

Sessione: Ottimizzazione percorsi PS

Misurazione del sovraffollamento ospedaliero nei Dipartimenti di Emergenza e Urgenza



IN.GE.SAN

Contesto

- In un Paese come l'Italia, sempre più anziano e bisognoso di cure, di fronte a carenza di personale sanitario, **risorse finanziarie limitate e liste d'attesa eccessivamente lunghe**, il sistema sanitario si trova a dover affrontare sfide complesse.
- I pronto soccorso (PS) si trovano a gestire una **domanda crescente di assistenza**, con un afflusso sempre maggiore di pazienti, molti dei quali non urgenti. Le carenze di personale e le risorse limitate creano un **ambiente di lavoro sotto pressione**, compromettendo la qualità delle cure e aumentando il rischio di errori.
- Questi fenomeni contribuiscono al **sovraffollamento** delle strutture, con conseguente difficoltà nel garantire tempi di risposta adeguati.

Overcrowding

Il **sovraffollamento** nei PS rappresenta una **sfida critica e crescente** per i sistemi sanitari a **livello globale** (Morley et al., 2018)

Tra le principali cause del sovraffollamento troviamo:



L'aumento delle richieste di erogazione di servizi.



La crescita demografica e l'invecchiamento della popolazione (Di Laura et al., 2021).



Overcrowding: Letteratura

- In letteratura scientifica non esiste una definizione univoca di **sovraffollamento** (Solberg et al., 2003). Questo crea difficoltà nella sua misurazione, in quanto: "**Ciò che non si può definire, non si può misurare**" (William Thomson)
- Una delle definizioni più condivise è quella dell'**American College of Emergency Physicians (ACEP)** (2006):

"Il sovraffollamento si verifica quando il bisogno identificato di servizi di emergenza supera le risorse disponibili per l'assistenza ai pazienti nel Pronto Soccorso, nell'ospedale o in entrambi"

- A causa dell'assenza di una definizione standard, in letteratura sono state proposte diverse metriche per calcolarlo, che variano in base a contesto, obiettivi e disponibilità di dati.

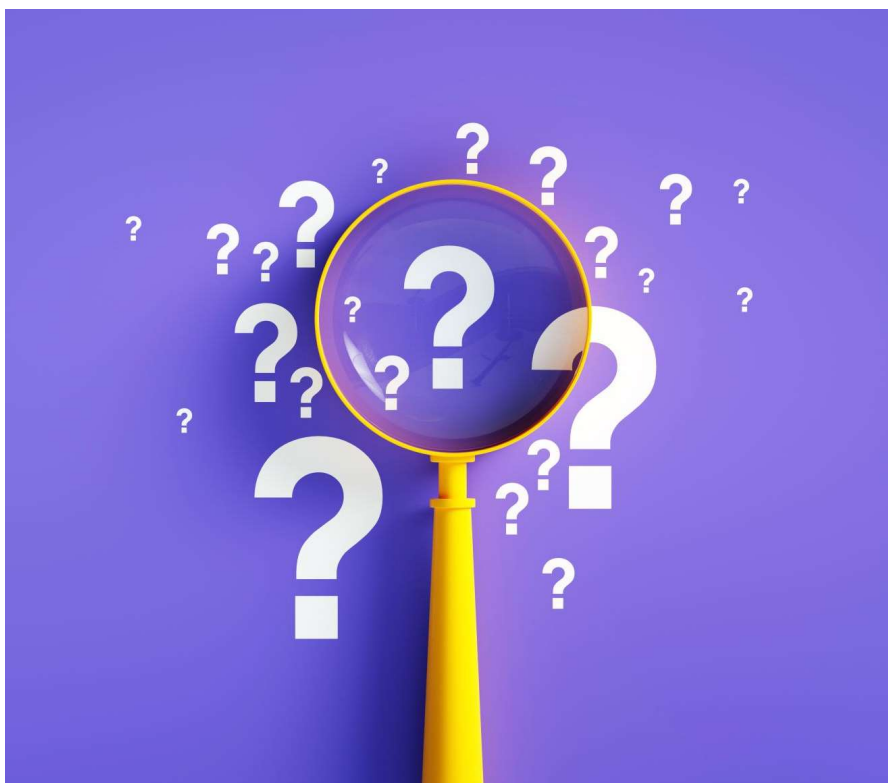
Il nuovo Osservatorio

- La valutazione delle performance dei PS richiede flussi integrati e uniformi che includano dati sul sovraffollamento, tempi di boarding, cartelle SDO e prestazioni diagnostiche.
- Nasce quindi il **progetto "MISURA"** che ha l'obiettivo di affrontare il problema del sovraffollamento nei PS italiani, tramite un approccio multidisciplinare che integra analisi teoriche, simulazioni e collaborazioni con esperti, attraverso studio della letteratura, sviluppo e test di nuove metriche, interviste, analisi avanzate e costruzione di dataset, in collaborazione con 18 PS collocati nel Nord Italia.



