simeu
accademia dei direttori
ROMA 07-08 NOVEMBRE 2024

SOCIETÀ ITALIANA MEDICINA D'EMERGENZA-URGENZA · SIMEU ·

SIMULAZIONE DINAMICA DEL PRONTO SOCCORSO

Un gemello virtuale del PS per comprenderne meglio le dinamiche interne

1 LA SIMULAZIONE DINAMICA…

2 …IN SANITÀ

3 UN DIGITAL TWIN DEL PRONTO SOCCORSO

4 RIORDINO RETE EMERGENZA-URGENZA

LA SIMULAZIONE DINAMICA…

LA SIMULAZIONE DINAMICA…

La simulazione permette di riprodurre artificialmente le condizioni di un sistema e di prevederne il comportamento nel tempo.

I modelli di simulazione consentono di **progettare dinamicamente i processi**, valutando in un ambiente virtuale i volumi di attività, le tempistiche, le criticità e l'utilizzo delle risorse.

La capacità di **analizzare tempo-tempo le variabili** in gioco nei processi simulati permette di andare oltre le analisi basate su valori medi, offrendo valutazioni altamente dettagliate e puntuali.

SOMMARIO

1 LA SIMULAZIONE DINAMICA

2 …IN SANITÀ

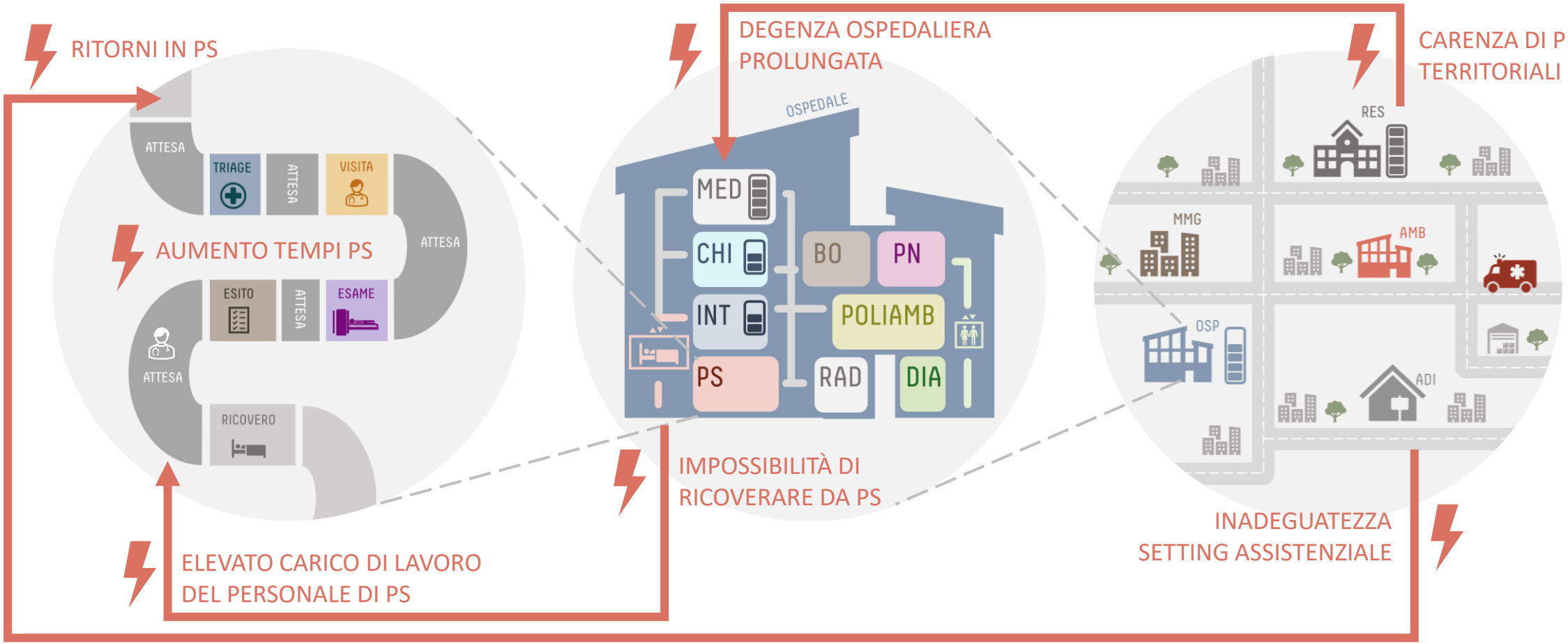
3 UN DIGITAL TWIN DEL PRONTO SOCCORSO

4 RIORDINO RETE EMERGENZA-URGENZA

REALTÀ COMPLESSA

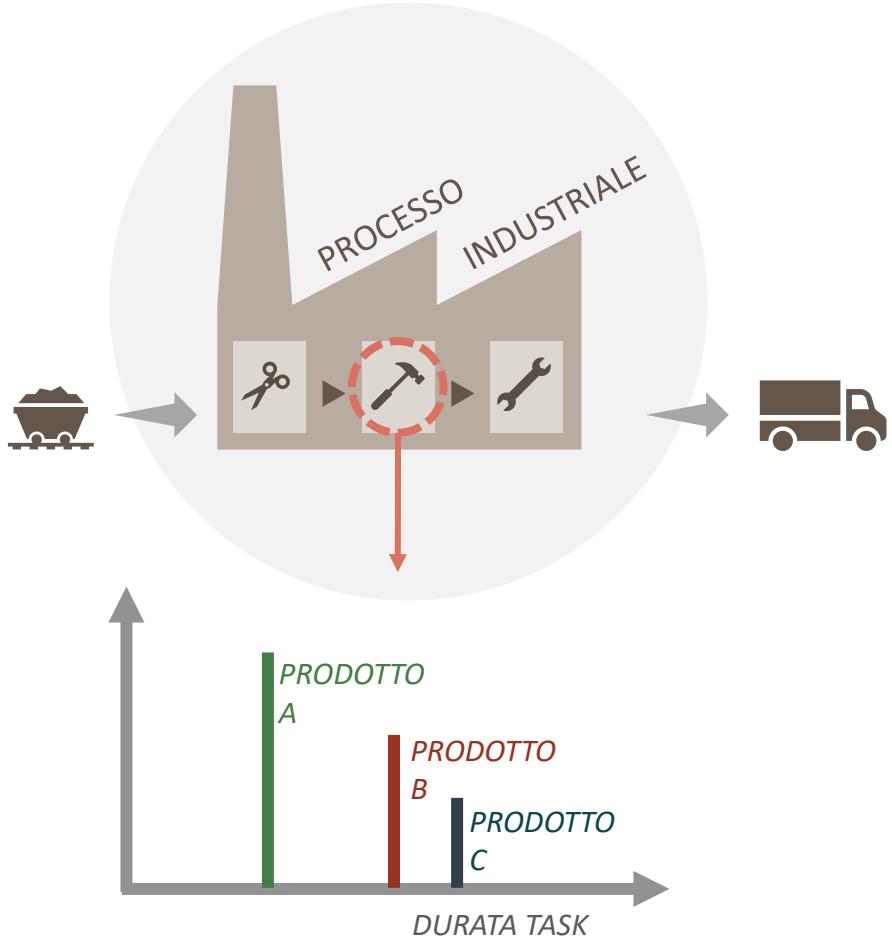
Il percorso dei pazienti in Pronto Soccorso è tipicamente **caratterizzato da ripetute e prolungate fasi di attesa (post-triage, post-visita, pre-ricovero, ecc)**, dovute a fattori intrinseci ed estrinseci.

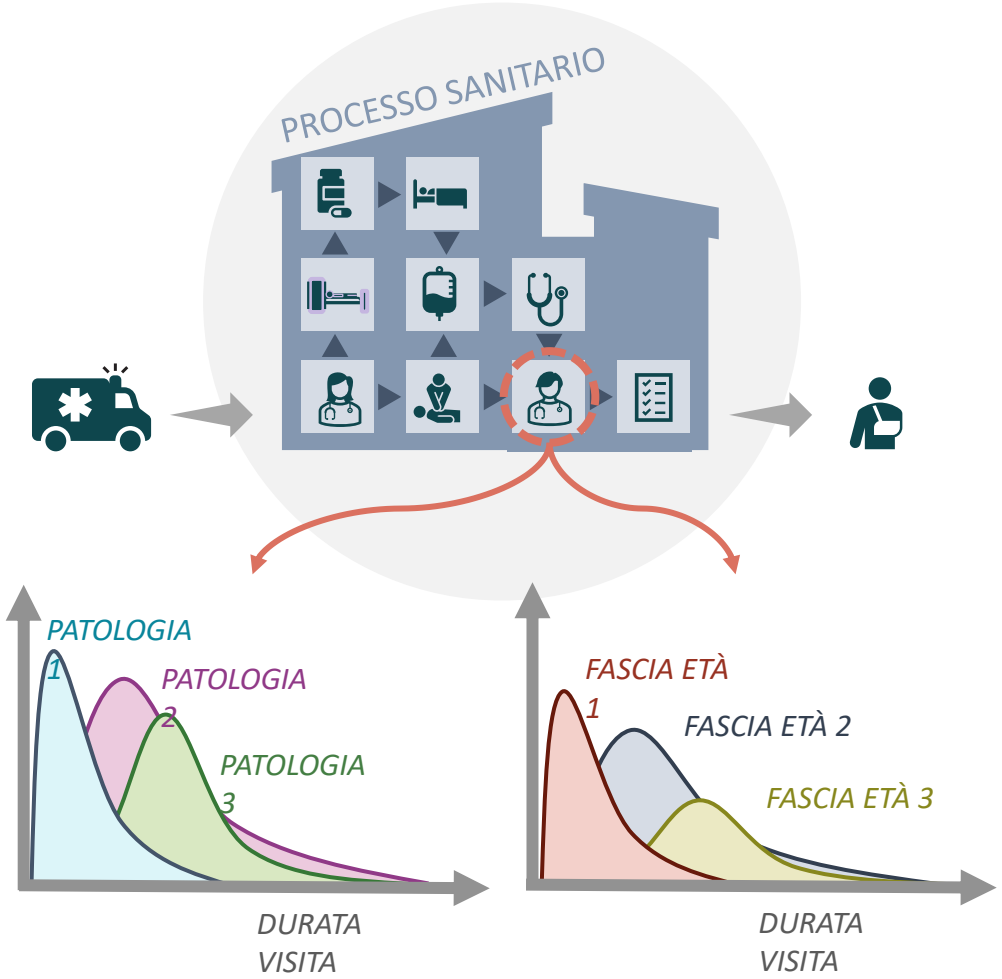
Il PS, come altri processi sanitari, ha delle dipendenze/relazioni con altre funzioni e servizi presenti all'interno di un nodo erogativo, il quale, a sua volta, fa parte di una più ampia rete interconnessa di strutture sanitarie.



REALTÀ VARIABILE

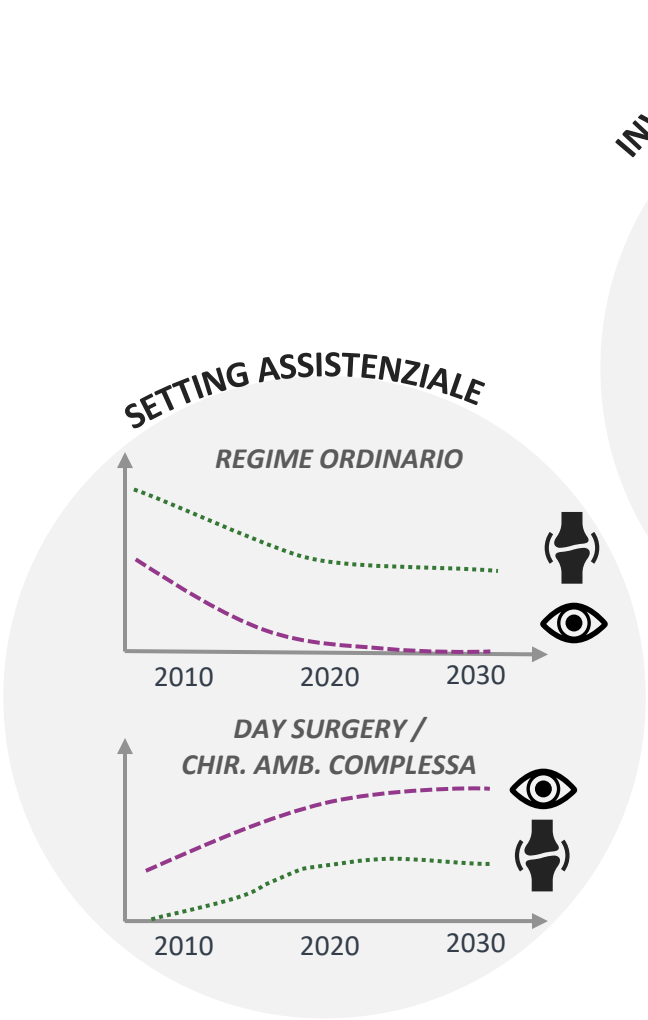
I processi sanitari possono essere **paragonati ai processi industriali**; tuttavia, presentano peculiarità intrinseche derivanti dalla **notevole variabilità** che contraddistingue le attività cliniche.

