraffollata. I casi in cui il modello non riconosce una situazione come sovraffollata sono il 27.3%. Il fatto che la probabilità di mancato allarme sia minore rispetto a quella di falso allarme è positiva in quanto le conseguenze associate ad una mancato allarme sono peggiori rispetto quelle causate da un falso allarme. Nel secondo caso infatti si può generare un aumento di costi, nel primo invece non verrebbero intraprese azioni di riduzione del sovraffollamento che, come esposto in letteratura, hanno effetti più

gravi, soprattutto se considerando la salute del paziente. Per valutare se quanto i risultati ottenuti dalla ricalibrazione fossero dipendenti dal campione utilizzato, sono state compiute altre ricalibrizioni su campioni di numerosità diversa estratti casualmente. Per valutare se il risultato ottenuto fosse coerente o meno con quello precedentemente esposto si è analizzato quanto i coefficienti delle variabili fossero cambiati e quali risultati siano stati ottenuti. Il campione precedentemente analizzato era composto dal 70% per calibrare e 30% per testare. Gli altri sono in proporzione 60%-40% e 50%-50%. I risultati della ricalibrazione rispetto al primo sottocampione (60:40) sono riportati in Tabella 4.58 Tabella 4.59.

<b>Number of observations</b>	<b>64</b>
<b>F(5, 69)</b>	4,820
<b>Prob &gt; z</b>	0,001
<b>R<sup>2</sup></b>	0,294
<b>R<sup>2</sup><sub>adj</sub></b>	0,233
<b>Root MSE</b>	44,065

Tabella 4.58: parametri qualità secondo campionamento

Valore percezione	Coefficiente	Std. Error	t	P> t	[95% C.I.]	
$x_d$	53,77	15,40	3,49	0,00	22,95	84,59
$x_{ev2}$	-1,90	0,96	-1,97	0,05	-3,83	0,03
$x_{gv2}$	4,23	8,09	0,52	0,60	-11,97	20,43
$x_{ca}$	113,86	38,04	2,99	0,00	37,71	190,02
$x_{fb}$	68,00	2035,90	0,03	0,97	-4007,30	4143,31
<b>const.</b>	18,19	31,66	-0,01	1,00	-63,56	63,19

Tabella 4.59: coefficienti modello ricalibrato secondo campionamento

Risulta come i parametri e i coefficienti seppur non coincidenti siano simili, suggerendo come i risultati ottenuti possano essere corretti. Per quanto riguarda il campionamento 50%-50% sono riportati in Tabella 4.60 e Tabella 4.61

<b>Number of observations</b>	<b>53</b>
<b>F(5,47)</b>	3,30
<b>Prob &gt; z</b>	0,0123
<b>R<sup>2</sup></b>	0,260
<b>R<sup>2</sup><sub>adj</sub></b>	0,181
<b>Root MSE</b>	0,47,427

Tabella 4.60:parametri qualità terzo campionamento

Valore percezione	Coefficient e	Std. Error	t	P> t	[95% C.I.]	
<i>x<sub>d</sub></i>	24,62	2,63	0,01 2	15,2171 9	114,28	
<i>x<sub>ev2</sub></i>	-2,03	1,12	-1,81	0,077	-4,30	0,23
<i>x<sub>gv2</sub></i>	4,77	9,36	0,51	0,613	-14,05	23,59
<i>x<sub>ca</sub></i>	96,03	45,33	2,12	0,039	4,84	187,21
<i>x<sub>fb</sub></i>	808,70	2922,35	0,28	0,783	-	6687,7 1
<b>const.</b>	10,40	37,94	0,27	0,785	-65,92	86,72

Tabella 4.61:coefficienti modello ricalibrato terzo campionamento

Anche in questo caso i coefficienti e i parametri sono coerenti con quelli proposti per il modello ricalibrato. Si può dunque affermare come i risultati ottenuti siano robusti dato il campione in analisi.

## ***Capitolo 5: Discussione***

Il lavoro proposto si articola in diverse fasi collegate dall'obiettivo comune di determinare degli strumenti adeguati attraverso cui poter stimare il sovraffollamento per poter prendere decisioni che possano ridurre il problema del *crowding* in maniera efficace ed efficiente.

In primo luogo è stata effettuata una mappatura del pronto soccorso per quanto riguarda le risorse e i processi relativi a questo reparto. Attraverso questa è stato possibile sviluppare il modulo e il *framework* per le rilevazioni, oltre estrarre informazioni utili per il calcolo del NEDOCS. Tale mappatura risulta utile anche per individuare punti di criticità del pronto soccorso, in modo da poter sviluppare soluzioni che migliorino in pronto soccorso non solo in termini di sovraffollamento ma anche di processo e di utilizzo migliore delle risorse disponibili, ottenendo risultati in ottica di migliore efficacia ed efficienza. La mappatura risulta importante perché seppur le informazioni fossero note tra gli operatori non erano mai state formalizzate dopo la ristrutturazione del pronto soccorso avvenuta nel 2013.

Le campagne di rilevazione delle percezioni di sovraffollamento hanno fornito contributi sotto diversi aspetti. Grazie ad esse è stato possibile determinare un termine di paragone attraverso cui validare l'utilizzo del NEDOCS e apportare miglioramenti all'indicatore stesso. Non esistendo una regola "aurea" che definisca una metrica di misura reale del sovraffollamento, le percezioni degli operatori vengono segnalate come il migliore metodo per averne una misura [2][3][20][30][158]. Per poterle rilevare è stato necessario mettere a punto un metodo che ne permettesse la rilevazione attraverso uno strumento (Figura 3.4) snello, funzionale, a basso impatto sul personale ma che al tempo stesso permette di ottenere informazioni complete e di essere utilizzato per diverse campagne di rilevazione. Contestualmente alla creazione del modulo di rilevazioni delle percezioni è stato creato un *framework* di riferimento di carattere generale.

Tale *framework* è stato creato affinché tali rilevazioni potessero avvenire secondo una logica strutturata, replicabile nel tempo e utilizzabile in contesti ospedalieri anche diversi da quello in cui è stato creato, fornendo uno strumento testato e fruibile per chi dovesse replicare quanto effettuato in questo lavoro.

Il calcolo del NEDOCS ha avuto diverse ricadute. Le verifiche effettuate riguardo l'effettiva implementabilità hanno messo in luce come il calcolo puntuale di questo indicatore al momento non sia possibile. Due delle sette variabili necessarie per il calcolo non erano registrate a sistema informativo, compromettendo il corretto calcolo del NEDOCS. Essendo il NEDOCS ideato come indicatore di *crowding* su cui poter basare decisioni riguardo azioni di riduzione del sovraffollamento, qualora il valore fosse calcolato erroneamente, le decisioni che ne discenderebbero non risulterebbero efficaci. Ricordando la filosofia delle sei sigma, secondo cui non si conosce ciò che non si misura e non si governa ciò che non si conosce, risulta evidente quanto un calcolo errato di un indicatore possa portare gravi conseguenze. Le due soluzioni proposte (Soluzione  $\alpha$  e Soluzione  $\beta$ ) pongono rimedio al problema. Per quanto riguarda la seconda soluzione, per quanto necessita di un maggiore investimento iniziale e richieda una modifica del sistema informativo di pronto soccorso, pone definitivamente rimedio a tale problema permettendo il calcolo puntuale del NEDOCS. La prima permette una stima approssimata del valore del NEDOCS, non sostenibile nel tempo, ma fondamentale per analisi svolte.

Attraverso le analisi di confronto tra NEDOCS e percezioni è stato verificato che il NEDOCS secondo la formulazione originale, in questo contesto, non funziona. Tale affermazione è supportata dai valori di  $R^2$ ,  $R_{adj}^2$ , K di Cohen,  $\rho_s$ , sensibilità, accuratezza e probabilità di mancato allarme (Tabella 5.1, Tabella 5.2, Tabella 5.3, Tabella 5.4). Dalle analisi svolte risulta come il NEDOCS non stimi correttamente i valori di sovraffollamento percepiti, le classi di sovraffollamento percepite e nemmeno se ci sia o meno sovraffollamento. Da ciò si è determinata la necessità di ricalibrare il modello secondo quanto indicato dal Spencer et al (2006) e Harrell et al. (1988).