**Osservatorio di monitoraggio delle
performance dei Pronto Soccorso italiani**





"In che modo le metriche esistenti possono essere utilizzate per comprendere e gestire il sovraffollamento nei pronto soccorso, e quali nuove metodologie possono essere sviluppate per sopperire ai limiti di quelle attuali?"

Letteratura sulle metriche di sovraffollamento

METRICA	PRO	CONTRO
NEDOCS	Pesato sulla percezione dei lavoratori del PS, il che potrebbe consentirgli di rappresentare in modo più realistico la situazione del sovraffollamento.	Non considera variabili qualitative o specifiche del paziente , come la gravità della condizione. Pesato su ospedali di grandi dimensioni .
EDWIN	Basato su un approccio dinamico che tiene conto di più fattori, utile per monitorare le tendenze nel tempo.	Complesso da implementare e richiede dati continui e precisi .
READI	Offre una misurazione della capacità del PS di rispondere ai flussi di pazienti , utile per l'allocazione delle risorse.	Potrebbe non riflettere in tempo reale le condizioni di sovraffollamento acuto.
PEDOCS	Specifico per il PS pediatrico , utile per analisi dedicate.	Applicabile solo in contesti pediatrici , non generale.
MORTALITY RATE	Indica il rischio estremo associato al sovraffollamento , utile per la sicurezza del paziente.	Non è un indicatore diretto di sovraffollamento , ma delle sue conseguenze estreme.
OCCUPANCY RATE	Facile da misurare, fornisce una panoramica immediata dell'occupazione del PS.	Non distingue tra pazienti ad alta e bassa priorità , può essere molto generico.
HOSPITALIZATION RATE	Riflette l'intensità delle cure richieste dai pazienti , utile per valutare la pressione sul PS.	Può non correlarsi direttamente con il sovraffollamento , poiché dipende anche dalla gestione post-PS.
LOS	Indica quanto tempo i pazienti occupano il PS , correlato al flusso di pazienti.	Può essere influenzato da molti fattori , non solo dal sovraffollamento.
LWBS	Misura direttamente l'effetto del sovraffollamento sul trattamento dei pazienti .	Non sempre rappresentativo di un sovraffollamento effettivo, può dipendere anche da altri fattori (es. qualità dell'assistenza).
WORK SCORE	Offre un punteggio per valutare l'efficienza operativa del PS , utile per ottimizzare le risorse.	Può non riflettere adeguatamente le condizioni reali del paziente e del personale .

Nedocs ed Edwin a confronto

Indice NEDOCS:

***Sensibilità:** Meno sensibile ai cambiamenti in tempo reale e ai fattori esterni rispetto a EDWIN, mostrando una tendenza poco dinamica nella rappresentazione del sovraffollamento.*

***Ma cosa significa poco dinamico?** «Poco dinamico» per NEDOCS indica che questo indice ha una minore capacità di riflettere rapidamente i cambiamenti nel PS. La sua struttura di calcolo è più focalizzata su elementi statici o che cambiano lentamente, come la capacità totale dei letti o il numero di apparecchi respiratori.*

Indice EDWIN:

***Sensibilità:** Mostra alta sensibilità alle variazioni in tempo reale e ai fattori esterni come i trend stagionali e le situazioni di emergenza, rendendolo un indice dinamico del sovraffollamento.*

***Ma cosa significa dinamico?** → «Dinamico» si riferisce alla capacità dell'indice EDWIN di adattarsi e rispecchiare rapidamente i cambiamenti nella realtà del Pronto Soccorso. Questa dinamicità è data dalla sensibilità dell'indice a fattori immediati e in rapida evoluzione, come ad esempio l'aumento del numero di pazienti in un breve periodo, le variazioni stagionali, o eventi speciali come una pandemia.*

Quadro sistemico

Modello di rete per comprendere le relazioni dinamiche tra metriche e indicatori complessi