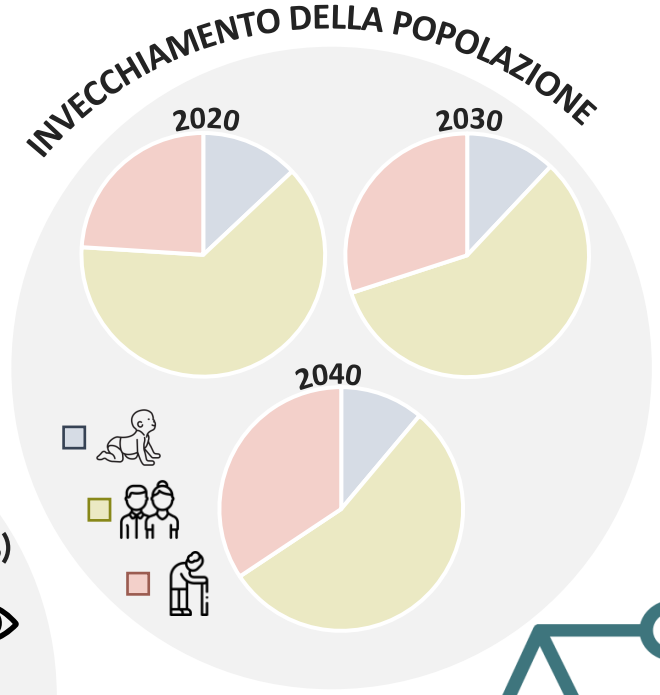


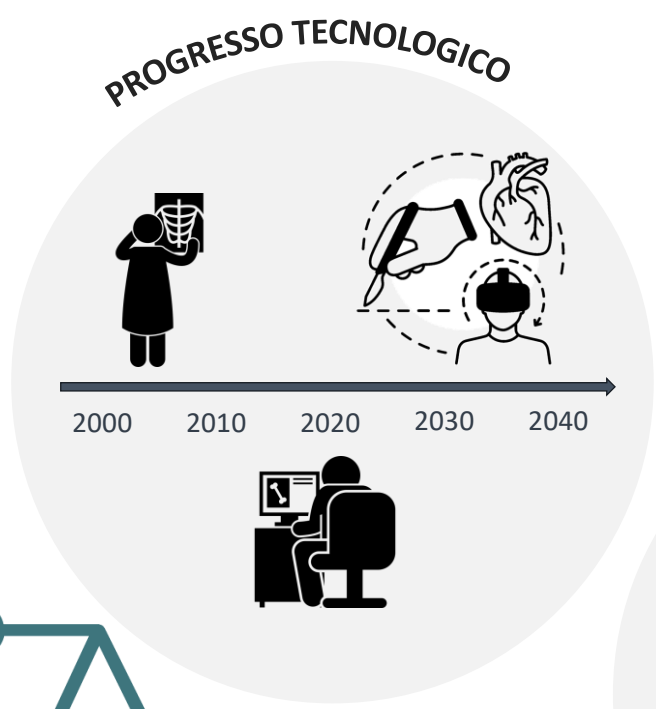


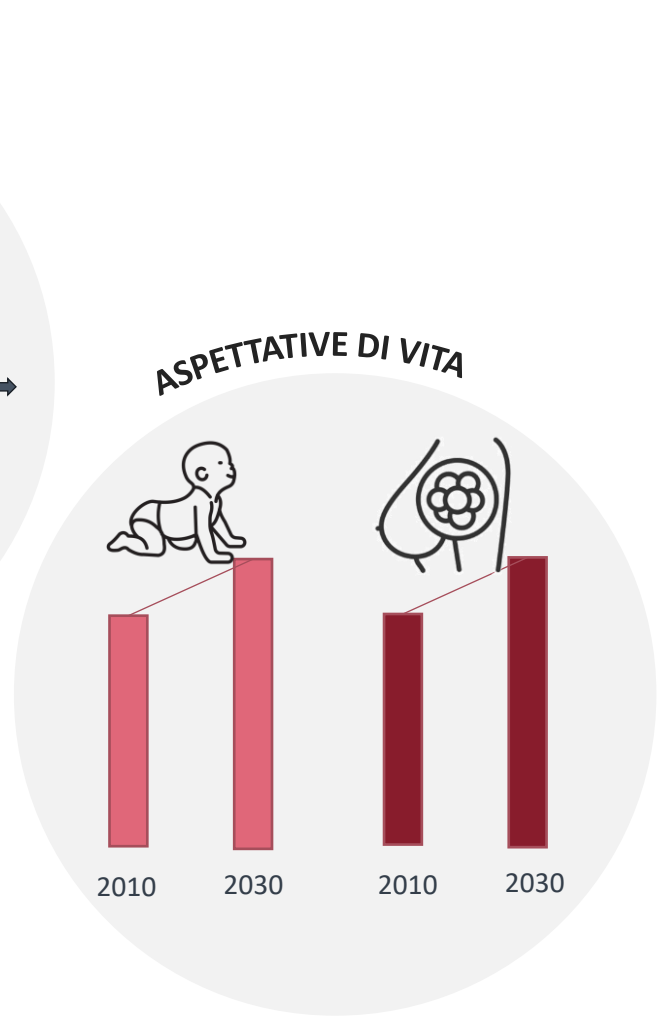
REALTÀ DINAMICA

I bisogni di salute e la demografia della popolazione sono **in continua evoluzione**, così come la disponibilità di tecnologie e servizi offerti dal sistema sanitario. Tali fattori devono essere correttamente soppesati al fine di garantire la **sostenibilità del sistema**.





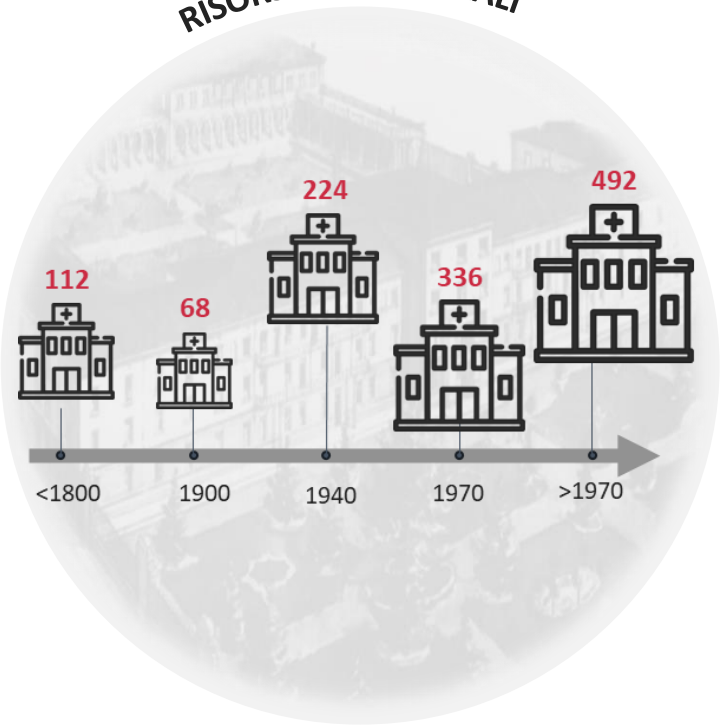




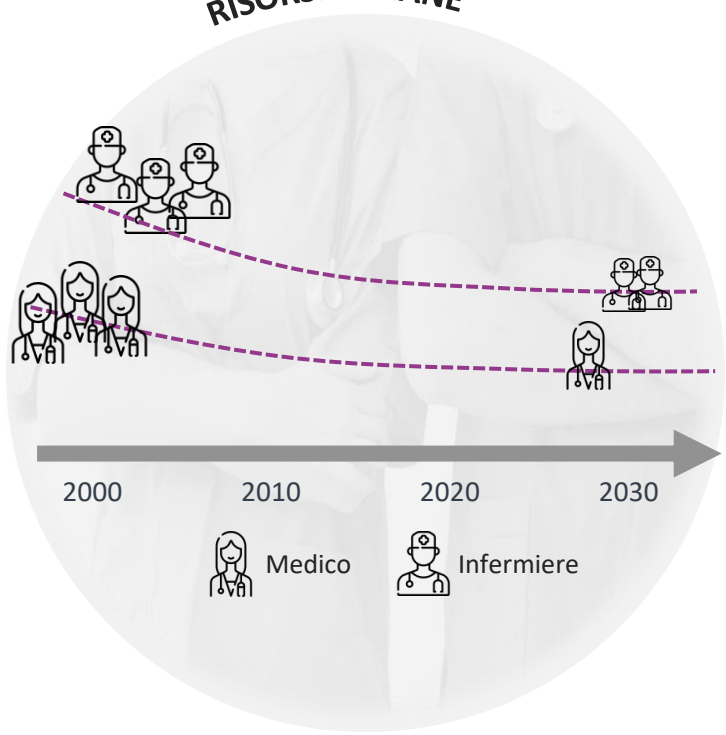
REALTÀ STRUTTURALMENTE INADEGUATA

Il sistema sanitario opera in **contesti vetusti**, con **risorse non sempre aggiornate, limitate,** spesso **insufficienti** e che nel tempo hanno subito una significativa riduzione.

RISORSE STRUTTURALI



RISORSE UMANE



RISORSE ECONOMICHE

Totale Spesa Sanitaria Pubblica in % sul PIL

SOMMARIO

1 LA SIMULAZIONE DINAMICA…

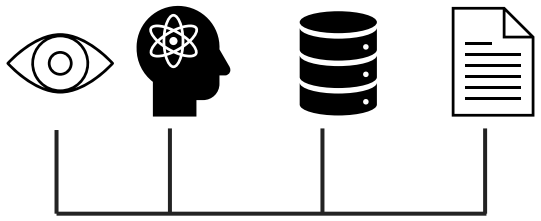
2 IN SANITÀ…

3 UN DIGITAL TWIN DEL PRONTO SOCCORSO

4 RIORDINO RETE EMERGENZA-URGENZA

Iter costruzione modello di simulazione

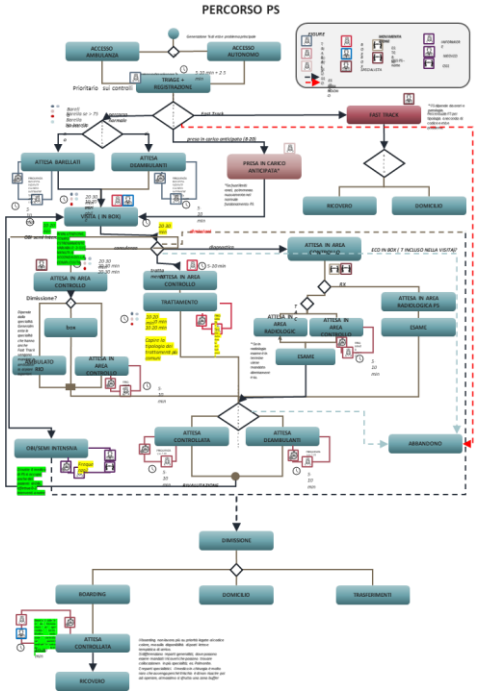
1 PROCESS MINING



Ricostruzione delle **logiche di processo**, attraverso la documentazione, data mining, dialogo con gli esperti e l'osservazione diretta del percorso di pronto soccorso.

Formalizzazione

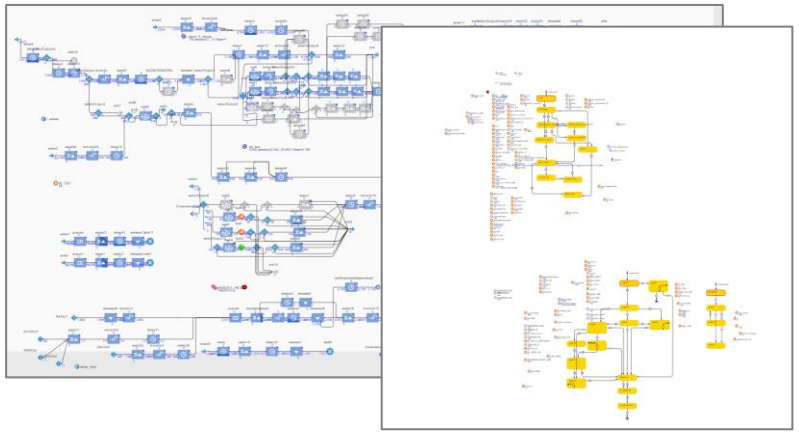
2 FORMALIZZAZIONE ATTRAVERSO LA COSTRUZIONE DI UN FLOWCHART



Formalizzazione della conoscenza acquisita attraverso la costruzione del **flowchart di processo**.