Una volta effettuata la ricalibrazione del NEDOCS e stimata la sua qualità è necessario verificare quali siano i miglioramenti ottenuti rispetto al campione totale dei dati. Il NEDOCS secondo la formulazione originale era caratterizzato da un coefficiente  $R^2 = 0.115$  e un coefficiente  $R_{adj}^2 = 0.067$ , delineando come solo una quota marginale delle variabilità delle percezioni di sovraffollamento fosse catturata dalla variabilità del NEDOCS. La correlazione tra i due parametri, calcolata tramite il coefficiente *r di Pearson* era pari a 0.33, determinando come la correlazione tra NEDOCS e percezioni degli operatori fosse bassa. Tramite la ricalibrazione sono stati stimati nuovi coefficienti associati alle variabili del modello che permettessero una stima migliore del sovraffollamento presente in pronto soccorso. In Tabella 5.1 sono riportati i valori di tali parametri prima e dopo la ricalibrazione

Parametri	NEDOCS	NEDOCS ricalibrato	$\Delta\%$
$R^2$	0,1115	0,2106	88,88%
$R_{adj}^2$	0,067	0,171	155,22%
$r$	0,33	0,46	39,39%
<i>Root MSE</i>	55,17	49,135	-10.94%

Tabella 5.1: parametri modello pre e post calibrazione

Si nota come tutti i parametri siano migliorati: quota di variabilità delle percezioni spiegata dal modello è passata da  $R^2 = 0.115$  a  $R^2 = 0.2106$ . Di conseguenza la correlazione tra le percezioni di sovraffollamento e la stima è aumentata da  $r = 0.33$  a  $r = 0.46$ . Un aumento significativo è stato ottenuto anche in relazione al coefficiente  $R_{adj}^2$  che per il NEDOCS secondo la formulazione originale era pari a 0,067 mentre per il modello ricalibrato è pari a 0,171. Per quanto riguarda il parametro *Root MSE*, indice della discrepanza media tra i valori stimati e quelli reali, si evidenzia una riduzione pari a circa 11%, da un valore iniziale pari a 55,17 a uno pari a 43,135. Il modello ricalibrato risulta quindi qualitativamente migliore rispetto a quello originale e, con un livello di significatività stimato tramite un *F-* pari a  $Prob > F = 0.0054$ , risulta statisticamente significativo. Il modello ricalibrato risulta qualitativamente migliore non solo prendendo in considerazione i valori puntuali delle percezioni e della stima, ma anche per quanto riguarda la capacità di classificare correttamente una situazione presente in pronto soccorso.

In altre parole, se la percezione degli operatori appartiene ad una determinata classe di sovraffollamento, il modello ricalibrato stima la classe di sovraffollamento correttamente più volte rispetto al NEDOCS originale.

Questo è verificato confrontando le matrici di confusione e i coefficienti dalla *K di Cohen* relativi al NEDOCS e alla sua versione ricalibrata

Da queste si derivano i parametri riportati in Tabella 5.2

Parametri	NEDOCS	NEDOCS ricalibrato
$p_o$	0,21	0,486
$p_e$	0,194	0,289
<b><math>K</math></b>	<b>0,017</b>	<b>0,28</b>
$\sigma_k$	0,006	0,08
<b><math>Z</math></b>	<b>2,8</b>	<b>3,345</b>
<b><math>p - value</math></b>	<b>0,004</b>	<b>0,0005</b>

Tabella 5.2: risultati K di Cohen a confronto

Si nota come per il NEDOCS originale il valore della K fosse tale da determinare come l'accordo tra le percezioni e la stima fornita fosse quasi inesistente. Il modello ricalibrato risulta invece caratterizzato da un discreto accordo tra le classi stimate e quelle reali, definendo una migliore qualità del modello.

Questo risultato è verificato anche prendendo in considerazione il coefficiente  $\rho$  di Spearman.

	NEDOCS	NEDOCS ricalibrato
$\rho_s$	0,304	0,464
<b><math>p - value</math></b>	<b>0,0015</b>	<b>0,000</b>

Tabella 5.3: Rho Spearman a confronto

Il modello ricalibrato risulta migliore anche considerando la capacità di determinare se vi sia o meno sovraffollamento. Confrontando in che misura il modelli restituissero un valore maggiore o minore a 100 (rispettivamente sovraffollato e non sovraffollato) rispetto a quanto percepito dagli operatori, si ottiene quanto riportato in Tabella 5.4

Parametri	NEDOCS	NEDOCS ricalibrato	$\Delta\%$
<b>Sensibilità</b>	14,75%	72,73%	392,93%
<b>Specificità</b>	100,00%	60,78%	-39,22%
<b>Accuratezza</b>	50,94%	66,98%	31,48%
<b>Precisione</b>	100,00%	66,67%	-33,33%
<b>Probabilità di mancato allarme</b>	85,25%	27,27%	-68,01%
<b>Probabilità falso allarme</b>	0,00%	33,33%	nc

Tabella 5.4: confronto qualità modelli

Ricordando come i valori di *precisione e probabilità di falso allarme* per il NEDOCS fossero condizionati da un numero di falsi positivi pari a zero, si può affermare come la ricalibrazione del NEDOCS abbia portato forti miglioramenti. Per quanto riguarda la sensibilità si è riscontrato un aumento passando da un valore pari a 14,75% per il NEDOCS originale ad un valore pari a 72,73% (cioè il 73% delle volte che segnala una situazione di sovraffollamento il pronto soccorso è realmente sovraffollato). La specificità, misura della porzione di volte in cui viene segnalata una situazione di non sovraffollamento ed effettivamente il pronto soccorso non è sovraffollato, è passata da un valore pari a 100% a 60,78% per il modello ricalibrato. L'accuratezza che misura quanto di quello segnalato dal modello sia effettivamente corretto è passata da un valore pari a 50,94% per il NEDOCS originale ad uno pari a 66,98%. Considerazioni analoghe valgono per quanto accade riguardo la *probabilità di falso allarme*, che risultava pari allo 0% per il modello originale ma a causa della mancanza di *falsi positivi*. Per il NEDOCS ricalibrato è pari al 33,33%. Una significativa riduzione si nota infine per quanto riguarda la probabilità di mancato allarme. Per il NEDOCS originale era pari a 85,25%, segnalando come spesso non venissero segnalate situazioni di sovraffollamento. Questo parametro risulta particolarmente importante poiché, affinché possano essere intraprese azioni mirate alla riduzione del *crowding*, si deve essere in grado di riconoscere una situazione di sovraffollamento.



Nel momento in cui non venga segnalata, nessuna azione potrà essere intrapresa e il sovraffollamento non potrà essere alleviato, con le note gravi conseguenze. Al NEDOCS ricalibrato è associata una probabilità di mancato allarme pari a 27,27%, molto inferiore rispetto a quella relativa al NEDOCS originale.

## 5.1 Limiti

Quanto precedentemente esposto dimostra come la ricalibrazione del NEDOCS abbia apportato grandi miglioramenti, permettendo una stima più accurata della situazione di sovraffollamento presente in pronto soccorso.

Avendo a disposizione una misura del *crowding* più aderente alla realtà, le decisioni basate sulla misura fornita da questo indicatore potranno essere più efficaci ed efficienti. Va tuttavia segnalato come il lavoro presentato abbia dei limiti. Si possono definire due categorie di limiti:

1. Legati alla qualità dei dati
2. Legati alla numerosità dei dati

I dati a disposizione su cui è stato svolto il lavoro presentavano una scarsa qualità. Questo vale sia per le percezioni sia per il NEDOCS.

Benché in letteratura siano state utilizzate proprio le percezioni degli operatori come misura del sovraffollamento su cui basare le analisi svolte in relazione al NEDOCS [3][20][30][2], e nonostante siano state validate come strumento [158], va segnalato come possano essere non adeguate da un punto di vista qualitativo. Esse infatti sono percezioni della realtà, ogni operatore percepisce la realtà in maniera differente in funzione della propria sensibilità, delle sue esperienze ed in funzione di altri parametri di cui è impossibile tenere conto. Sono dunque estremamente soggettive e soggette a *bias* che possono ridurre la loro qualità.