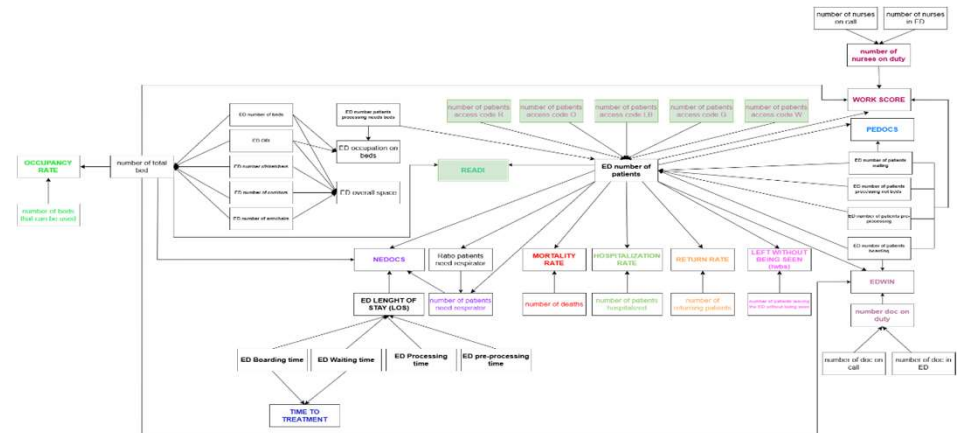
- Evidenza come ogni metrica sia collegata ad altre, offrendo una rappresentazione strutturata del sistema e delle sue interazioni

Sovrapposizione tra metriche e indicatori

- Alcuni indicatori complessi si sovrappongono parzialmente, contribuendo a più di un aspetto del sistema.

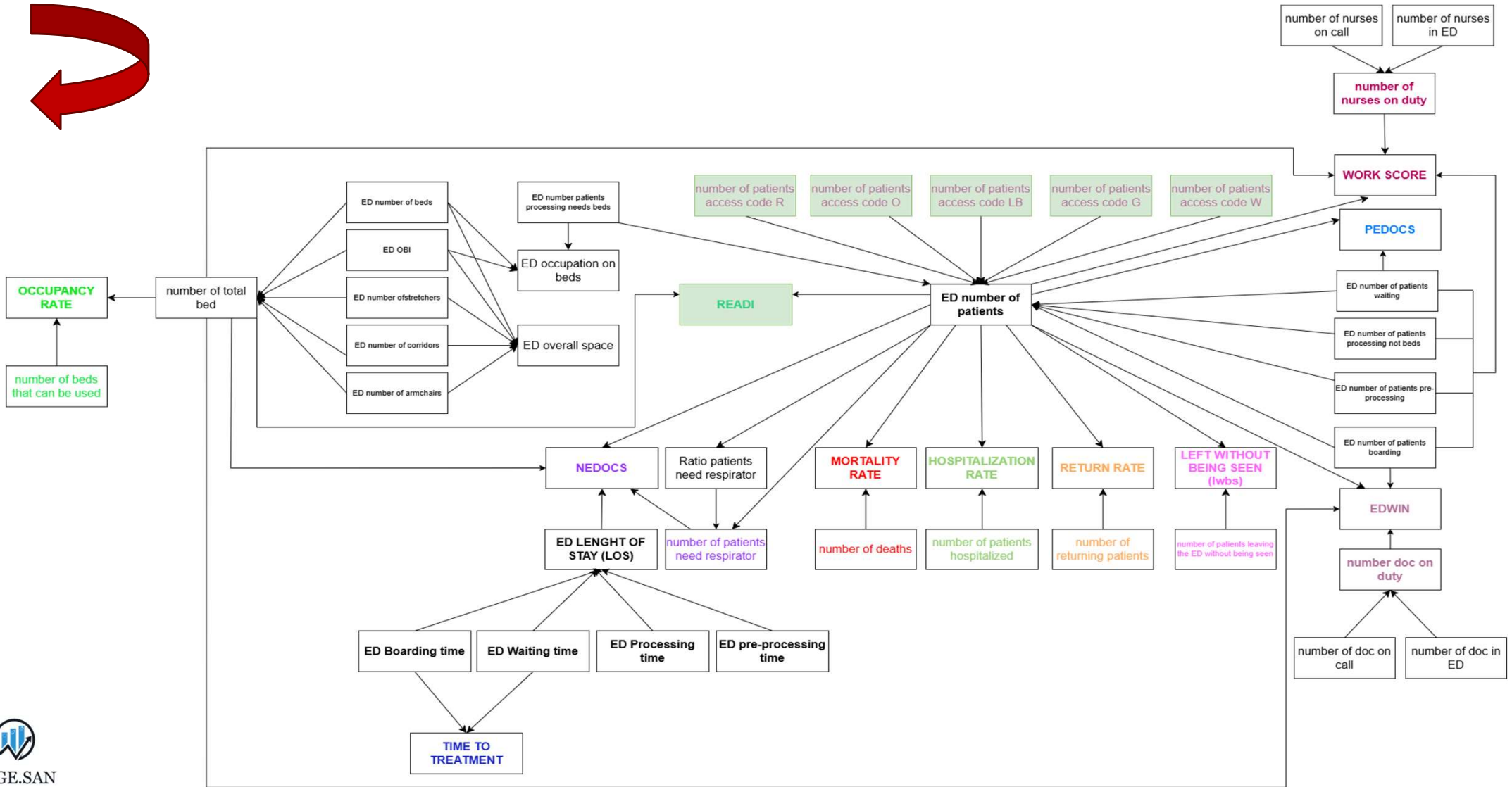
Utilizzo delle metriche per comprendere e migliorare