Approvazione del Flowchart

3 TRADUZIONE NEL LINGUAGGIO DELLA SIMULAZIONE

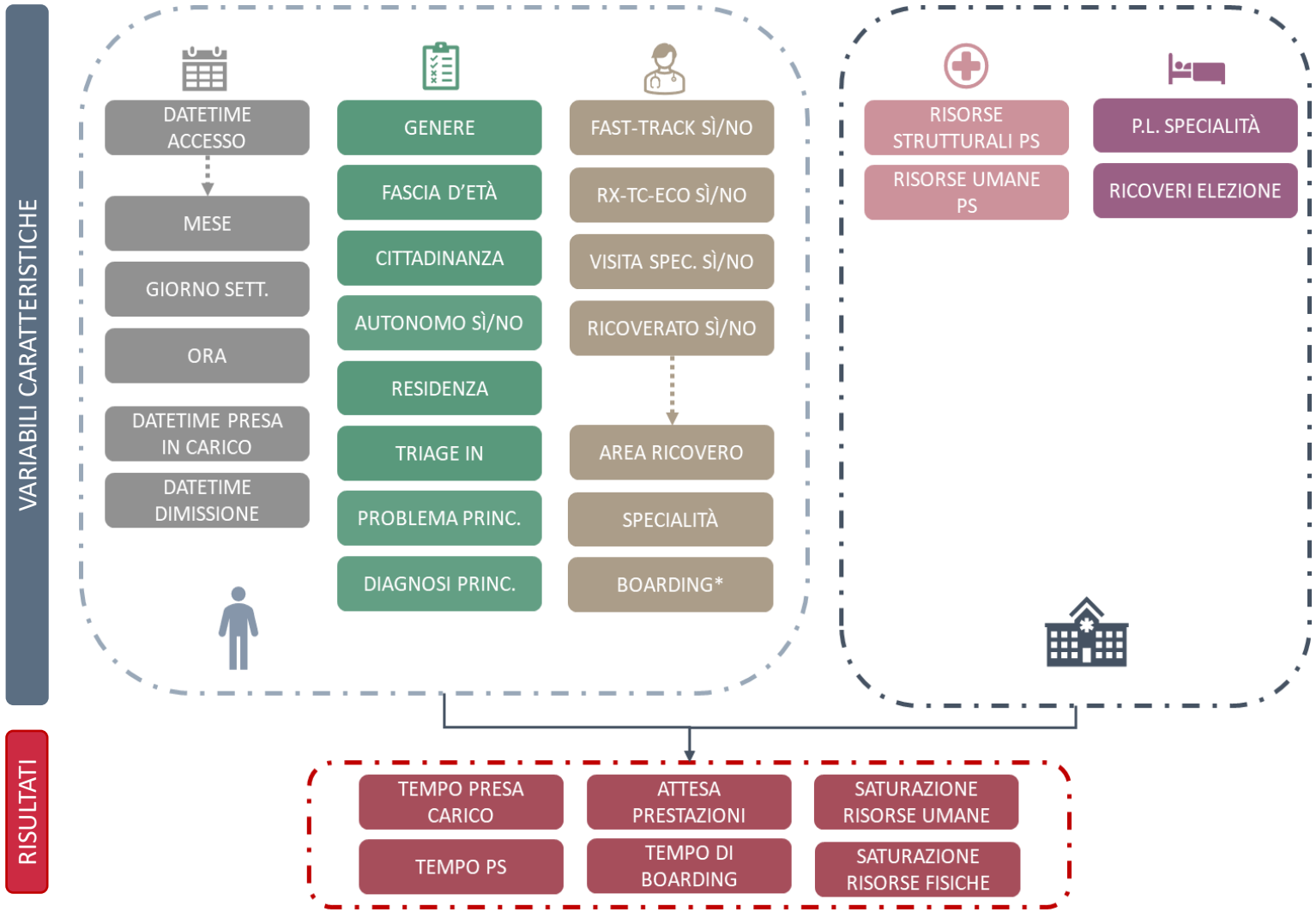


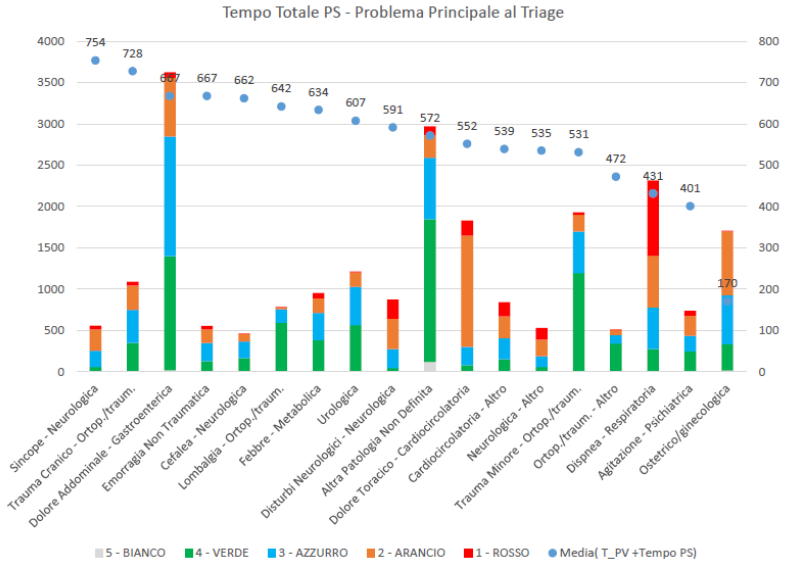
Traduzione della fase di analisi e del Flowchart nel linguaggio simulativo, tramite l'integrazione dell'approccio Event Discrete e Agent Based.

Il paradigma Event Discrete permette la modellazione di un sistema dinamico in cui le variabili cambiano istantaneamente nel tempo. L'Agent Based è un approccio computazionale utilizzato per simulare il comportamento di singole entità, o agenti, all'interno di un ambiente definito. Il primo approccio permette la ricostruzione del processo, il secondo integra le singole entità (pazienti) con tutte le loro caratteristiche.

UN DIGITAL TWIN DEL PRONTO SOCCORSO

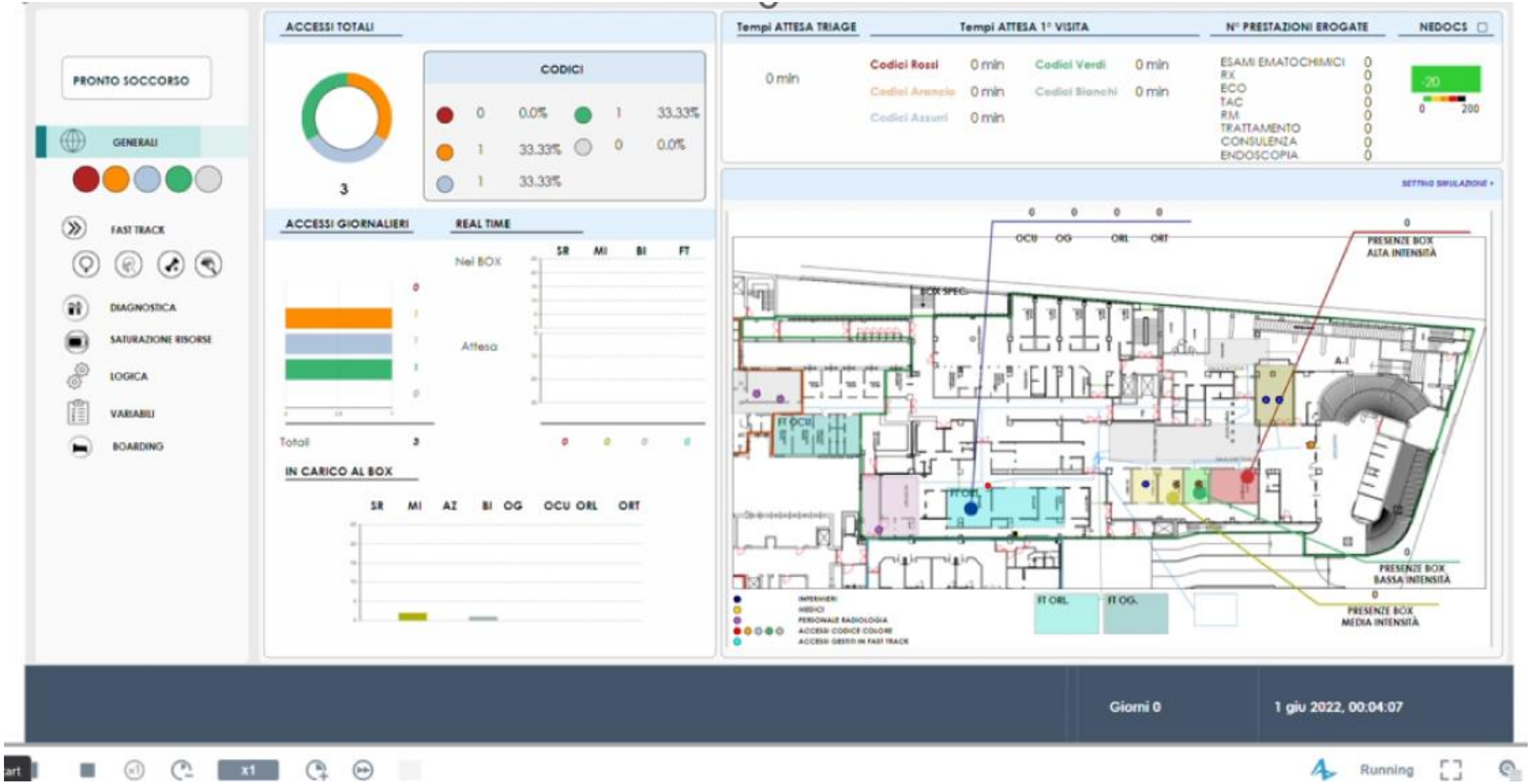
Variabili analizzate



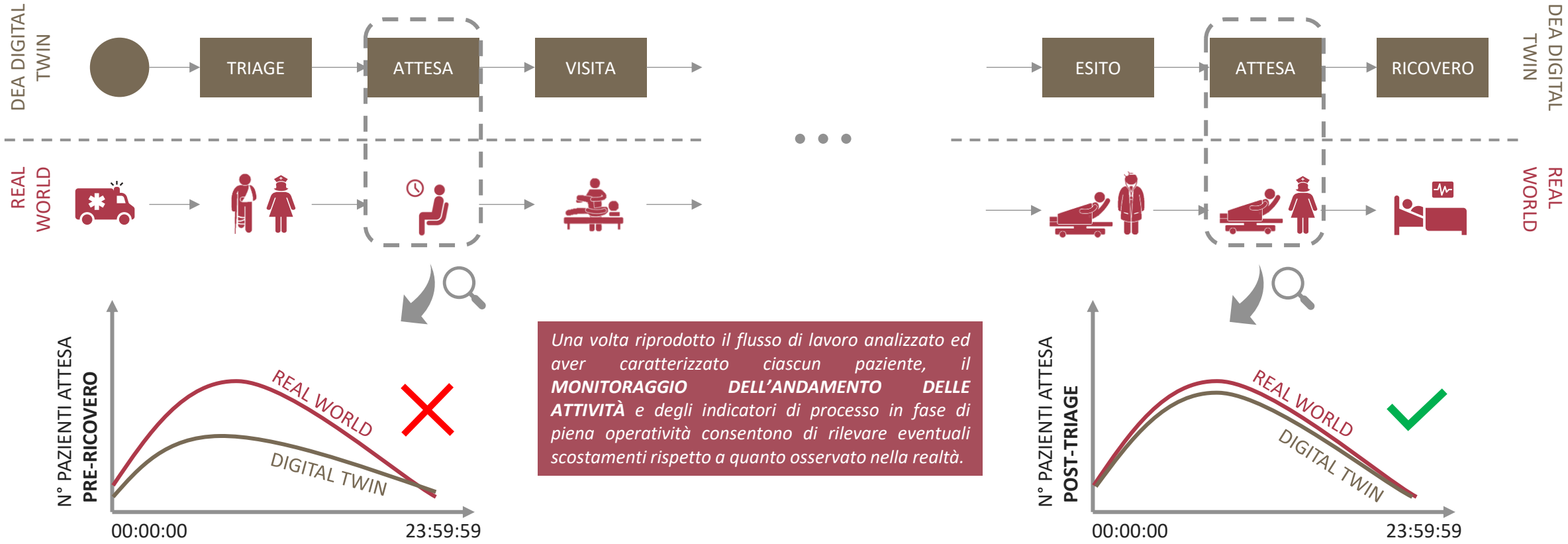


PROBLEMA PRINCIPALE – FASCIA D'ETÀ – COLORE			ACCESSI	TEMPO PRESA IN CARICO	TEMPO ATTRAVERS. 1.083 min / 110 min	TEMPO TOTALE 1.348 min / 137 min
Febbre – Metabolica	75+	VERDE	53	286 MIN	564 MIN	850 MIN
Lombalgia - Ortop./traum.	25-44	VERDE	144	284 MIN	308 MIN	592 MIN
Trauma Cranico - Ortop./traum.	65-74	VERDE	47	277 MIN	388 MIN	665 MIN
Sincope – Neurologica	65-74	AZZURRO	32	272 MIN	924 MIN	1.196 MIN
Febbre – Metabolica	15-24	VERDE	38	270 MIN	431 MIN	701 MIN
Dispnea – Respiratoria	25-44	AZZURRO	41	175 MIN	320 MIN	495 MIN
Trauma Minore - Ortop./traum.	25-44	VERDE	398	173 MIN	193 MIN	366 MIN
Urologica	25-44	AZZURRO	85	173 MIN	408 MIN	581 MIN
Chirurgica	25-44	VERDE	62	172 MIN	202 MIN	374 MIN
Cardiocircolatoria – Altro	65-74	VERDE	34	172 MIN	466 MIN	638 MIN
Ictus – Neurologica	75+	ROSSO	126	7 MIN	247 MIN	254 MIN
Coma – Metabolica	75+	ROSSO	38	6 MIN	206 MIN	212 MIN
Trauma Maggiore - Ortop./traum.	45-64	ROSSO	54	6 MIN	275 MIN	281 MIN
Dolore Toracico – Cardiocircolatoria	75+	ROSSO	58	6 MIN	168 MIN	174 MIN
Ictus – Neurologica	65-74	ROSSO	40	4 MIN	270 MIN	274 MIN