È inoltre da segnalare come i valori possano essere falsati: un operatore può aver segnalato una situazione di *crowding* non corrispondente a quanto realmente percepito per invece esprimere dissenso nei confronti delle condizioni in cui si trova ad operare. Per verificare non fossero presenti valori *outlier* i dati sono stati standardizzati ( $\mu=0, \sigma=1$ ). Partendo da questi dati si sono considerati fuori controllo quelli che si discostassero dalla media di un valore maggiore di 2 volte la deviazione standard. Il valore di  $2\sigma$  è stato scelto perché avrebbe permesso di mantenere una significatività accettabile (all'interno dell'intervallo  $\pm 2\sigma$  è contenuto circa il 95% dei dati). Non sono stati individuati valori fuori da questo intervallo e di conseguenza si è optato per tenere conto di tutte le percezioni. Non avendo a disposizione uno standard "aureo" cui fare riferimento, le percezioni degli operatori sono la migliore misura che possiamo ottenere del sovraffollamento di pronto soccorso. Per quanto riguarda la qualità dei dati NEDOCS, il limite è causato dal fatto che le variabili riguardo il *boarding* non fossero disponibili e sia stato necessario stimarle. In questo modo si sono ottenuti valori utilizzabili ma non esatti. Risulta chiaro dunque come i risultati ottenuti non possano essere di alta qualità.

La seconda categoria di limiti è invece legata al numero di unità statistiche a disposizione. Il lavoro è stato svolto facendo riferimento a quanto fatto in letteratura. Nelle ricerche presentate sono stati utilizzati i dati relativi a tre settimane di campionamenti svolti sei volte al giorno [2][20][30]. Un campione totale composto da 106 unità statistiche è sufficiente per verificare il corretto funzionamento del NEDOCS, non per determinare un nuovo modello. Il modello ottenuto dalla calibrazione risulta essere statisticamente significativo ( $p\text{-value} < 0,001$ ) ma non è stato possibile apportare modifiche al NEDOCS che permettessero di ottenere una significatività accettabile per tutte le variabili.

Risulta dunque come il lavoro effettuato abbia apportato dei miglioramenti significativi ma ancora non pienamente soddisfacenti: i valori di  $R^2, R^2_{adj}, K$  di Cohen e  $\rho_s$  mostrano come ci siano ancora ampi spazi di miglioramento.

## ***Capitolo 6: Conclusioni***

Il problema del *crowding* è riconosciuto come un grave problema nei pronto soccorso di tutto il mondo, come verificato dalla ampia letteratura a riguardo. Nella *Deliberazione N° X/2933 seduta del 19/12/2014*[66] [67] della Regione Lombardia viene dichiarato come, al fine di poter migliorare il problema del sovraffollamento in pronto soccorso, sia necessario utilizzare il NEDOCS per avere una misura del sovraffollamento in pronto soccorso. In letteratura questo indicatore viene segnalato essere il migliore tra i diversi proposti grazie ai massimi valori di *sensibilità, specificità, predittività e AROC*. Raj et al. (2006) [30] e Wang et al. (2014) segnalano come il NEDOCS non sia sempre aderente con quanto percepito dagli operatori di pronto soccorso, indicando come potrebbe non essere un indicatore consono per la misura del sovraffollamento in pronto soccorso. Si è dunque riscontrata la necessità di verificare la qualità di questo indicatore nella realtà del pronto soccorso della Fondazione I.R.C.C.S. Policlinico San Matteo. Per permettere ciò si è determinato un *framework* attraverso cui poter rilevare le percezioni degli operatori in modo che fosse disponibile un termine di confronto su cui valutare la qualità del NEDOCS. Al fine di poter fornire risultati corretti si è verificato che tale indicatore potesse essere calcolato correttamente. Si è verificato come ciò non fosse possibile a causa di problematiche di natura informatica che rendevano impossibile tenere traccia di due variabili, in particolare quelle legate al *boarding*. Si provveduto a determinare due soluzioni che rendessero attuabile il calcolo: la prima (Soluzione  $\alpha$ ) tramite una stima approssimata delle variabili, la seconda (Soluzione  $\beta$ ) che permettesse al sistema informativo di tenere traccia dei pazienti in *boarding* in modo da poter avere il valore puntuale e corretto delle due variabili. Reso possibile effettuare le analisi riguardo la qualità del NEDOCS come stimatore del sovraffollamento percepito, si è proceduto ad effettuare tali verifiche attraverso il confronto e analisi statistiche appropriate.

Le analisi svolte hanno dimostrato come all'interno del pronto soccorso della Fondazione I.R.C.C.S. Policlinico San Matteo, questo indicatore non funziona e, come segnalato da Spencer et al. (2006) [2] sia necessario effettuare una ricalibrazione del modello. La ricalibrazione effettuata ha portato a significativi miglioramenti facendo aumentare la qualità del modello.

I miglioramenti ottenuti sia in termini di modello sia in termini di implementabilità del modello sono ottimi da un punto di vista relativo, cioè se confrontati con la situazione iniziale, ma non in assoluto soprattutto considerando i risultati del NEDOCS "originale". I valori ottenuti infatti mostrano grandi miglioramenti, ma il valore degli indicatori utilizzati per valutare la qualità non è, a parer mio, soddisfacente. I valori raggiunti sono infatti molto migliori di quelli iniziali ma ancora su livelli che in letteratura, se raggiunti, vengono indicati come non ottimali. Questo può essere dovuto a due cause. La prima è la qualità dei dati, come commentato nei limiti. La seconda riguarda la struttura stessa del modello. Il NEDOCS è stato creato in pronto soccorso statunitensi che presentano alcune forti differenze che potrebbero rendere non appropriato l'utilizzo di questo indicatore in una realtà diversa. Va segnalato infine come anche il modello originale, nello studio in cui veniva esposto, non faceva registrare valori di correlazione particolarmente alti,  $R^2 = 0,47$ . Da questa ricerca risulta come, a mio parere, il NEDOCS secondo la formulazione originale abbia mostrato essere un indicatore non accurato. Modificandolo in funzione del luogo in cui viene utilizzato può migliorare molto. Risulta un buon indicatore per segnalare una situazione di sovraffollamento ma non per fornire indicazioni più dettagliate. Dati i miglioramenti ottenuti si può dire come tale indicatore abbia delle ottime potenzialità, soprattutto per quanto riguarda la definizione delle classi di sovraffollamento e per indicare se vi sia una situazione di *crowding* o no. Perché sia applicabile richiede tuttavia una calibrazione definendo i parametri in funzione della struttura. Per fare ciò sono necessari dati di qualità e numerosità molto elevate. Qualora ciò fosse possibile il NEDOCS potrebbe essere un ottimo strumento.

## 6.1 Implicazioni manageriali

La creazione di un *framework* crea la possibilità di ripetere le rilevazioni anche in eventuali successivi studi. La risoluzione dei problemi relativi al calcolo del NEDOCS ha reso possibile effettuare una misurazione corretta di tale indicatore. Il modello ricalibrato è stato valutato rispetto diverse misure di qualità e si è dimostrato essere in tutte migliore rispetto a quello originale. La capacità di misurare il più correttamente possibile il grado di sovraffollamento presente in pronto soccorso è fondamentale. Ricordando quanto espresso nella filosofia delle sei sigma, secondo cui non si può governare ciò che non si conosce e non si può conoscere ciò che non si misura, risulta evidente come la corretta misurazione del *crowding* permetterebbe di prendere decisioni e intraprendere azioni che possano realmente ridurre il sovraffollamento del pronto soccorso. Viceversa non misurando o misurando in maniera errata il *crowding* avrebbe conseguenze potenzialmente molto dannose. Prendere decisioni basate su una misura errata comporta che tali decisioni abbiano effetto solo marginale se non nullo o, in casi estremi, effetti contrari a quelli auspicabili. In altre parole, decidere cosa fare basandosi un dato errato non può portare ad altro che spreco di risorse e risultati non soddisfacenti o solo legati al caso. Il lavoro svolto ha dimostrato come il NEDOCS non fornisse una misura corretta del *crowding* in pronto soccorso. La ricalibrazione ha fornito un modello qualitativamente migliore, rendendo possibile una misura più accurata e corretta del grado di *crowding*. In questo modo si sono poste le basi per poter porre rimedio alle situazioni di *crowding* che si potranno presentare nel pronto soccorso della Fondazione I.R.C.C.S. Policlinico San Matteo.