- Il modello di rete offre una mappa delle metriche attuali, aiutando a identificare i limiti nell'interpretazione delle dinamiche del sovraffollamento.



Punto di partenza per l'inserimento di nuove metriche





Problematiche riscontrate

1. **Flussi mancanti:** le metriche standard (Edwin, NEDOCS) non sono sempre applicabili per confrontare le strutture, a causa della mancanza di flussi rilevanti (es. supporto respiratorio). Per colmare questo gap, stiamo lavorando sulla clusterizzazione per diagnosi, così da creare metriche più personalizzate e utili.
2. **Staticità dei coefficienti delle metriche standard:** abbiamo creato cluster delle strutture per rappresentare meglio queste relazioni e superare i limiti della staticità dei coefficienti. Analizzando la relazione tra la media degli accessi e i posti letto, abbiamo osservato che segue una curva ad S.
3. Il nostro obiettivo è quello di **modellizzare** in modo accurato i PS, prevedendo il loro comportamento in scenari futuri. Le simulazioni **ABM** e **DES** sono cruciali per studiare l'overcrowding nei PS, permettono di analizzare i comportamenti di pazienti e personale, nonché i flussi complessivi. Possono essere utili anche per validare e ottimizzare le metriche esistenti, fornendo previsioni accurate e scenari utili per migliorare la gestione delle risorse e l'efficienza del sistema.

1. Flussi mancanti - 1

NEDOCS
 National Emergency Department
 Overcrowding Study
 (Weiss, 2004)

$$[(P_{bed}/B_t) \times 85,8] + [(P_{admit}/B_h) \times 600] + [W_{time} \times 5,64] + [A_{time} \times 0,93] + [R_n \times 13,4] - 20$$

- P_{bed} pazienti presenti in PS
- B_t numero posti letto in PS
- P_{admit} pazienti in attesa di ricovero (*boarding*)
- B_h posti letto complessivi dell'ospedale
- W_{time} tempo massimo dall'arrivo in PS alla visita
- A_{time} tempo in attesa di ricovero (*boarding time*)
- R_n pazienti che necessitano di un supporto respiratorio



R_n pazienti che necessitano di un supporto respiratorio
 A_{time} tempo in attesa di ricovero (*boarding time*)

1. Flussi mancanti - 2

EDWIN

Emergency Department Work Index
(Bernstein, 2003)

$$\frac{\sum_i n_i t_i}{N_a (BT - BA)}$$

- n_i : pazienti presenti in PS con il codice di triage i
- t_i : codice di triage ESI (Emergency Severity Index) da 1 (meno grave) a 5 (più grave)
- N_a : numero di medici in servizio
- BT : numero letti disponibili in PS
- BA : pazienti in attesa di posto letto (boarding)

2. Staticità dei coefficienti delle metriche standard - 1

Il NEDOCS, sviluppato **negli Stati Uniti**, misura il sovraffollamento nei Pronto Soccorso attraverso parametri definiti tramite regressione lineare basata sulla percezione degli operatori sanitari. (Weiss, 2004)

Differenze principali tra USA e Italia:

- **Dimensioni** maggiori degli ospedali americani.
- Organizzazione sanitaria e **flussi operativi differenti**.
- Studi italiani evidenziano che i parametri del NEDOCS **non sono direttamente trasferibili** al contesto italiano. (Strada et al. 2019)
- Per l'applicazione in Italia, il sistema **richiede una ricalibrazione che tenga conto delle peculiarità strutturali e organizzative locali**.