UN DIGITAL TWIN DEL PRONTO SOCCORSO

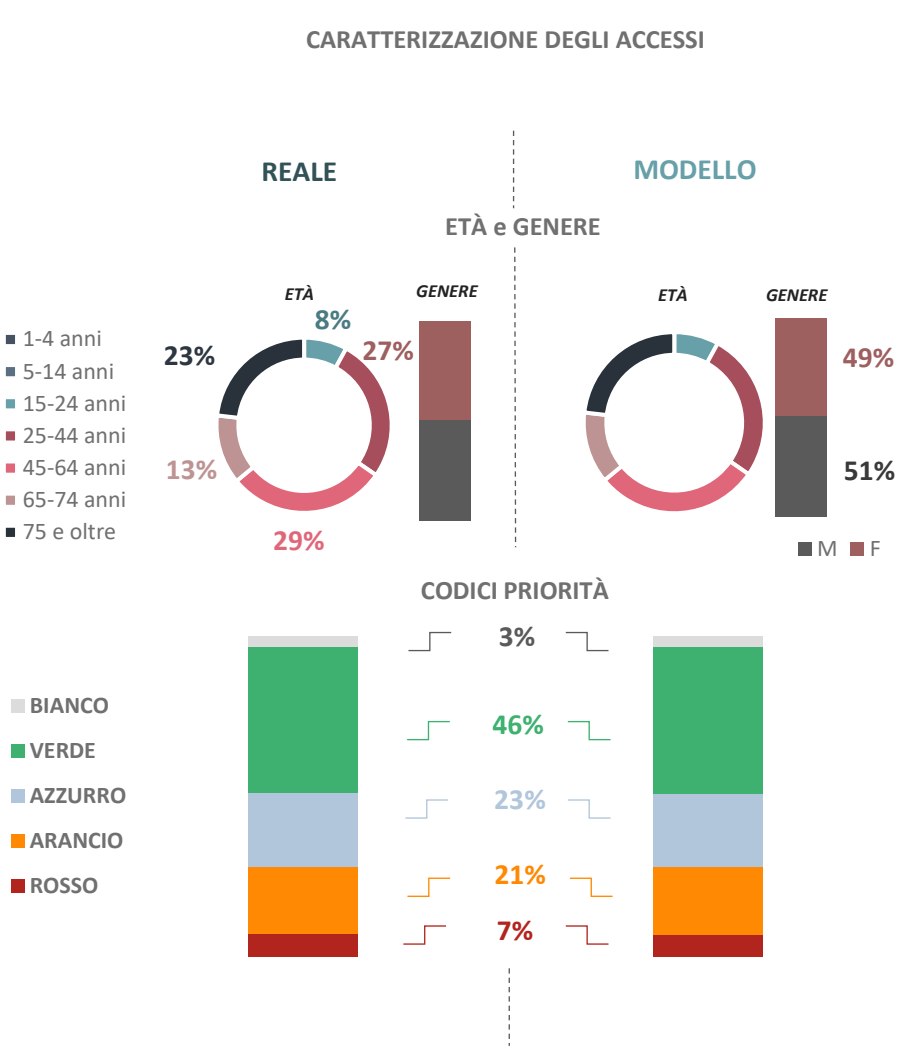


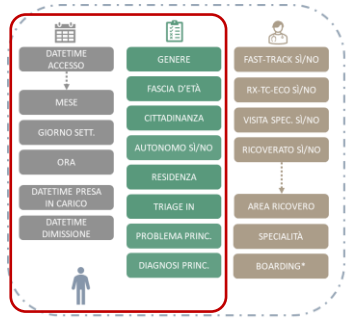
Verifica del modello di simulazione

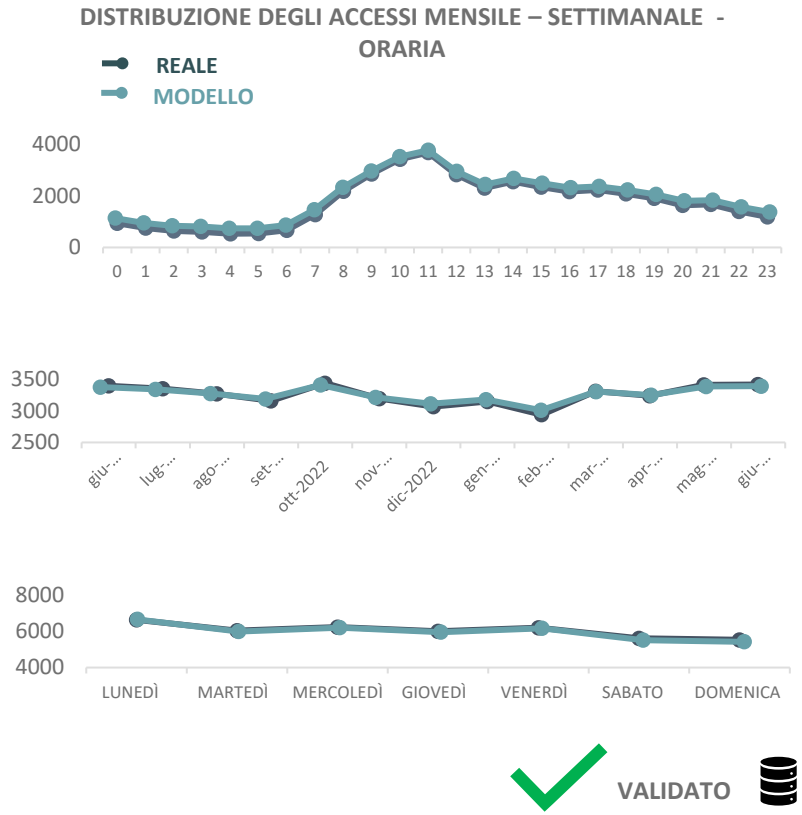


Una volta riprodotto il flusso di lavoro analizzato ed aver caratterizzato ciascun paziente, il ***MONITORAGGIO DELL'ANDAMENTO DELLE ATTIVITÀ*** *e degli indicatori di processo in fase di piena operatività consentono di rilevare eventuali scostamenti rispetto a quanto osservato nella realtà.*

Validazione - Dinamica e tipologia degli accessi

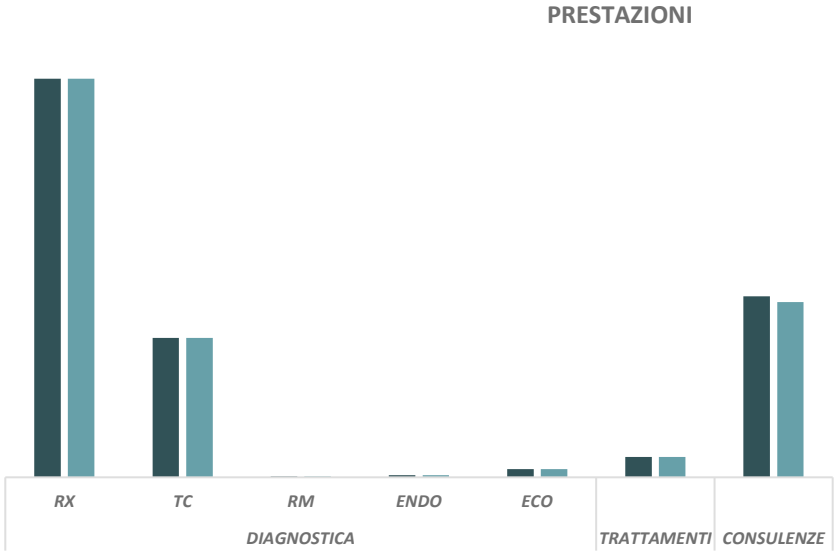




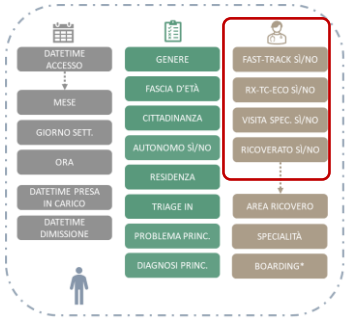


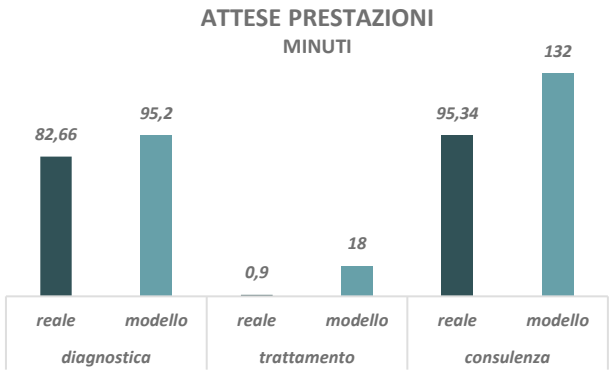
VALIDATO

Validazione - Tipologia e numero di prestazioni



*PRESTAZIONI **	REALE	MODELLO
RX	35.138	35.122
TC	11.332	11.325
RM	85	85
ENDOSCOPIE	198	197
ECOGRAFIE	701	701
TRATTAMENTI	1.561	1.560
CONSULENZE**	18.305	17.760





VALIDATO

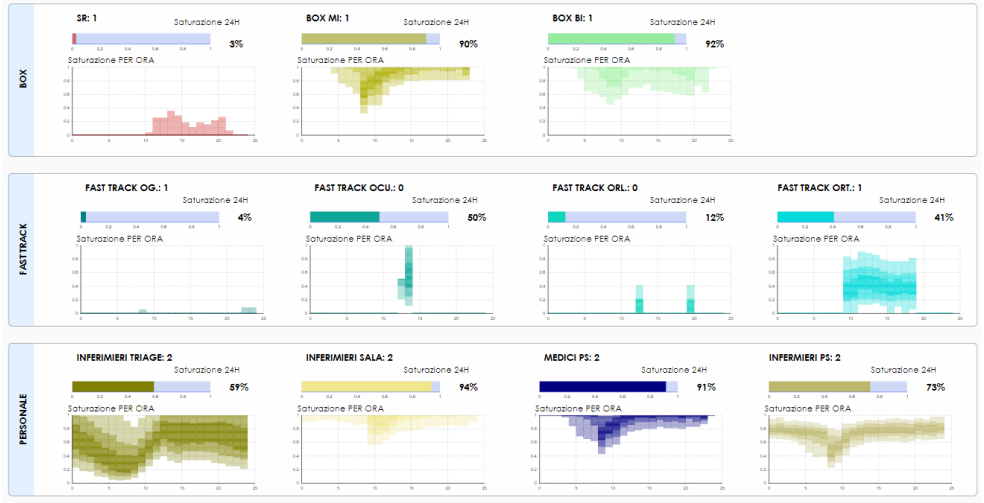
UN DIGITAL TWIN DEL PRONTO SOCCORSO

CONFRONTO TEMPI REALE – MODELLO*

	REALE	MODELLO
T P.C.	17	15
	90	98
	181	184
	220	208
	231	212
T PS	330	320
	584	567
	692	676
	563	548
	481	490
T BOARD.	505	495
	493	502
	475	482
	492	480
	-	-
T BOARD medio.	491	481
RICOVERI	9.257	9.250
% T BOARDING	-	47%**

TEMPO PRESA CARICO | ATTESA PRESTAZIONI | SATURAZIONE RISORSE UMANE
TEMPO PS | TEMPO DI BOARDING | SATURAZIONE RISORSE FISICHE

SATURAZIONE DELLE RISORSE SIMULATE



VALIDATO

** Tempi calcolati sui pazienti che non effettuano Fast track e che non esitano in un abbandono*
*** minuti dedicati al boarding / minuti simulati in 365 giorni*

SOVRAFFOLLAMENTO IN PRONTO SOCCORSO

Quale fase tra

INPUT: flusso dei pazienti in ingresso ⬅
THROUGHPUT: presa in carico, visite e prestazioni
OUTPUT: dimissione dei pazienti ➡

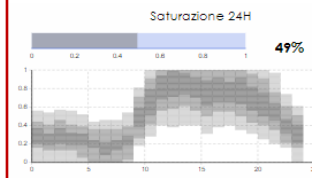
ha un peso specifico maggiore?

Testing mediante scenari what-if

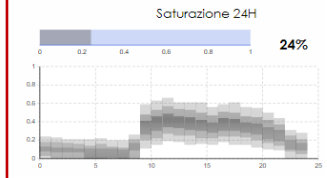
		INPUT	TROUGHPUT	OUTPUT	
	MODELLO	-12 % Accessi B e V	2 RX	NO RIV BOARDING	
T P.C.	15	14	15	5	
	88	95	100	21	
	184	173	180	43	
	208	116	171	43	-75%
	212	145	190	49	
T PS	320	316	323	243	
	567	570	534	233	
	676	681	653	299	
	548	428	530	220	-60%
	490	415	484	159	
T BOARD.	495	484	492	501	
	502	500	497	490	
	482	491	471	479	
	480	478	482	482	
	-	0	0	0	
T BOARD medio.	481	484	490	476	
RICOVERI	9.250	9.251	9.253	9.248	
% T BOARDING	47%**	47%	48%	0%	

Il medico di PS non si occupa della rivalutaizone del paziente in boarding

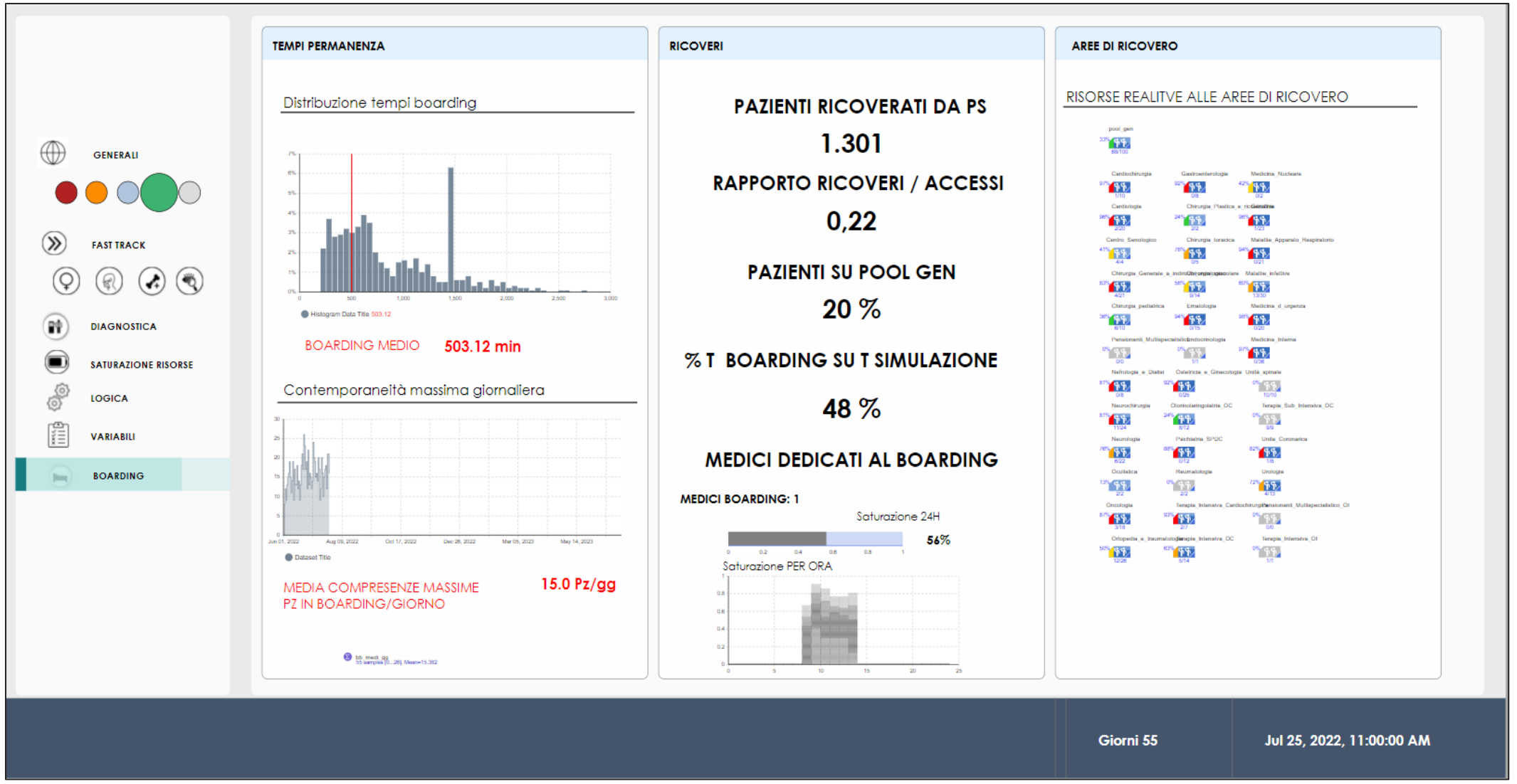
RX in dotazione : 1



Test con 2 RX



Boarding


GENERALI
FAST TRACK
DIAGNOSTICA
SATURAZIONE RISORSE
LOGICA
VARIABILI
BOARDING
TEMPI PERMANENZA
Distribuzione tempi boarding
Histogram Data Title 503.12
BOARDING MEDIO 503.12 min
Contemporaneità massima giornaliera
Dataset Title
MEDIA COMPRESENZE MASSIME PZ IN BOARDING/GIORNO
15.0 Pz/gg
RICOVERI
PAZIENTI RICOVERATI DA PS
1.301
RAPPORTO RICOVERI / ACCESSI
0,22
PAZIENTI SU POOL GEN
20 %
% T BOARDING SU T SIMULAZIONE
48 %
MEDICI DEDICATI AL BOARDING
MEDICI BOARDING: 1
Saturazione 24H
56%
Saturazione PER ORA
AREE DI RICOVERO
RISORSE REALITVE ALLE AREE DI RICOVERO
Giorni 55
Jul 25, 2022, 11:00:00 AM

Scenari alternativi – attivazione di un box destinato ai pazienti codici azzurri

	MODELLO	SIM A	SIM B	SIM C	SIM D
T P.C.	15	9	..	..	..
	88	68	..	..	..
	184	110	..	..	..
	208	180	..	..	..
	212	192	..	..	..
T PS	320	298	..		..
	567	506	..		..
	676	482	..		..
	548	447	..		..
	490	429	..		..
T BOARD.	495	508	..		..
	502	448	..	..	..
	482	455	..	..	..
	480	369	..	..	..
	-	0	..	..	..
T BOARD medio.	481	456	..	..	..
RICOVERI	9.250	9.241	..	..	..
% T BOARDING	47%**	48%	..	..	..