## 6.2 Spunti per la ricerca futura

Il modello ottenuto dalla ricalibrazione risulta qualitativamente migliore rispetto al NEDOCS originale ma in termini assoluti presenta ancora ampi spazi di miglioramento. I risultati ottenuti evidenziano infatti come la qualità raggiunta, seppur molto migliore rispetto a quella iniziale, non sia ancora a livelli soddisfacenti. Questo potrebbe essere dovuto alla qualità non elevata dei dati a disposizione ma occorre ricordare come questo indicatore sia stato creato per misurare il grado di *crowding* in pronto soccorso Statunitensi. Il Sistema Sanitario Italiano è differente rispetto a quello in cui tale indicatore è stato sviluppato. I risultati ottenuti a seguito della ricalibrazione potrebbero indicare come l'utilizzo del NEDOCS nella realtà del Sistema Sanitario Italiano possa non essere adeguato a causa delle diversità tra i due sistemi sanitari. Ricerche future potrebbero essere volte, avendo a disposizione una quantità superiore di dati cui fare riferimento, a verificare se il NEDOCS sia effettivamente utilizzabile nella realtà italiana o meno. Qualora fosse dimostrata la sua inutilizzabilità, si potrebbe usare il NEDOCS come punto di partenza per sviluppare nuovi modelli qualitativamente superiori che meglio rispecchino la situazione di *crowding* in pronto soccorso, al fine di poter prendere decisioni e attuare azioni che vadano a ridurre effettivamente il *crowding* in maniera efficace ed efficiente.

## ***Bibliografia e Sitografia***

### ***Bibliografia***

1. Adam J. Singer, MD, Henry C. Thode Jr., PhD, Peter Viccellio, MD, and Jesse M. Pines, MD, MBA, MSCE. The Association Between Length of Emergency Department *Boarding* and Mortality. *ACADEMIC EMERGENCY MEDICINE* 2011; 18:1324–1329
2. Spencer S. Jones, MStat, Todd L. Allen, MD, Thomas J. Flottemesch, PhD, Shari J. Welch, MD. An Independent Evaluation of Four Quantitative Emergency Department *Crowding* Scales. *ACADEMIC EMERGENCY MEDICINE* 2006; 13:1204–1211
3. Weiss, S. J., Derlet, R., Arndahl, J., Ernst, A. A., Richards, J., Fernández-Frankelton, M., ... & Nick, T. G. (2004). Estimating the degree of emergency department *overcrowding* in academic medical centers: results of the National ED *Overcrowding* Study (NEDOCS). *Academic Emergency Medicine*, 11(1), 38-50.
4. Adrian Boyle, James Coleman, Yasmin Sultan, Vijayasankar Dhakshinamoorthy, Jacqueline O’Keeffe, Pramin Raut, Kathleen Beniuk. Initial validation of the International *Crowding* Measure in Emergency Departments (ICMED) to measure emergency department crowding. *Emergency Medicine Journal* 2015;32:105–108
5. White, B. A., Biddinger, P. D., Chang, Y., Grabowski, B., Carignan, S., & Brown, D. F. (2013). *Boarding* inpatients in the emergency department increases discharged patient length of stay. *The Journal of emergency medicine*, 44(1), 230-235.
6. Sun, B. C., Hsia, R. Y., Weiss, R. E., Zingmond, D., Liang, L. J., Han, W., ... & Asch, S. M. (2013). Effect of emergency department *crowding* on outcomes of admitted patients. *Annals of emergency medicine*, 61(6), 605-611.

7. Carr, B. G., Hollander, J. E., Baxt, W. G., Datner, E. M., & Pines, J. M. (2010). Trends in *boarding* of admitted patients in US emergency departments 2003–2005. *The Journal of emergency medicine*, 39(4), 506-511.
8. Schafermeyer, R. W., & Asplin, B. R. (2003). Hospital and emergency department *crowding* in the United States. *Emergency Medicine*, 15(1), 22-27.
9. Asplin, B. R., Magid, D. J., Rhodes, K. V., Solberg, L. I., Lurie, N., & Camargo, C. A. (2003). A conceptual model of emergency department crowding. *Annals of emergency medicine*, 42(2), 173-180.
10. Mumma, B. E., McCue, J. Y., Li, C. S., & Holmes, J. F. (2014). Effects of emergency department expansion on emergency department patient flow. *Academic Emergency Medicine*, 21(5), 504-509.
11. Eitel, D. R., Rudkin, S. E., Malvey, M. A., Killeen, J. P., & Pines, J. M. (2010). Improving service quality by understanding emergency department flow: a White Paper and position statement prepared for the American Academy of Emergency Medicine. *The Journal of emergency medicine*, 38(1), 70-79.
12. Emergency Nurses Association. (2006). Emergency Nurses Association position statement: *crowding* in the emergency department. *Journal of Emergency Nursing*, 32(1), 42-47.
13. Powell, E. S., Khare, R. K., Venkatesh, A. K., Van Roo, B. D., Adams, J. G., & Reinhardt, G. (2012). The relationship between inpatient discharge timing and emergency department boarding. *The Journal of emergency medicine*, 42(2), 186-196.
14. Di Bella, E., Cremonesi, P., & Montefiori, M. (2011). Tempi di attesa e sovraffollamento delle strutture di primo soccorso: un'analisi empirica. *SIMEU Journal*, 356(9), 904-10.
15. Fogarty, E., Saunders, J., & Cummins, F. (2014). The effect of boarders on emergency department process flow. *The Journal of emergency medicine*, 46(5), 706-710.



16. Dickson, E. W., Singh, S., Cheung, D. S., Wyatt, C. C., & Nugent, A. S. (2009). Application of lean manufacturing techniques in the emergency department. *The Journal of emergency medicine*, 37(2), 177-182.
17. Dickson, E. W., Anguelov, Z., Vetterick, D., Eller, A., & Singh, S. (2009). Use of lean in the emergency department: a case series of 4 hospitals. *Annals of emergency medicine*, 54(4), 504-510.
18. Kulstad, E. B., Sikka, R., Sweis, R. T., Kelley, K. M., & Rzechula, K. H. (2010). ED *overcrowding* is associated with an increased frequency of medication errors. *The American journal of emergency medicine*, 28(3), 304-309.
19. Rastelli, G., Cavazza, M., & Cervellin, G. (2010). Sovraffollamento in Pronto Soccorso. Analisi del fenomeno e proposte di gestione. *Emerg Care J*, 2, 25-35.
20. Wang, H., Robinson, R. D., Bunch, K., Huggins, C. A., Watson, K., Jayswal, R. D., ... & Zenarosa, N. R. (2014). The inaccuracy of determining *overcrowding* status by using the National ED *Overcrowding* Study Tool. *The American journal of emergency medicine*, 32(10), 1230-1236.
21. Pines, J. M., & Yealy, D. M. (2009). Advancing the science of emergency department crowding: measurement and solutions. *Annals of emergency medicine*, 54(4), 511-513.
22. Pines, J. M., Batt, R. J., Hilton, J. A., & Terwiesch, C. (2011). The financial consequences of lost demand and reducing *boarding* in hospital emergency departments. *Annals of emergency medicine*, 58(4), 331-340.
23. Pines, J. M., Hilton, J. A., Weber, E. J., Alkemade, A. J., Al Shabanah, H., Anderson, P. D., ... & Schull, M. J. (2011). International perspectives on emergency department crowding. *Academic Emergency Medicine*, 18(12), 1358-1370.
24. Moskop, J. C., Sklar, D. P., Geiderman, J. M., Schears, R. M., & Bookman, K. J. (2009). Emergency department crowding, part 1—concept, causes, and moral consequences. *Annals of emergency medicine*, 53(5), 605-611.