2. Staticità dei coefficienti delle metriche standard - 2

Obiettivo e Specificità del Contesto

- L'obiettivo è analizzare le caratteristiche del sistema di pronto soccorso italiano, tenendo conto delle **peculiarità di ciascuna struttura**.
- Per farlo, si è iniziato clusterizzando i pronto soccorsi (PS) in base al numero di posti letto accreditati (PL) e alla media degli accessi nel biennio 2021-2022.

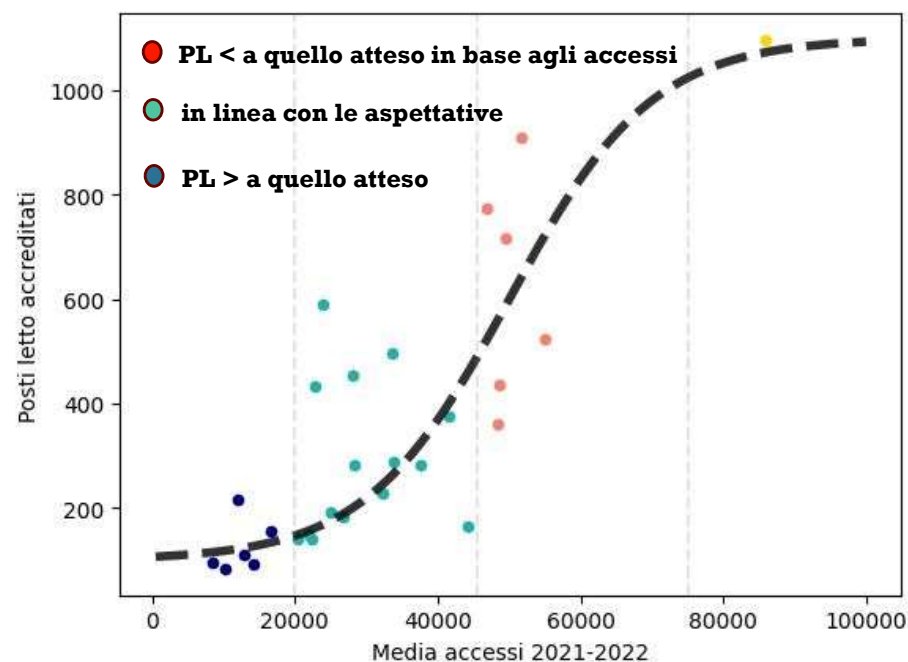
Relazione Funzionale tra le Variabili

- Durante l'analisi, è emersa una **relazione funzionale** tra queste due variabili: *intuitivamente, all'aumentare degli accessi medi, cresce anche il numero di posti letto accreditati*.
- Questa connessione, visibile dal grafico, è stata modellizzata tramite una **curva sigmoide** che descrive matematicamente la relazione.

Modello e Formula Identificata

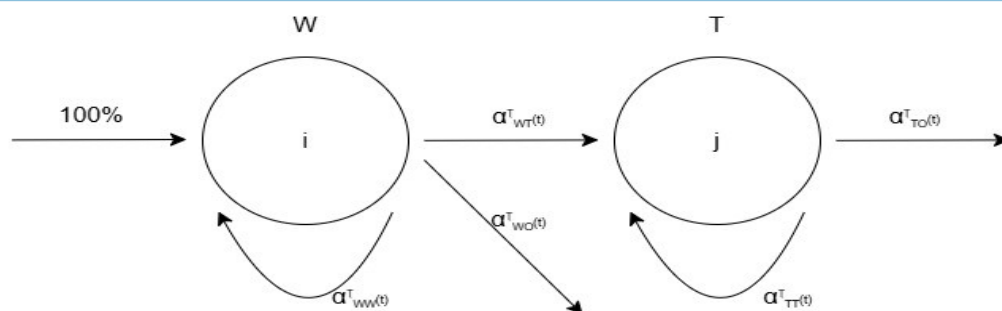
- Il modello rappresenta il **numero di posti letto accreditati (PL_j)** come **funzione del numero di accessi medi (a_j)** per ciascun ospedale j .
- La formula è stata sviluppata per cogliere questa dinamica e descrivere **meglio la distribuzione osservata**, includendo le strutture in diverse fasce operative.