TEST MODELLO SIMULAZIONE

SIM A – AGGIUNTA BOX

SIM B - MEDICO BOARDING

SIM C – RIDUZIONE GG DEG

SIM D – AUMENTO PL

Scenari alternativi – aumento dei posti letto di area medica

	MODELLO	SIM A	SIM B	SIM C	SIM D
T P.C.	15	..	..	..	8
	88	..	..	..	43
	184	..	..	..	109
	208	..	..	..	124
	212	..	..	..	136
T PS	320	..	..	..	254
	567	..	..	..	310
	676	..	..	..	479
	548	..	..	..	397
	490	..	..	..	356
T BOARD.	495	..	..	..	336
	502	..	..	..	343
	482	..	..	..	335
	480	..	..	..	219
	-	..	..	..	0
T BOARD medio.	481	..	..	..	348
RICOVERI	9.250	..	..	..	9.270
% T BOARDING	47%**	..	..	..	37%

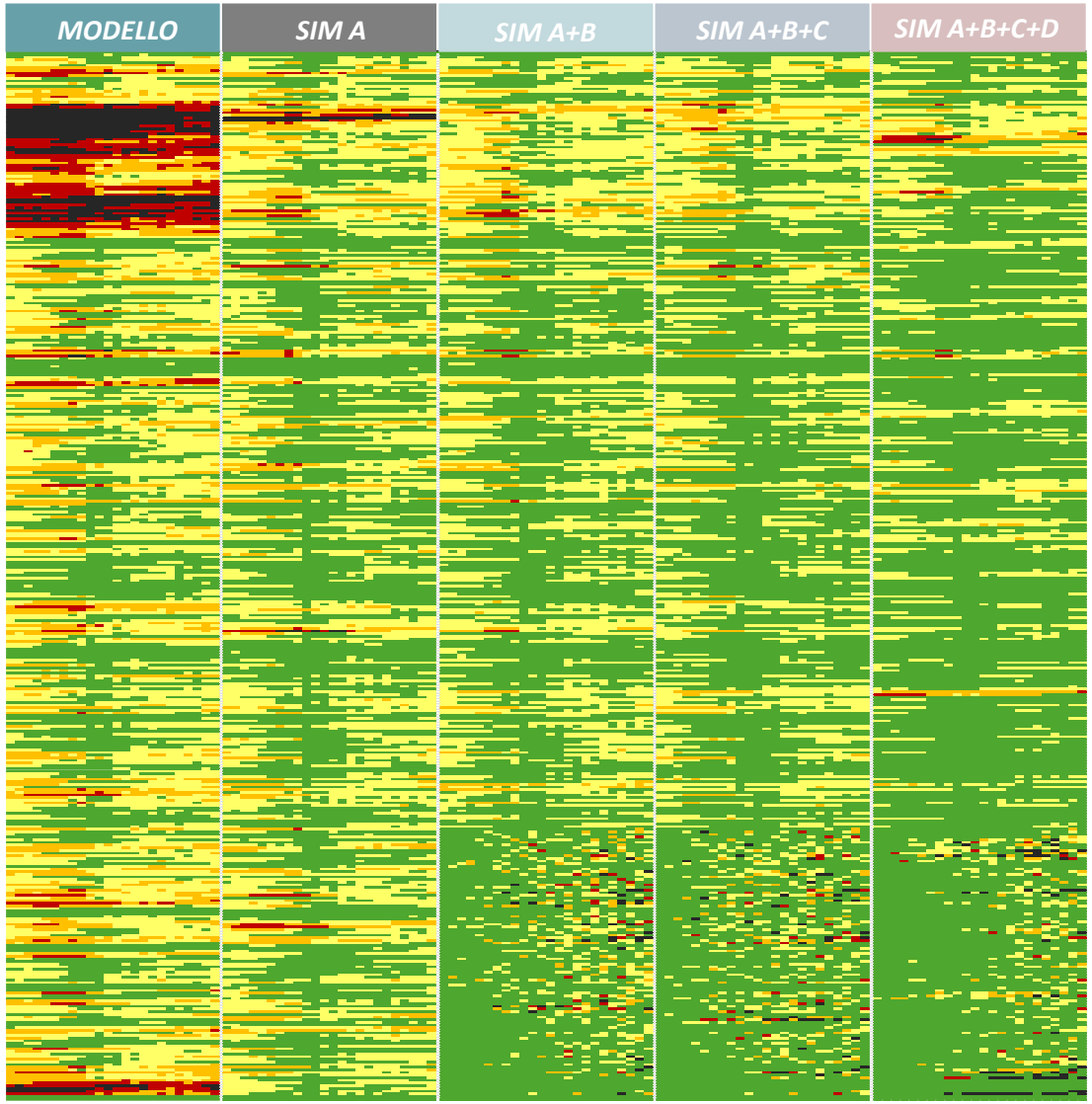
TEST MODELLO SIMULAZIONE

- SIM A – AGGIUNTA BOX
- SIM B - MEDICO BOARDING
- SIM C – RIDUZIONE GG DEG
- **SIM D – AUMENTO PL**

SIM. D

U.O.	PL ATTUALI	PL SIMULATI	PL NH
MEDICINA D'URGENZA	20		
GERIATRIA	23		
MEDICINA INTERNA	36		
MALATTIE APP. RESP.	22		
CARDIOLOGIA	21	192	*190*
GASTROENTEROLOGIA	8		
CARDIOCHIRURGIA	11		
CHIRURGIA TORACICA	6		
NEFROLOGIA E DIALISI	6		
EMATOLOGIA	15	16	*17*
PSICHIATRIA SPDC	12	13	*15*
ONCOLOGIA	18	19	*19*

Indice NEDOCS (national ED overcrowding study)



INDICE NEDOCS

$$-20 + \left(85{,}8 \times \left(\frac{c}{a}\right)\right) + \left(600 \times \left(\frac{f}{b}\right)\right) + 0{,}93 \times e + 5{,}64 \times g$$

a= numero di letti di PS
b= numero di letti dell'ospedale
c= n. totale di pazienti in PS
e= tempo d attesa massimo per il ricovero (ore)
f= n , totale di utenti in attesa di ricovero
g= tempo di attesa massimo da triage (ore)

Attuazione e monitoraggio

	REALE	MODELLO AS-IS	WHAT-IF – BOX AZZURRO	MONITORAGGIO
T P.C.	17	15	9	12
	90	98	68	70
	181	184	110	100
	220	208	180	192
	231	212	192	180
T PS	330	320	298	260
	584	567	506	525
	692	676	482	490
	563	548	447	430
	481	490	429	411
T BOARD.	505	495	508	519
	493	502	468	459
	475	482	455	462
	492	480	469	479
	-	-	0	0
T BOARD medio.	491	481	456	483
RICOVERI	9.257	9.250	9.241	9.290
% T BOARDING	-	47%**	48%	

Aderenza simulato-reale: +90%

SOMMARIO

1 LA SIMULAZIONE DINAMICA…

2 IN SANITÀ…

3 UN DIGITAL TWIN DEL PRONTO SOCCORSO

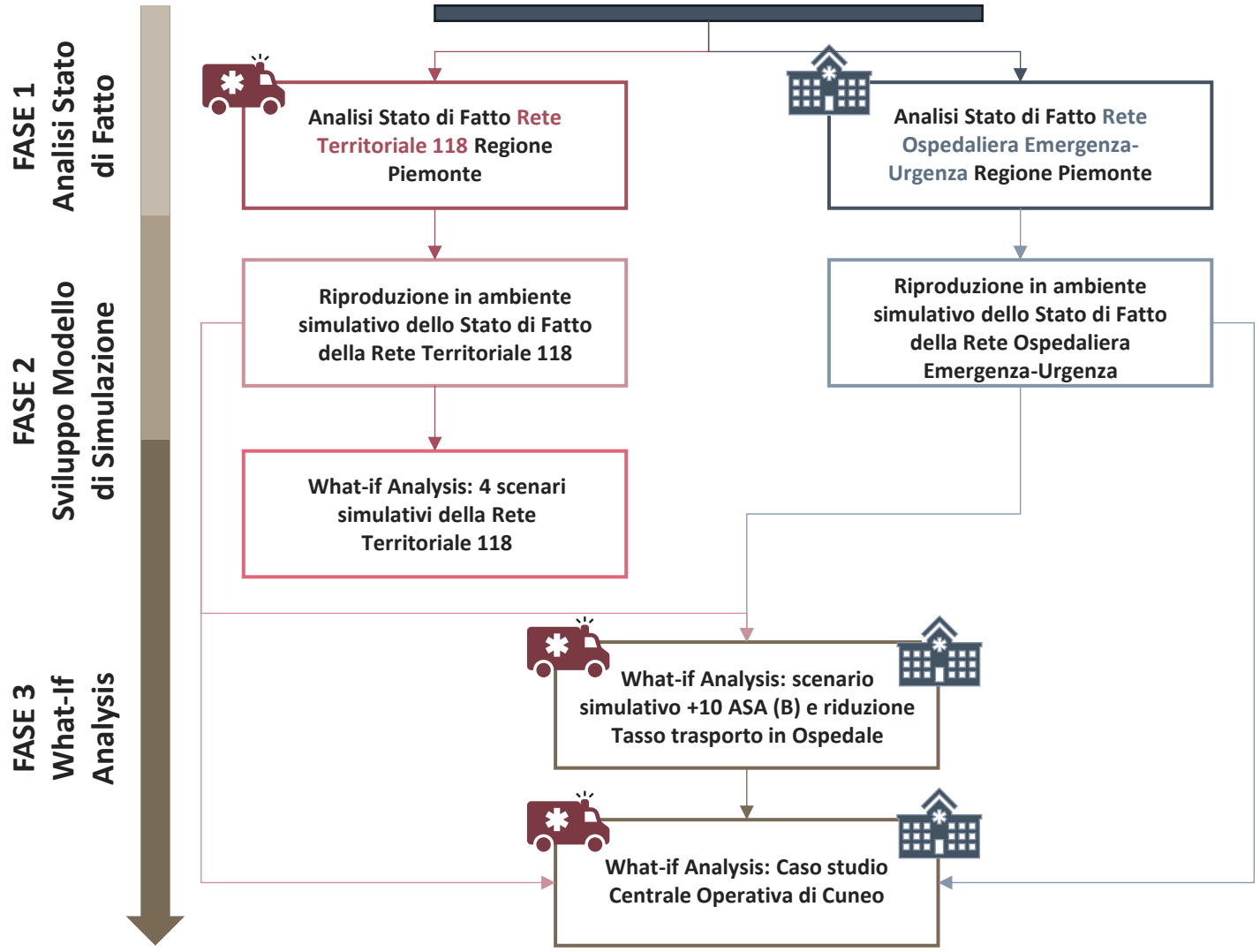
4 RIORDINO RETE EMERGENZA-URGENZA

Sviluppo del progetto

FASE 1 - ANALISI DELLO STATO DI FATTO: analisi dei dati di attività integrata*, cui ha fatto seguito **l'interlocuzione con il personale operativo** delle Centrali Operative Territoriali 118, al fine di ottenere una visione completa del contesto di riferimento e permettere di massimizzare l'estrazione di conoscenza **[DATA-DRIVEN KNOWLEDGE];**

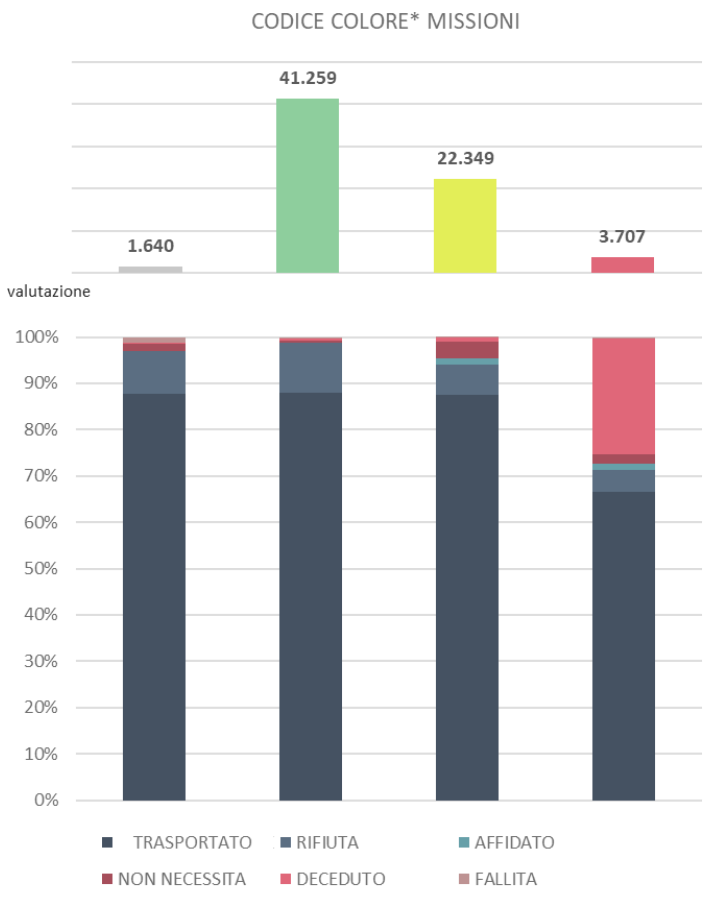
FASE 2 – SVILUPPO DEL MODELLO DI SIMULAZIONE: costruzione di un DIGITAL TWIN del processo analizzato; il modello di simulazione è stato concepito e sviluppato per riprodurre quanto più fedelmente possibile il sistema reale. La trasposizione in digitale è ottenuta traducendo «in vitro» le informazioni dedotte in FASE 1.