25. Moskop, J. C., Sklar, D. P., Geiderman, J. M., Schears, R. M., & Bookman, K. J. (2009). Emergency department crowding, part 2—barriers to reform and strategies to overcome them. *Annals of emergency medicine*, 53(5), 612-617.
26. Richards, J. R., Ozery, G., Notash, M., Sokolove, P. E., Derlet, R. W., & Panacek, E. A. (2011). Patients prefer *boarding* in inpatient hallways: correlation with the national emergency department *overcrowding* score. *Emergency medicine international*, 2011.
27. Peck, J. S., & Kim, S. G. (2010). Improving patient flow through axiomatic design of hospital emergency departments. *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, 2(4), 255-260.
28. Hurwitz, J. E., Lee, J. A., Lopiano, K. K., McKinley, S. A., Keesling, J., & Tyndall, J. A. (2014). A flexible simulation platform to quantify and manage emergency department crowding. *BMC medical informatics and decision making*, 14(1), 50.
29. Waring, J. J., & Bishop, S. (2010). Lean healthcare: rhetoric, ritual and resistance. *Social science & medicine*, 71(7), 1332-1340.
30. Raj, K., Baker, K., Brierley, S., & Murray, D. (2006). National Emergency Department *Overcrowding* Study tool is not useful in an Australian emergency department. *Emergency Medicine Australasia*, 18(3), 282-288.
31. Anneveld, M., van der Linden, C., Grootendorst, D., & Galli-Leslie, M. (2013). Measuring emergency department *crowding* in an inner city hospital in The Netherlands. *Int J Emerg Med*, 6, 21.
32. Miller, M., Ferrin, D., & Shahi, N. (2009, December). Estimating patient surge impact on *boarding* time in several regional emergency departments. In *Simulation Conference (WSC), Proceedings of the 2009 Winter* (pp. 1906-1915). IEEE.
33. McHugh, M., Van Dyke, K. J., Yonek, J., & Moss, D. (2012). Time and Expenses Associated with the Implementation of Strategies to Reduce Emergency Department Crowding. *Journal of Emergency Nursing*, 38(5), 420-428.

34. Aslaner, M. A., Akkaş, M., Eroğlu, S., Aksu, N. M., & Özmen, M. M. (2015). Admissions of critically ill patients to the ED intensive care unit. *The American journal of emergency medicine*, 33(4), 501-505.
35. Popovich, M. A., Boyd, C., Dachenhaus, T., & Kusler, D. (2012). Improving stable patient flow through the emergency department by utilizing evidence-based practice: one hospital's journey. *Journal of Emergency Nursing*, 38(5), 474-478.
36. McCarthy, M. L., Aronsky, D., Jones, I. D., Miner, J. R., Band, R. A., Baren, J. M., ... & Shesser, R. (2008). The emergency department occupancy rate: a simple measure of emergency department crowding?. *Annals of emergency medicine*, 51(1), 15-24.
37. McCarthy, M. L., Zeger, S. L., Ding, R., Levin, S. R., Desmond, J. S., Lee, J., & Aronsky, D. (2009). *Crowding* delays treatment and lengthens emergency department length of stay, even among high-acuity patients. *Annals of emergency medicine*, 54(4), 492-503.
38. Schull, M. J., Lazier, K., Vermeulen, M., Mawhinney, S., & Morrison, L. J. (2003). Emergency department contributors to ambulance diversion: a quantitative analysis. *Annals of emergency medicine*, 41(4), 467-476.
39. Galati, D., Fassio, O., & Viglino, M. (2004). Motivazioni ed emozioni dei medici e degli infermieri del Pronto Soccorso: dall'interesse allo stress e burnout. *Nuove tendenze della Psicologia*, 2, 393-412.
40. Hoot, N., & Aronsky, D. (2006). An early warning system for *overcrowding* in the emergency department. In *AMIA Annual Symposium Proceedings* (Vol. 2006, p. 339). American Medical Informatics Association.
41. Hoot, N. R., Zhou, C., Jones, I., & Aronsky, D. (2007). Measuring and forecasting emergency department *crowding* in real time. *Annals of emergency medicine*, 49(6), 747-755.
42. Hoot, N. R., & Aronsky, D. (2008). Systematic review of emergency department crowding: causes, effects, and solutions. *Annals of emergency medicine*, 52(2), 126-136.

43. Hoot, N. R., LeBlanc, L. J., Jones, I., Levin, S. R., Zhou, C., Gadd, C. S., & Aronsky, D. (2008). Forecasting emergency department crowding: a discrete event simulation. *Annals of emergency medicine*, 52(2), 116-125.
44. Hoot, N. R., Epstein, S. K., Allen, T. L., Jones, S. S., Baumlin, K. M., Chawla, N., ... & Aronsky, D. (2009). Forecasting emergency department crowding: an external, multicenter evaluation. *Annals of emergency medicine*, 54(4), 514-522.
45. Oray, N. Ç., Yanturali, S., Atilla, R., Ersoy, G., & Topacoglu, H. A New Model in Reducing Emergency Department Crowding: The Electronic Blockage System.
46. Assid, P. A. (2011). Transforming an emergency department: from crisis to excellence. *Journal of Emergency Nursing*, 37(6), 537-540.
47. Patel, P. B., Combs, M. A., & Vinson, D. R. (2014). Reduction of Admit Wait Times: The Effect of a Leadership-based Program. *Academic Emergency Medicine*, 21(3), 266-273.
48. Crane, P. W., Zhou, Y., Sun, Y., Lin, L., & Schneider, S. M. (2014). Entropy: A Conceptual Approach to Measuring Situation-level Workload Within Emergency Care and its Relationship to Emergency Department Crowding. *The Journal of emergency medicine*, 46(4), 551-559.
49. Henneman, P. L., Nathanson, B. H., Li, H., Smithline, H. A., Blank, F. S., Santoro, J. P., ... & Henneman, E. A. (2010). Emergency department patients who stay more than 6 hours contribute to crowding. *The Journal of emergency medicine*, 39(1), 105-112.
50. Montgomery, P., Godfrey, M., Mossey, S., Conlon, M., & Bailey, P. (2014). Emergency department *boarding* times for patients admitted to intensive care unit: Patient and organizational influences. *International emergency nursing*, 22(2), 105-111.
51. Gardner, R. L., Sarkar, U., Maselli, J. H., & Gonzales, R. (2007). Factors associated with longer ED lengths of stay. *The American journal of emergency medicine*, 25(6), 643-650.
52. Holden, R. J. (2011). Lean thinking in emergency departments: a critical review. *Annals of emergency medicine*, 57(3), 265-278.

53. Ding, R., McCarthy, M. L., Desmond, J. S., Lee, J. S., Aronsky, D., & Zeger, S. L. (2010). Characterizing waiting room time, treatment time, and *boarding* time in the emergency department using quantile regression. *Academic Emergency Medicine*, 17(8), 813-823.
54. Trzeciak, S., & Rivers, E. P. (2003). Emergency department *overcrowding* in the United States: an emerging threat to patient safety and public health. *Emergency medicine journal*, 20(5), 402-405.
55. Schneider, S. M., Gallery, M. E., Schafermeyer, R., & Zwemer, F. L. (2003). Emergency department crowding: a point in time. *Annals of emergency medicine*, 42(2), 167-172.
56. Jones, S. S., Allen, T. L., Flottemesch, T. J., & Welch, S. J. (2006). An independent evaluation of four quantitative emergency department *crowding* scales. *Academic emergency medicine*, 13(11), 1204-1211.
57. Meisel, Z. F., Pitts, S. R., Pines, J. M., Goodrich, K., & Carr, B. G. (2014). Policy Roundtable: Emergency Department *Boarding* and Hospital Quality. *Academic Emergency Medicine*, 21(5), 570-573.
58. Pitts, S. R., Vaughns, F. L., Gautreau, M. A., Cogdell, M. W., & Meisel, Z. (2014). A Cross-sectional Study of Emergency Department *Boarding* Practices in the United States. *Academic Emergency Medicine*, 21(5), 497-503.
59. Weiss, S. J., Ernst, A. A., Derlet, R., King, R., Bair, A., & Nick, T. G. (2005). Relationship between the National ED *Overcrowding* Scale and the number of patients who leave without being seen in an academic ED. *The American journal of emergency medicine*, 23(3), 288-294.
60. Weiss, S. J., Ernst, A. A., & Nick, T. G. (2006). Comparison of the national emergency department *overcrowding* scale and the emergency department work index for quantifying emergency department crowding. *Academic Emergency Medicine*, 13(5), 513-518.
61. Chan, T. C., Killeen, J. P., Kelly, D., & Guss, D. A. (2005). Impact of rapid entry and accelerated care at triage on reducing emergency department patient wait times, lengths of stay, and rate of left without being seen. *Annals of emergency medicine*, 46(6), 491-497.