$$PL_j = \frac{1000}{(1 + e^{-0.0001(a_j - 10^5)})} + 100$$



3. Modello ABM Markoviano

Comportamento del sistema del pronto soccorso (PS) attraverso una **rappresentazione basata sugli stati delle persone che vi accedono.**



$$\frac{T(t)}{P(t)} = R(t)$$

Rapporto di Efficienza

- Ad ogni intervallo di tempo, ciascun individuo può trovarsi in uno stato specifico, come "in attesa" (**W**) o "in trattamento" (**T**). La transizione tra stati è definita dalle probabilità (α) e dalle regole Markoviane, che descrivono i flussi dinamici del sistema.
- Grazie alla struttura del modello, è possibile **calcolare metriche di grande rilevanza gestionale**, come:
 - Tempo di attesa medio e Tempo di percorrenza medio
 - Offre una visione dinamica dello stato del PS in tempo reale.
 - Consente simulazioni dettagliate per testare scenari e ottimizzare la gestione (ad esempio, l'impatto di aumentare il personale o i posti letto).
 - Produce metriche utili per confronti e miglioramenti strutturali.



Una prima simulazione

- È stato selezionato un **ospedale come esempio** e, utilizzando i dati reali di arrivo in triage per un mese, è stata effettuata una simulazione.
- Gli input al modello sono stati i **dati relativi agli arrivi effettivi**, al fine di replicare le dinamiche operative del pronto soccorso nel periodo considerato.

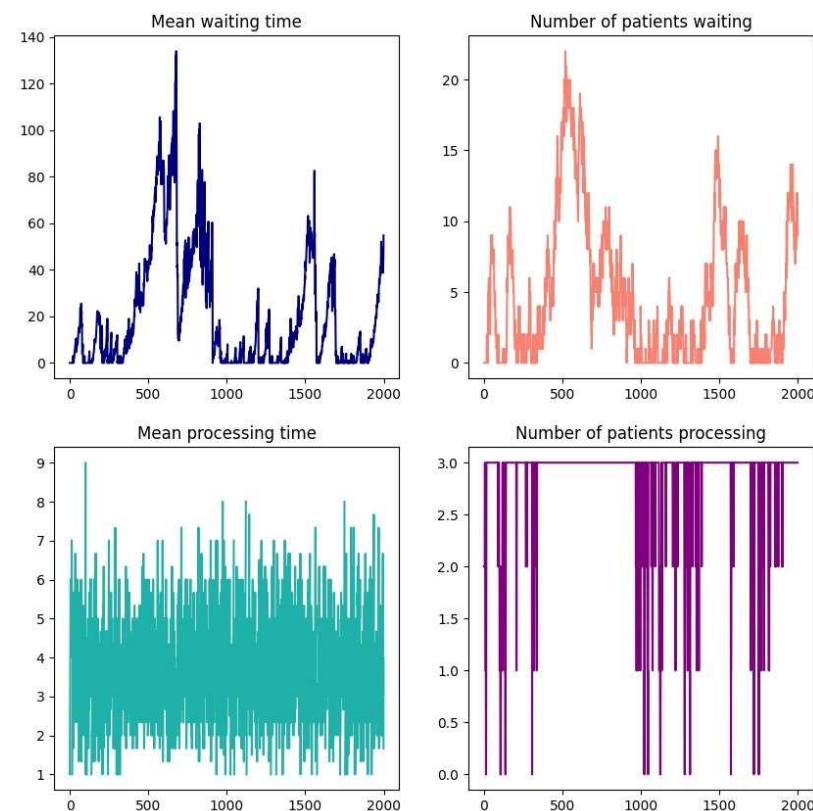
Osservazioni Principali:

Presenza di picchi: Dalla simulazione emergono variazioni significative nel tempo, con picchi evidenti sia nel numero di pazienti in attesa sia nei tempi medi di attesa.

- **Tempo di attesa medio:** Si osserva un'alternanza di periodi di attesa elevata e bassa, legata alla capacità del sistema di gestire flussi variabili.
- **Numero di pazienti in attesa:** Le code aumentano durante i picchi di accesso, mostrando il limite di gestione nei momenti di alta domanda.

Limiti di capacità gestionale:

- Il numero massimo di pazienti che possono essere processati in un determinato intervallo di tempo è **vincolato dalla capacità operativa** e clinica del PS. Questo include fattori come il numero di medici disponibili, le risorse fisiche e i protocolli di priorità.



Sviluppi futuri

Ottimizzazione del modello



Individuazione di metriche personalizzate per struttura



Estensione ad altre strutture



Validazione metriche

Grazie per l'attenzione!



IN.GE.SAN