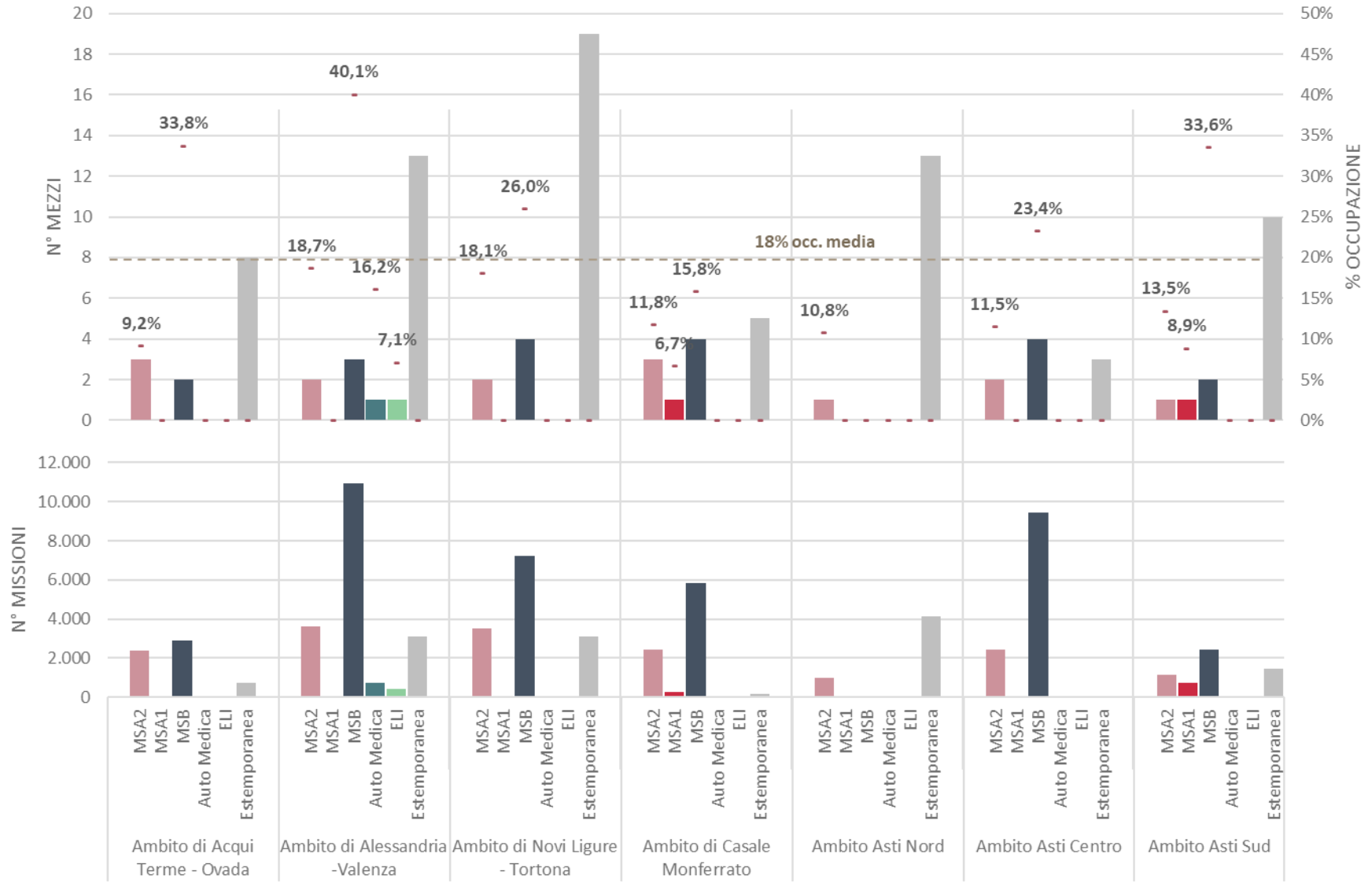
FASE 3 - WHAT- IF ANALYSIS: a partire dal DIGITAL TWIN della Rete Emergenza Urgenza della Regione Pimonte, **l'utilizzo dello strumento simulativo ha permesso di testare la risposta del sistema a fronte di scenari organizzativi/funzionali ordinari e straordinari.**



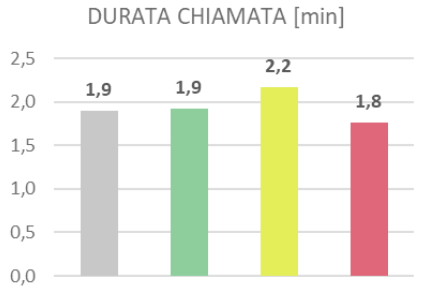
*Rete Territoriale 118 – Fonti: DB AGM ed elaborazione AGM su dati Regola, Anno 2023
Rete Ospedaliera – Fonti: elaborazione AGM su dati Regione Piemonte Anno 2023