62. Hwang, U., McCarthy, M. L., Aronsky, D., Asplin, B., Crane, P. W., Craven, C. K., ... & Bernstein, S. L. (2011). Measures of *crowding* in the emergency department: a systematic review. *Academic Emergency Medicine*, 18(5), 527-538.
63. Fields, W. W. (2003). Calculus, chaos, and other models of emergency department crowding. *Annals of emergency medicine*, 42(2), 181-184.
64. American College of Emergency Physicians. (2011). Definition of Boarded Patient, Policy Statement *Annals of emergency medicine*, 2011;57:548
65. Paganelli C. (2010). Il codice rosso e accesso alla sala visita: il sovraffollamento. Primo congresso nazionale triage.
66. Giunta Regione Lombardia (2014). Determinazioni in merito al miglioramento dell'attività di soccorso e assistenza ai pazienti in condizioni cliniche di urgenza. Deliberazione N° X/2933 seduta del 19/12/2014
67. Giunta Regione Lombardia (2014). DGR N°X/2933 del 19/12/2014 " Determinazioni in merito al miglioramento dell'attività di soccorso e assistenza ai pazienti in condizioni cliniche di urgenza": indicazioni operative.
68. Mekjavich, L., Bartleson, B.J., Weiss, S., Wolff, A. (2014). Using ED *overcrowding* tools to improve care and *throughput* Webinair. California Hospital Association.
69. Collis, J. (2010). Adverse effects of *overcrowding* on patient experience and care. *Emergency nurse: the journal of the RCN Accident and Emergency Nursing Association*, 18(8), 34-39.
70. Derlet, R. W., & Richards, J. R. (2000). *Overcrowding* in the nation's emergency departments: complex causes and disturbing effects. *Annals of emergency medicine*, 35(1), 63-68.
71. Gallagher, E. J., & Lynn, S. G. (1990). The etiology of medical gridlock: causes of emergency department *overcrowding* in New York City. *The Journal of emergency medicine*, 8(6), 785-790.
72. Nadel, V. (1993). Emergency departments: Unevenly affected by growth and change in patient use. US General Accounting Office: Report to the Chairman, Subcommittee on Health for Families and the Uninsured,

- Committee on Finance, US Senate. Washington, DC: US Government Printing Office.
73. McCabe, J. B. (2001). Emergency department *overcrowding* : a national crisis. *Academic Medicine*, 76(7), 672-674.
  74. Kellermann, A. L. (2000). Déjà vu. *Annals of emergency medicine*, 35(1), 83-85.
  75. Grumbach, K., Keane, D., & Bindman, A. (1993). Primary care and public emergency department *overcrowding* . *American Journal of Public Health*, 83(3), 372-378.
  76. Afilalo, J., Marinovich, A., Afilalo, M., Colacone, A., Leger, R., Unger, B., & Giguere, C. (2004). Nonurgent emergency department patient characteristics and barriers to primary care. *Academic Emergency Medicine*, 11(12), 1302-1310.
  77. Howard, M. S., Davis, B. A., Anderson, C., Cherry, D., Koller, P., & Shelton, D. (2005). Patients' perspective on choosing the emergency department for nonurgent medical care: a qualitative study exploring one reason for *overcrowding* . *Journal of Emergency Nursing*, 31(5), 429-435.
  78. Sprivulis, P., Grainger, S., & Nagree, Y. (2005). *Ambulance diversion* is not associated with low acuity patients attending Perth metropolitan emergency departments. *Emergency Medicine Australasia*, 17(1), 11-15.
  79. Huang, J. A., Tsai, W. C., Chen, Y. C., Hu, W. H., & Yang, D. Y. (2003). Factors associated with frequent use of emergency services in a medical center. *JOURNAL-FORMOSAN MEDICAL ASSOCIATION*, 102(4), 222-228.
  80. Andersen, R. M. (1995). Revisiting the behavioral model and access to medical care: does it matter?. *Journal of health and social behavior*, 1-10.
  81. Dent, A. W., Phillips, G. A., Chenhall, A. J., & McGregor, L. R. (2003). The heaviest repeat users of an inner city emergency department are not general practice patients. *Emergency Medicine*, 15(4), 322-329.
  82. Lambe, S., Washington, D. L., Fink, A., Laouri, M., Liu, H., Fosse, J. S., ... & Asch, S. M. (2003). Waiting times in California's emergency departments. *Annals of emergency medicine*, 41(1), 35-44.

83. Andrulis, D. P., Kellermann, A., Hintz, E. A., Hackman, B. B., & Weslowski, V. B. (1991). Emergency departments and *crowding* in United States teaching hospitals. *Annals of emergency medicine*, 20(9), 980-986.
84. FROMM Jr, R. E., GIBBS, L. R., McCALLUM, W. G., NIZIOL, C., BABCOCK, J. C., GUELER, A. C., & LEVINE, R. L. (1993). Critical care in the emergency department: A time-based study. *Critical care medicine*, 21(7), 970-976.
85. Fatovich, D. M., Nagree, Y., & Sprivulis, P. (2005). Access block causes emergency department *overcrowding* and *ambulance diversion* in Perth, Western Australia. *Emergency Medicine Journal*, 22(5), 351-354.
86. Cooke, M. W., Wilson, S., Halsall, J., & Roalfe, A. (2004). Total time in English accident and emergency departments is related to bed occupancy. *Emergency Medicine Journal*, 21(5), 575-576.
87. Schull, M. J., Szalai, J. P., Schwartz, B., & Redelmeier, D. A. (2001). Emergency department *overcrowding* following systematic hospital restructuring: trends at twenty hospitals over ten years. *Academic Emergency Medicine*, 8(11), 1037-1043.
88. Forster, A. J., Stiell, I., Wells, G., Lee, A. J., & Van Walraven, C. (2003). The effect of hospital occupancy on emergency department length of stay and patient disposition. *Academic Emergency Medicine*, 10(2), 127-133.
89. Hwang, J. I. (2006). The relationship between hospital capacity characteristics and emergency department volumes in Korea. *Health policy*, 79(2), 274-283.
90. Warden, C. R., Bangs, C., Norton, R., & Huie, J. (2003). TEMPORAL TRENDS IN A MBULANCE DIVERSION IN A MID-SIZED METROPOLITAN AREA. *Prehospital Emergency Care*, 7(1), 109-113.
91. Sun, B. C., Mohanty, S. A., Weiss, R., Tadeo, R., Hasbrouck, M., Koenig, W., ... & Asch, S. (2006). Effects of hospital closures and hospital characteristics on emergency department ambulance diversion, Los Angeles County, 1998 to 2004. *Annals of emergency medicine*, 47(4), 309-316.
92. Miro, O., Antonio, M. T., Jimenez, S., De Dios, A., Sanchez, M., Borrás, A., & Milla, J. (1999). Decreased health care quality associated with emergency