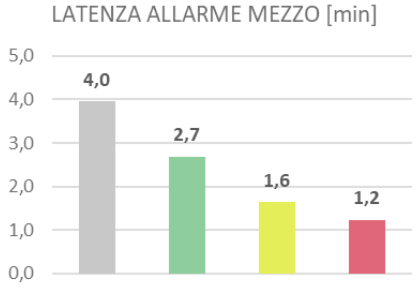
Stato di fatto - Mezzi

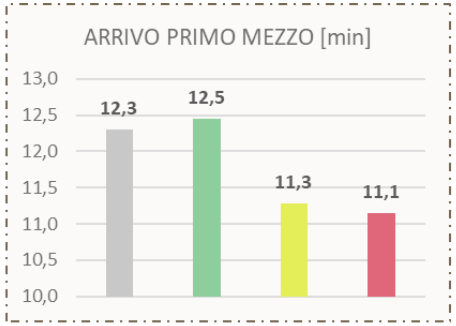


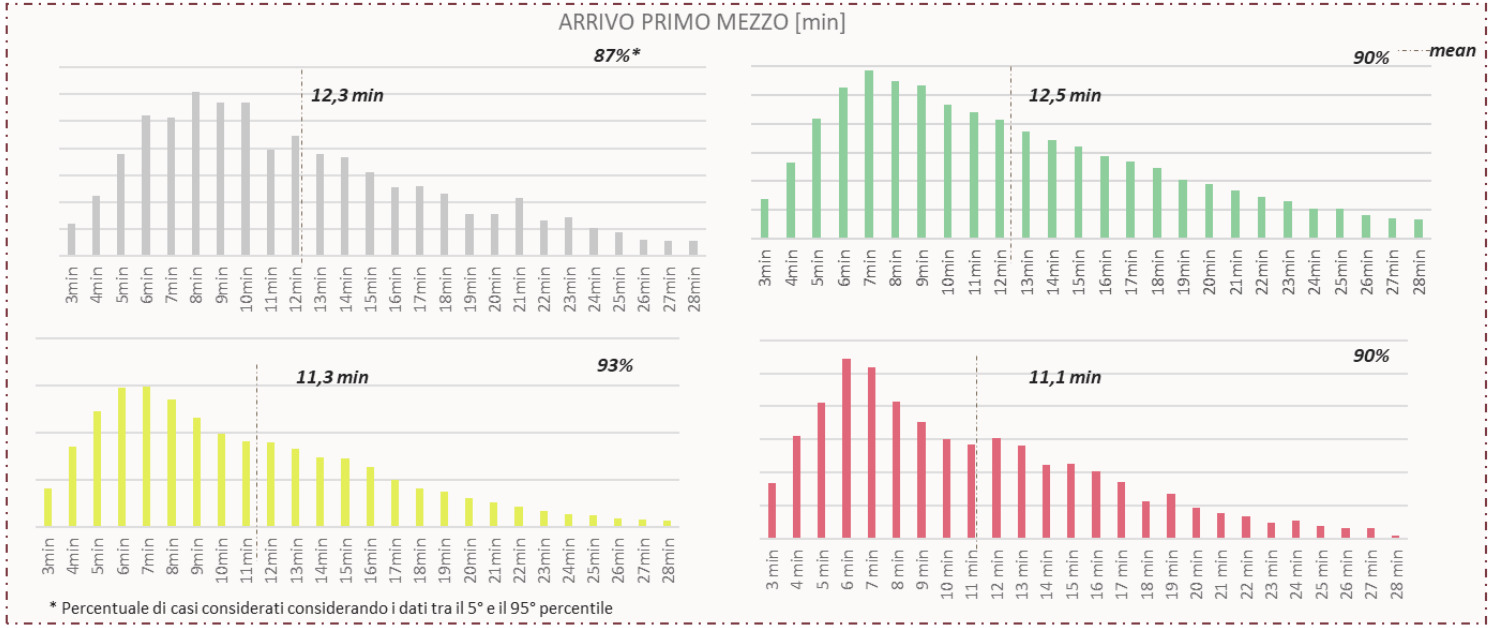


Stato di fatto - Tempi



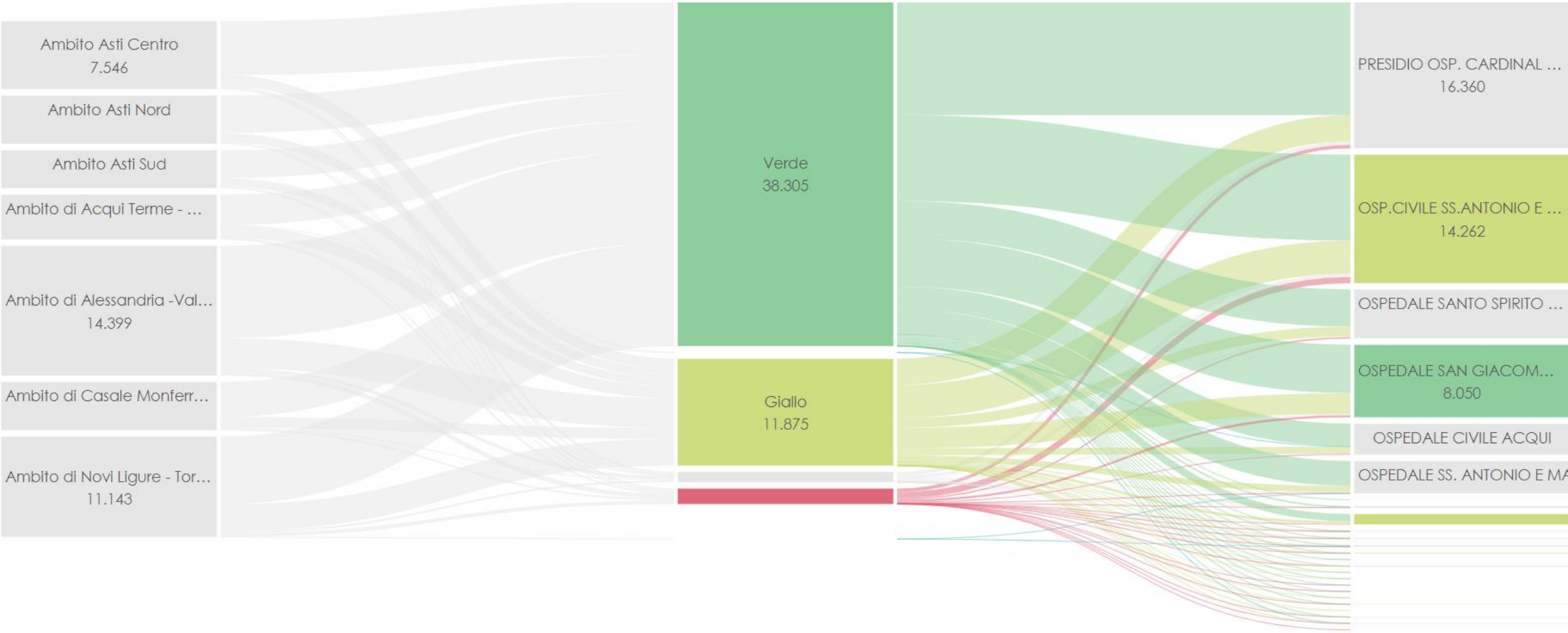




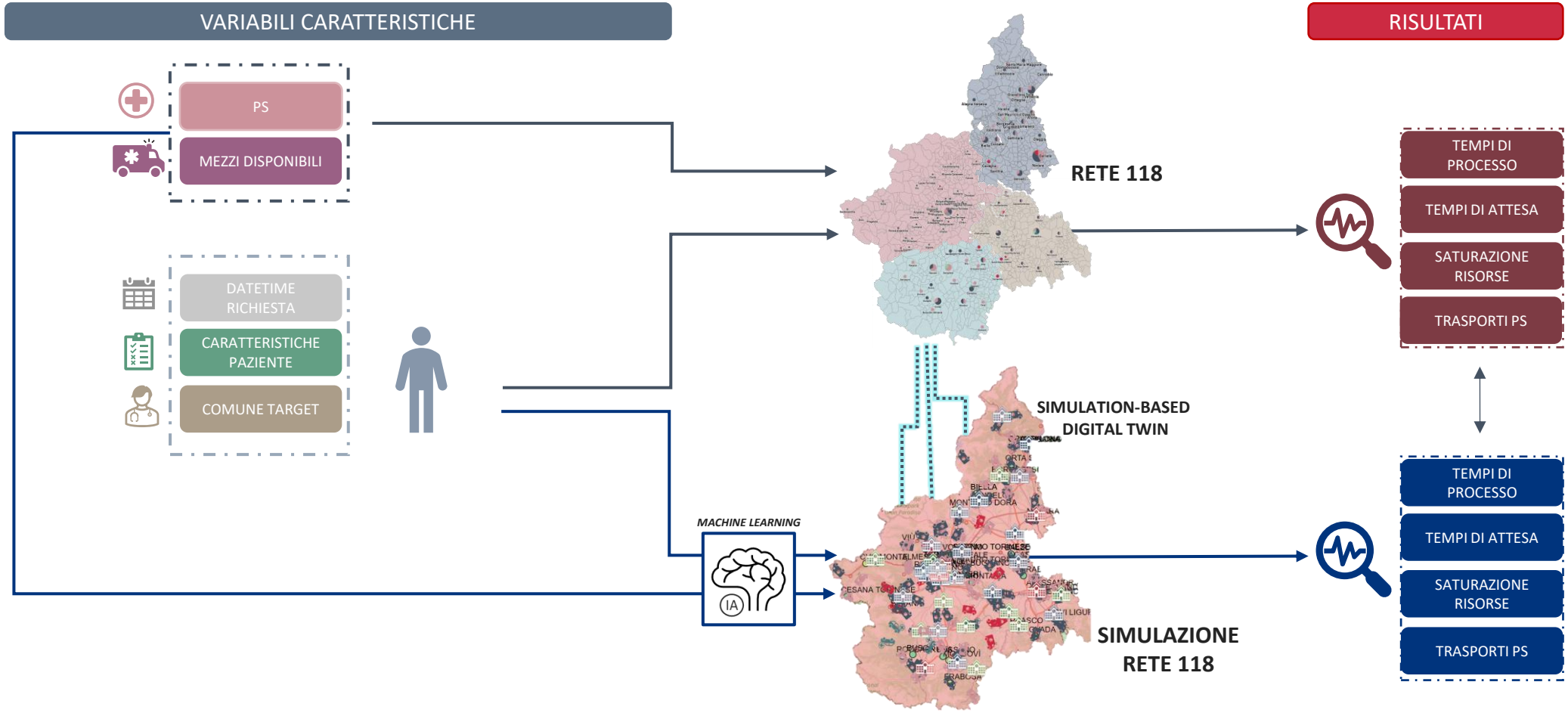


DISTRETTO	COMUNE TARGET	N° RICHIESTE	T MEDIO [min]	% > 8 MIN	% > 17 MIN
ACQUI TERME - OVADA	PONZONE	118	23,3	100%	96%
NOVI LIGURE - TORTONA	LU E CUCCARO MONFERRATO	84	20,5	100%	86%
ASTI NORD	ROCCA D'ARAZZO	79	20,1	100%	77%
ASTI NORD	MORANSENGO-TONENGO	94	19,8	100%	76%
ASTI NORD	MONTECHIARO D'ASTI	133	18,5	98%	67%
ASTI NORD	ANTIGNANO	103	18,5	100%	65%
ALESSANDRIA -VALENZA	SEZZADIO	111	18,8	99%	64%
NOVI LIGURE - TORTONA	ALLUVIONI PIOVERA	164	18,6	98%	63%
ASTI SUD	CASTAGNOLE DELLE LANZE	365	18,5	87%	63%
ALESSANDRIA-VALENZA	PREDOSA	212	18,2	99%	62%
ASTI CENTRO	MONGARDINO	81	18,1	100%	61%
ASTI SUD	MOMBARUZZO	98	18,2	99%	59%
CASALE MONFERRATO	MONCALVO	335	15,9	70%	59%
ASTI SUD	COSTIGLIOLE D'ASTI	476	18,1	97%	58%
ASTI NORD	MONTIGLIO MONFERRATO	126	16,9	92%	57%
ASTI SUD	CALOSSO	75	18,0	100%	55%
ASTI NORD	REFRANCORE	140	17,8	100%	53%
ASTI NORD	ROCCHETTA TANARO	160	17,5	100%	52%
ASTI NORD	TIGLIOLE	115	17,4	99%	51%
CASALE MONFERRATO	VIGNALE MONFERRATO	100	17,3	98%	51%

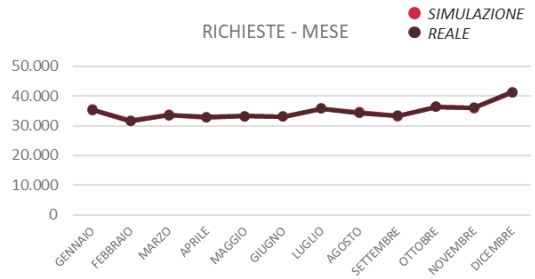
Stato di fatto – Focus trasporti in PS

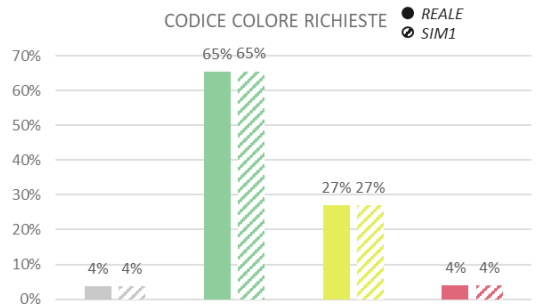


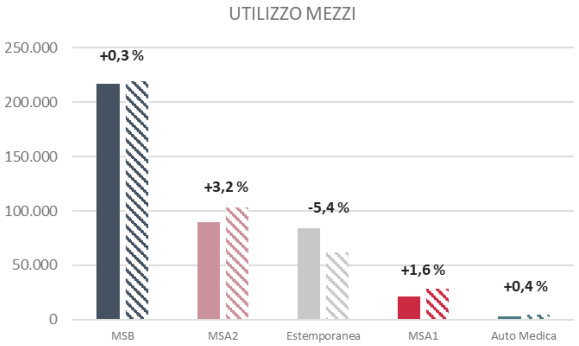
Schematizzazione del funzionamento della simulazione della rete 118