- department *overcrowding* . European Journal of Emergency Medicine, 6(2), 105-107.
93. Richardson, D. B. (2006). Increase in patient mortality at 10 days associated with emergency department *overcrowding* . Medical journal of Australia, 184(5), 213.
94. Sprivilis, P. C., Da Silva, J., Jacobs, I. G., Frazer, A. R., & Jelinek, G. A. (2006). The association between hospital *overcrowding* and mortality among patients admitted via Western Australian emergency departments. Medical Journal of Australia, 184(5), 208.
95. Begley, C. E., Chang, Y., Wood, R. C., & Weltge, A. (2004). Emergency department diversion and trauma mortality: evidence from Houston, Texas. Journal of Trauma and Acute Care Surgery, 57(6), 1260-1265.
96. Bayley, M. D., Schwartz, J. S., Shofer, F. S., Weiner, M., Sites, F. D., Traber, K. B., & Hollander, J. E. (2005). The financial burden of emergency department congestion and hospital *crowding* for chest pain patients awaiting admission. Annals of emergency medicine, 45(2), 110-117.
97. Krochmal, P., & Riley, T. A. (1994). Increased health care costs associated with ED *overcrowding* . The American journal of emergency medicine, 12(3), 265-266.
98. Neely, K. W., Norton, R. L., & Young, G. P. (1994). The effect of hospital resource unavailability and ambulance diversions on the EMS system. Prehospital and disaster medicine, 9(03), 172-176.
99. Redelmeier, D. A., Blair, P. J., & Collins, W. E. (1994). No place to unload: a preliminary analysis of the prevalence, risk factors, and consequences of ambulance diversion. Annals of emergency medicine, 23(1), 43-47.
100. Schull, M. J., Morrison, L. J., Vermeulen, M., & Redelmeier, D. A. (2003). Emergency Department Gridlock and Out-of-hospital Delays for Cardiac Patients. Academic emergency medicine, 10(7), 709-716.
101. Schull, M. J., Morrison, L. J., Vermeulen, M., & Redelmeier, D. A. (2003). Emergency department *overcrowding* and ambulance transport delays for patients with chest pain. Canadian Medical Association Journal, 168(3), 277-283.

102. Polevoi, S. K., Quinn, J. V., & Kramer, N. R. (2005). Factors associated with patients who leave without being seen. *Academic Emergency Medicine*, 12(3), 232-236.
103. Liu, S., Hobgood, C., & Brice, J. H. (2003). Impact of critical bed status on emergency department patient flow and *overcrowding* . *Academic Emergency Medicine*, 10(4), 382-385.
104. Schull, M. J., Vermeulen, M., Slaughter, G., Morrison, L., & Daly, P. (2004). Emergency department *crowding* and thrombolysis delays in acute myocardial infarction. *Annals of emergency medicine*, 44(6), 577-585.
105. Hwang, U., Richardson, L. D., Sonuyi, T. O., & Morrison, R. S. (2006). The effect of emergency department *crowding* on the management of pain in older adults with hip fracture. *Journal of the American Geriatrics Society*, 54(2), 270-275.
106. Chen, E. H., Mills, A. M., Lee, B. Y., Robey, J. L., Zogby, K. E., Shofer, F. S., ... & Hollander, J. E. (2006). The impact of a concurrent trauma alert evaluation on time to head computed tomography in patients with suspected stroke. *Academic emergency medicine*, 13(3), 349-352.
107. Kyriacou, D. N., Ricketts, V., Dyne, P. L., McCollough, M. D., & Talan, D. A. (1999). A 5-year time study analysis of emergency department patient care efficiency. *Annals of emergency medicine*, 34(3), 326-335.
108. Baker, D. W., Stevens, C. D., & Brook, R. H. (1991). Patients who leave a public hospital emergency department without being seen by a physician: causes and consequences. *Jama*, 266(8), 1085-1090.
109. Rowe, B. H., Channan, P., Bullard, M., Blitz, S., Saunders, L. D., Rosychuk, R. J., ... & Holroyd, B. R. (2006). Characteristics of patients who leave emergency departments without being seen. *Academic Emergency Medicine*, 13(8), 848-852.
110. Bindman, A. B., Grumbach, K., Keane, D., Rauch, L., & Luce, J. M. (1991). Consequences of queuing for care at a public hospital emergency department. *Jama*, 266(8), 1091-1096.

111. Bucheli, B., & Martina, B. (2004). Reduced length of stay in medical emergency department patients: a prospective controlled study on emergency physician staffing. *European Journal of Emergency Medicine*, 11(1), 29-34.
112. Donald, K. J., Smith, A. N., Doherty, S., & Sundararajan, V. (2005). Effect of an on-site emergency physician in a rural emergency department at night. *Rural and remote health*, 5(380).
113. Shaw, K. N., & Lavelle, J. M. (1998). VESAS: a solution to seasonal fluctuations in emergency department census. *Annals of emergency medicine*, 32(6), 698-702.
114. Connelly, L. G., & Bair, A. E. (2004). Discrete event simulation of emergency department activity: A platform for system-level operations research. *Academic Emergency Medicine*, 11(11), 1177-1185.
115. CHIN, L., & FLEISHER, G. (1998). Planning model of resource utilization in an academic pediatric emergency department. *Pediatric emergency care*, 14(1), 4-9.
116. Bazarian, J. J., Schneider, S. M., Newman, V. J., & Chodosh, J. (1996). Do Admitted Patients Held in the Emergency Department Impact the *Throughput* of Treat-and-release Patients?. *Academic Emergency Medicine*, 3(12), 1113-1118.
117. Kelen, G. D., Scheulen, J. J., & Hill, P. M. (2001). Effect of an emergency department (ED) managed acute care unit on ED *overcrowding* and emergency medical services diversion. *Academic Emergency Medicine*, 8(11), 1095-1100.
118. Moloney, E. D., Bennett, K., O'Riordan, D., & Silke, B. (2006). Emergency department census of patients awaiting admission following reorganisation of an admissions process. *Emergency Medicine Journal*, 23(5), 363-367.
119. Ross, M. A., Naylor, S., Compton, S., Gibb, K. A., & Wilson, A. G. (2001). Maximizing use of the emergency department observation unit: a novel hybrid design. *Annals of emergency medicine*, 37(3), 267-274.

120. Sprivulis, P., & Gerrard, B. (2005). Internet-accessible emergency department workload information reduces ambulance diversion. *Prehospital Emergency Care*, 9(3), 285-291.
121. Shah, M. N., Fairbanks, R. J., Maddow, C. L., Lerner, E. B., Syrett, J. I., Davis, E. A., & Schneider, S. M. (2006). Description and Evaluation of a Pilot Physician-directed Emergency Medical Services Diversion Control Program. *Academic emergency medicine*, 13(1), 54-60.
122. Washington, D. L., Stevens, C. D., Shekelle, P. G., Henneman, P. L., & Brook, R. H. (2002). Next-day care for emergency department users with nonacute conditions: a randomized, controlled trial. *Annals of Internal medicine*, 137(9), 707-714.
123. Derlet, R. W., Nishio, D., Cole, L. M., & Silva, J. (1992). Triage of patients out of the emergency department: three-year experience. *The American journal of emergency medicine*, 10(3), 195-199.
124. Diesburg-Stanwood, A., Scott, J., Oman, K., & Whitehill, C. (2004). Nonemergent ED patients referred to community resources after medical screening examination: characteristics, medical condition after 72 hours, and use of follow-up services. *Journal of Emergency Nursing*, 30(4), 312-317.
125. Bernstein, S. L., Verghese, V., Leung, W., Lunney, A. T., & Perez, I. (2003). Development and validation of a new index to measure emergency department crowding. *Academic Emergency Medicine*, 10(9), 938-942.
126. Reeder, T. J., Burleson, D. L., & Garrison, H. G. (2003). The overcrowded emergency department: a comparison of staff perceptions. *Academic Emergency Medicine*, 10(10), 1059-1064.
127. McConnell, K. J., Richards, C. F., Daya, M., Bernell, S. L., Weathers, C. C., & Lowe, R. A. (2005). Effect of increased ICU capacity on emergency department length of stay and ambulance diversion. *Annals of emergency medicine*, 45(5), 471-478.
128. Dunn, R. (2003). Reduced access block causes shorter emergency department waiting times: an historical control observational study. *Emergency Medicine*, 15(3), 232-238.

129. Lagoe, R. J., Hunt, R. C., Nadle, P. A., & Kohlbrenner, J. C. (2002). UTILIZATION AND IMPACT OF *AMBULANCE DIVERSION* AT THE COMMUNITY LEVEL. *Prehospital Emergency Care*, 6(2), 191-198.
130. Scheulen, J. J., Li, G., & Kelen, G. D. (2001). Impact of *ambulance diversion* policies in urban, suburban, and rural areas of central Maryland. *Academic Emergency Medicine*, 8(1), 36-40.
131. Vilke, G. M., Brown, L., Skogland, P., Simmons, C., & Guss, D. A. (2004). Approach to decreasing emergency department *ambulance diversion* hours. *The Journal of emergency medicine*, 26(2), 189-192.
132. Vilke, G. M., Castillo, E. M., Metz, M. A., Ray, L. U., Murrin, P. A., Lev, R., & Chan, T. C. (2004). Community trial to decrease *ambulance diversion* hours: the San Diego county patient destination trial. *Annals of Emergency Medicine*, 44(4), 295-303.
133. Epstein, S. K., & Tian, L. (2006). Development of an emergency department work score to predict ambulance diversion. *Academic emergency medicine*, 13(4), 421-426.
134. Weiss, S. J., Arndahl, J., Ernst, A. A., Derlet, R., Richards, J., & Nick, T. G. (2002). Development of a site sampling form for evaluation of ED *overcrowding*. *Medical Science Monitor*, 8(8), CR549-CR553.
135. Solberg, L. I., Asplin, B. R., Weinick, R. M., & Magid, D. J. (2003). Emergency department crowding: consensus development of potential measures. *Annals of emergency medicine*, 42(6), 824-834.
136. Carlo De Luca, Giuseppe Sabatelli, Modificazione del metodo NEDOCS per misurare il sovraffollamento nei servizi di emergenza, in "Tendenze nuove" 1-2/2013, pp. 53-64, doi: 10.1450/72891
137. Rastelli, G., Cavazza, M., & Cervellin, G. Sovraffollamento in Pronto Soccorso.
138. Harrell, F. E. (2013). *Regression modeling strategies: with applications to linear models, logistic regression, and survival analysis*. Springer Science & Business Media.

139. Harrell, F. E., Lee, K. L., & Pollock, B. G. (1988). Regression models in clinical studies: determining relationships between predictors and response. *Journal of the National Cancer Institute*, 80(15), 1198-1202.
140. Harrell, F. E., Lee, K. L., & Mark, D. B. (1996). Tutorial in biostatistics multivariable prognostic model
141. Wears, R. L. (2002). Advanced statistics: statistical methods for analyzing cluster and cluster-randomized data. *Academic emergency medicine*, 9(4), 330-341.
142. Donner, A., & Klar, N. (2000). Design and analysis of cluster randomization trials in health research (pp. 6-10)
143. Crawford, S. L., Tennstedt, S. L., & McKinlay, J. B. (1995). A comparison of analytic methods for non-random missingness of outcome data. *Journal of clinical epidemiology*, 48(2), 209-219.
144. Johnson, K. D., & Winkelman, C. (2011). The effect of emergency department *crowding* on patient outcomes: a literature review. *Advanced Emergency Nursing Journal*, 33(1), 39-54.
145. Landis, J. R., & Koch, G. G. (1977). The measurement of observer agreement for categorical data. *biometrics*, 159-174.
146. Cohen, J. (1960). A coefficient of agreement for nominal scales. *Educational and psychological measurement*
147. Cohen, J. (1968). Weighted kappa: Nominal scale agreement provision for scaled disagreement or partial credit. *Psychological bulletin*, 70(4), 213.
148. Fleiss, J. L., & Cohen, J. (1973). The equivalence of weighted kappa and the intraclass correlation coefficient as measures of reliability. *Educational and psychological measurement*.
149. Fleiss, J. L., Levin, B., & Paik, M. C. (2013). *Statistical methods for rates and proportions*. John Wiley & Sons.
150. Vercellis, C. (2006). *Business intelligence - Modelli matematici e sistemi per le decisioni*. McGraw-Hill.
151. Glaser, C. A., Gilliam, S., Thompson, W. W., Dassey, D. E., Waterman, S. H., Saruwatari, M., ... & Fukuda, K. (2002). *Medical care*

- capacity for influenza outbreaks, Los Angeles. *Emerging infectious diseases*, 8(6), 569-574.
152. Schull, M. J., Mamdani, M. M., & Fang, J. (2004). Community influenza outbreaks and emergency department ambulance diversion. *Annals of emergency medicine*, 44(1), 61-67.
153. Burt, C. W., McCaig, L. F., & Valverde, R. H. (2006). Analysis of ambulance transports and diversions among US emergency departments. *Annals of emergency medicine*, 47(4), 317-326.
154. Eckstein, M., & Chan, L. S. (2004). The effect of emergency department *crowding* on paramedic ambulance availability. *Annals of emergency medicine*, 43(1), 100-105.
155. Rondeau, K. V., Francescutti, L. H., & Zanardelli, J. J. (2005). Emergency department *overcrowding* : the impact of resource scarcity on physician job satisfaction. *Journal of Healthcare Management*, 50(5), 327.
156. Miro, O., Sanchez, M., Espinosa, G., Coll-Vinent, B., Bragulat, E., & Milla, J. (2003). Analysis of patient flow in the emergency department and the effect of an extensive reorganisation. *Emergency Medicine Journal*, 20(2), 143-148.
157. Asplin, B. R., Rhodes, K. V., Flottemesch, T. J., Wears, R., Camargo Jr, C. A., Hwang, U., ... & Bernstein, S. (2004). Is this emergency department crowded? A multicenter derivation and evaluation of an emergency department *crowding* scale (EDCS). *Academic Emergency Medicine*, 11(5), 484.
158. Flottemesch, T. J., Gordon, B. D., Feaver, S. L., & Asplin, B. R. (2005). In the eye of the beholder: how emergency department doctors and nurses differ in their perception and approach to emergency department crowding. *Annals of Emergency Medicine*, 46(3), 33.
159. Hasson, D., & Arnetz, B. B. (2005). Validation and Findings Comparing VAS vs. Likert Scales for Psychosocial Measurements. *International Electronic Journal of Health Education*, 8, 178-192.
160. Viera, A. J., & Garrett, J. M. (2005). Understanding interobserver agreement: the kappa statistic. *Fam Med*, 37(5), 360-363.

## **Sitografia**

- a) <http://www.sanmatteo.org/site/home/attivita-assistenziale/dipartimenti-e-strutture-sanitarie/cardCat.147.1.60.4.html>
- b) <http://www.princeton.edu/~otorres/Panel101.pdf>
- c) [http://www.performancetrading.it/Documents/McTS/153\\_Matrice\\_di\\_Confusione.html](http://www.performancetrading.it/Documents/McTS/153_Matrice_di_Confusione.html)
- d) [https://homes.di.unimi.it/scotti/ita/md\\_biotec\\_estrazione/allegati/Accuratezza.pdf](https://homes.di.unimi.it/scotti/ita/md_biotec_estrazione/allegati/Accuratezza.pdf)
- e) [https://msdn.microsoft.com/it-it/library/ms174811\(v=sql.120\).aspx](https://msdn.microsoft.com/it-it/library/ms174811(v=sql.120).aspx)
- f) [http://biometria.univr.it/verlato/statistica\\_con\\_excel/agreement2.pdf](http://biometria.univr.it/verlato/statistica_con_excel/agreement2.pdf)
- g) <http://www.dia.uniroma3.it/~ia/docs/old/Classificazione%20e%20Predizione.pdf>
- h) [http://www.quadernodiepidemiologia.it/epi/screen/ind\\_con.html](http://www.quadernodiepidemiologia.it/epi/screen/ind_con.html)
- i) <https://www.nedocs.org/>
- j) <https://scholar.google.it/>
- k) <http://www.scopus.com/>
- l) <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>
- m) [http://www.salute.gov.it/portale/temi/p2\\_6.jsp?lingua=italiano&id=1190&area=118%20Pronto%20Soccorso&menu=vuoto](http://www.salute.gov.it/portale/temi/p2_6.jsp?lingua=italiano&id=1190&area=118%20Pronto%20Soccorso&menu=vuoto)
- n) <http://www.acep.org/Content.aspx?id=29156>