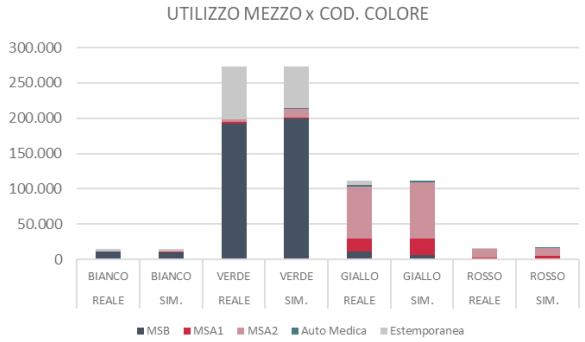


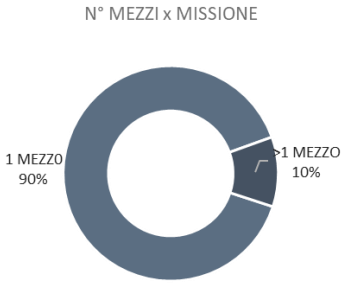
Validazione modello Rete 118

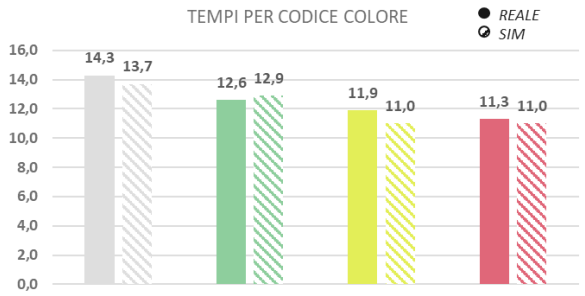






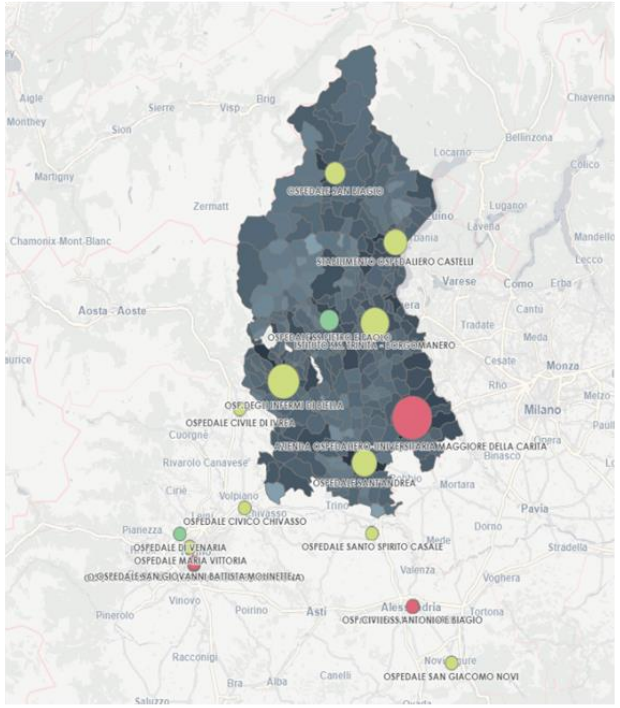






REALE

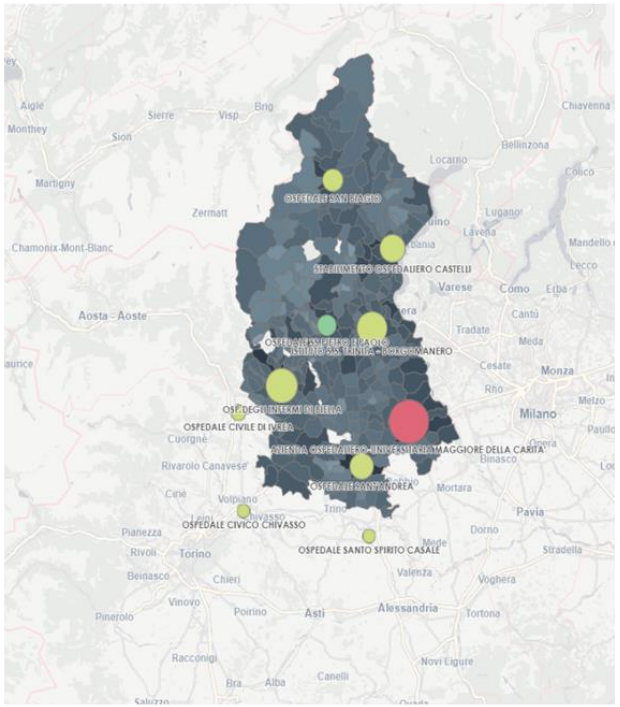
Ospedalizzazioni: 68.797



CO	PS	DEA 1	DEA 2
NO	5,6%	66,6%	27,1%

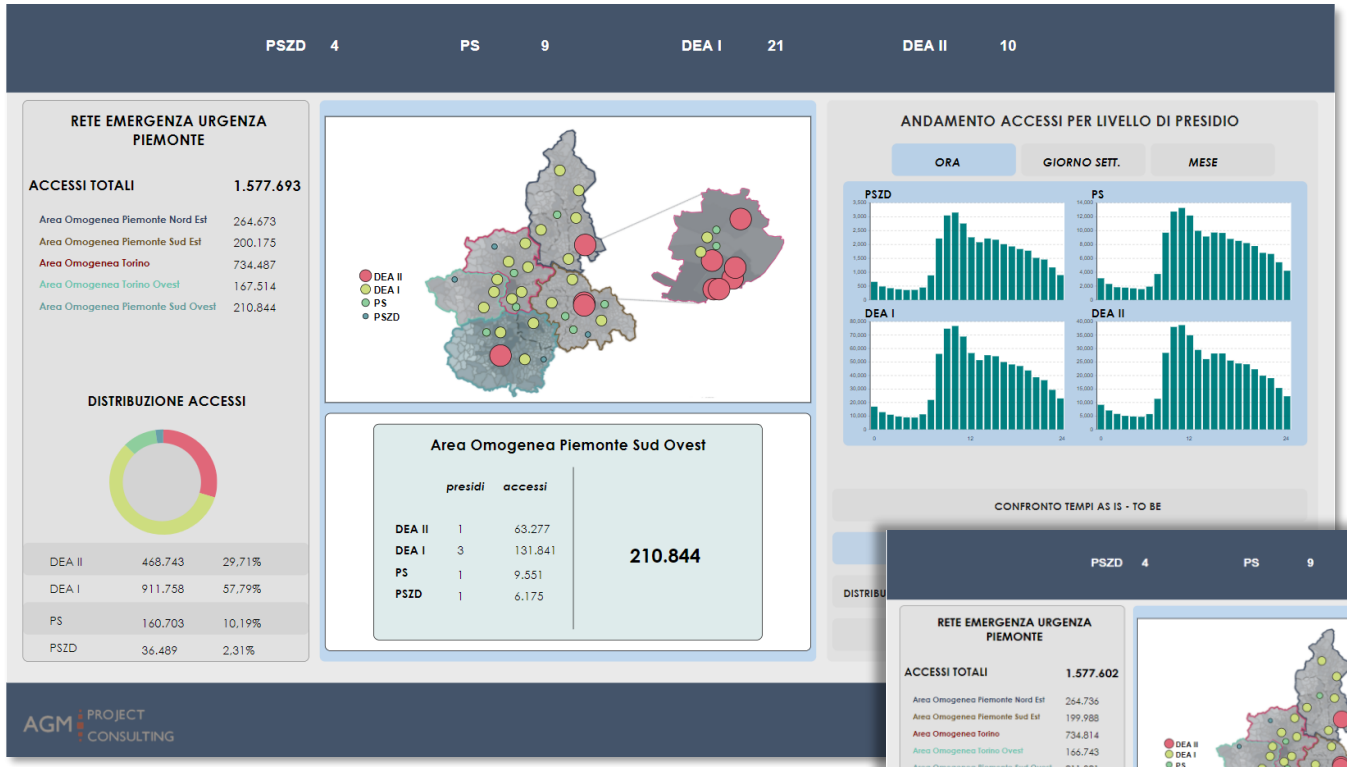
SIMULATO

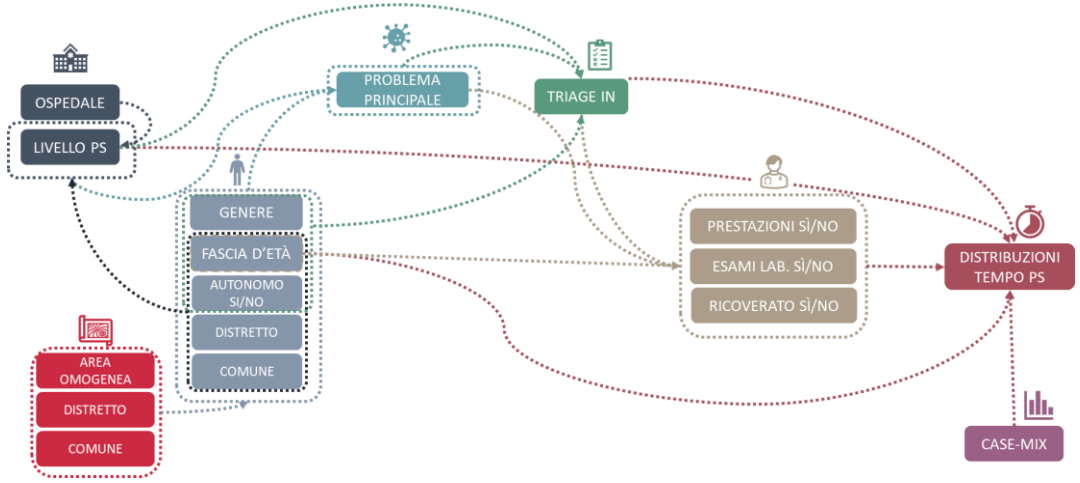
Ospedalizzazioni: 68.658

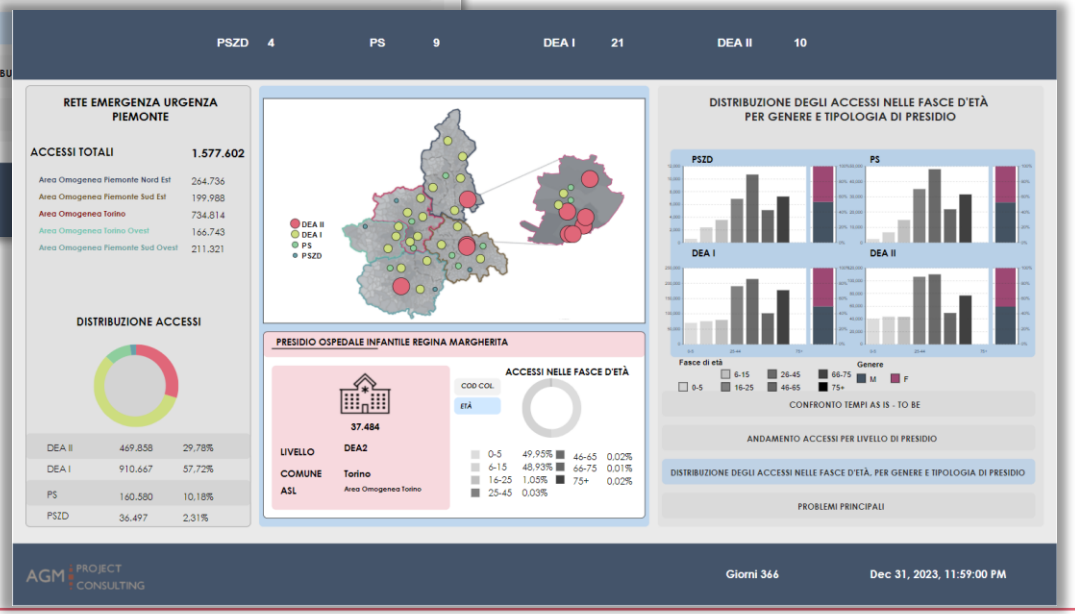


CO	PS	DEA 1	DEA 2
NO	5,7%	67,9%	26,4%

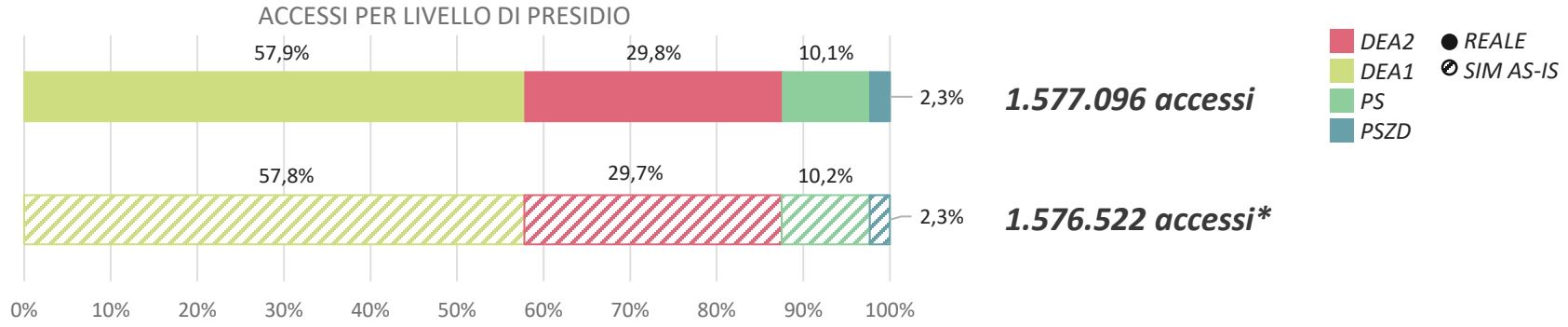
Modello di simulazione rete ospedaliera

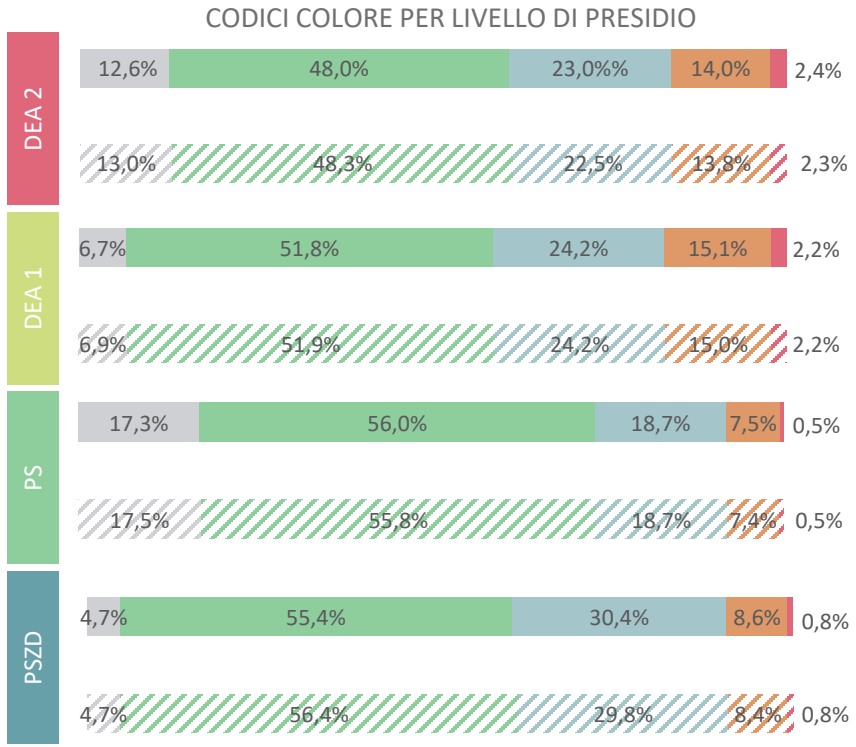


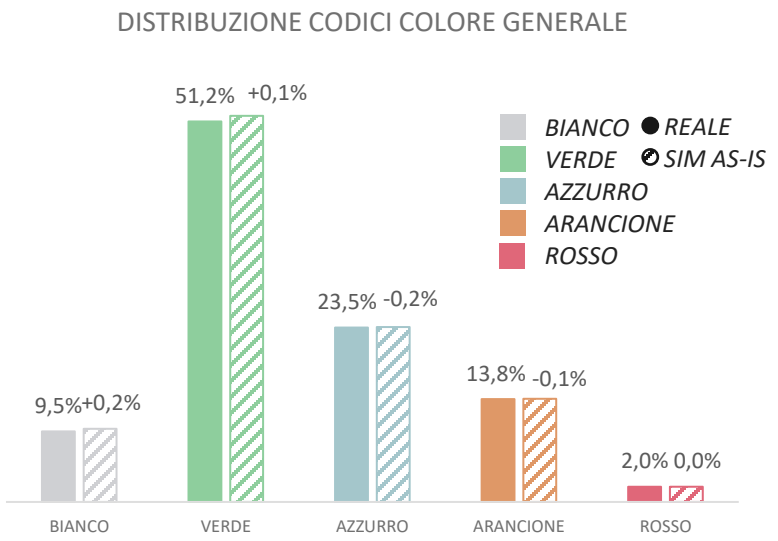




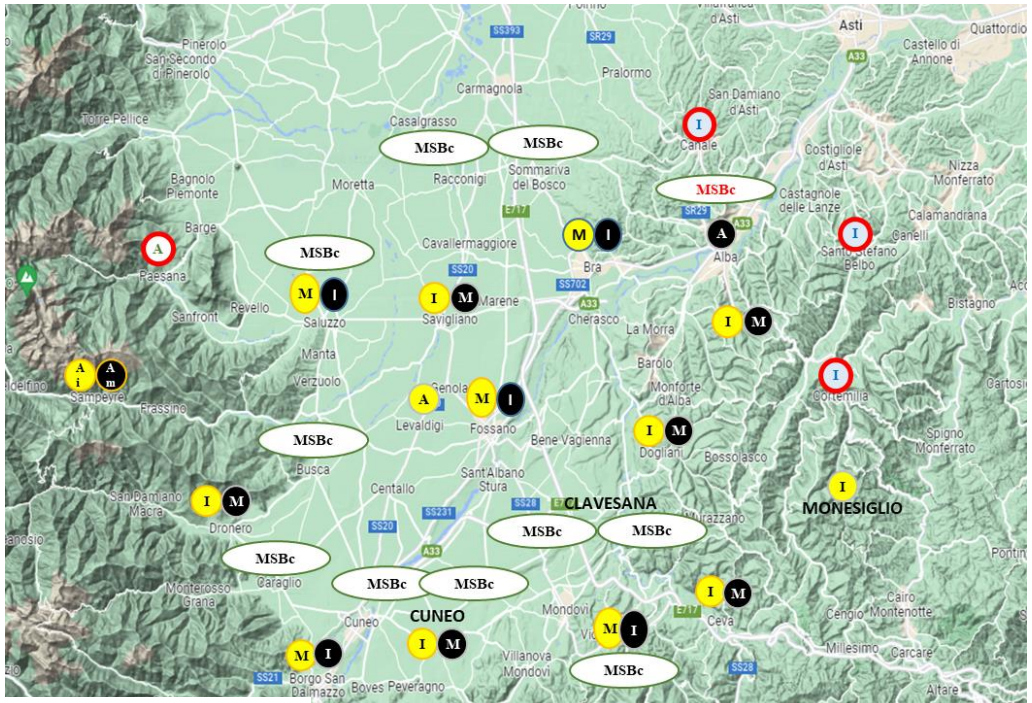
Validazione modello rete ospedaliera

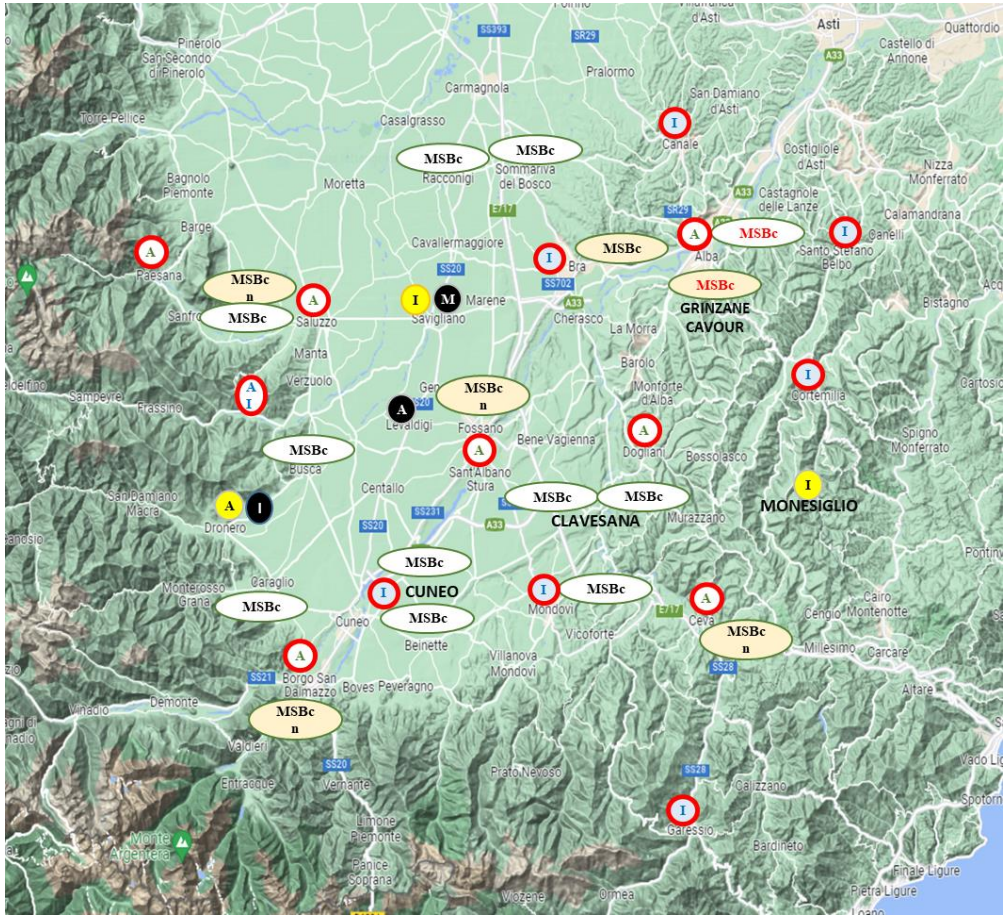






Ipotesi di riconfigurazione di mezzi sul territorio





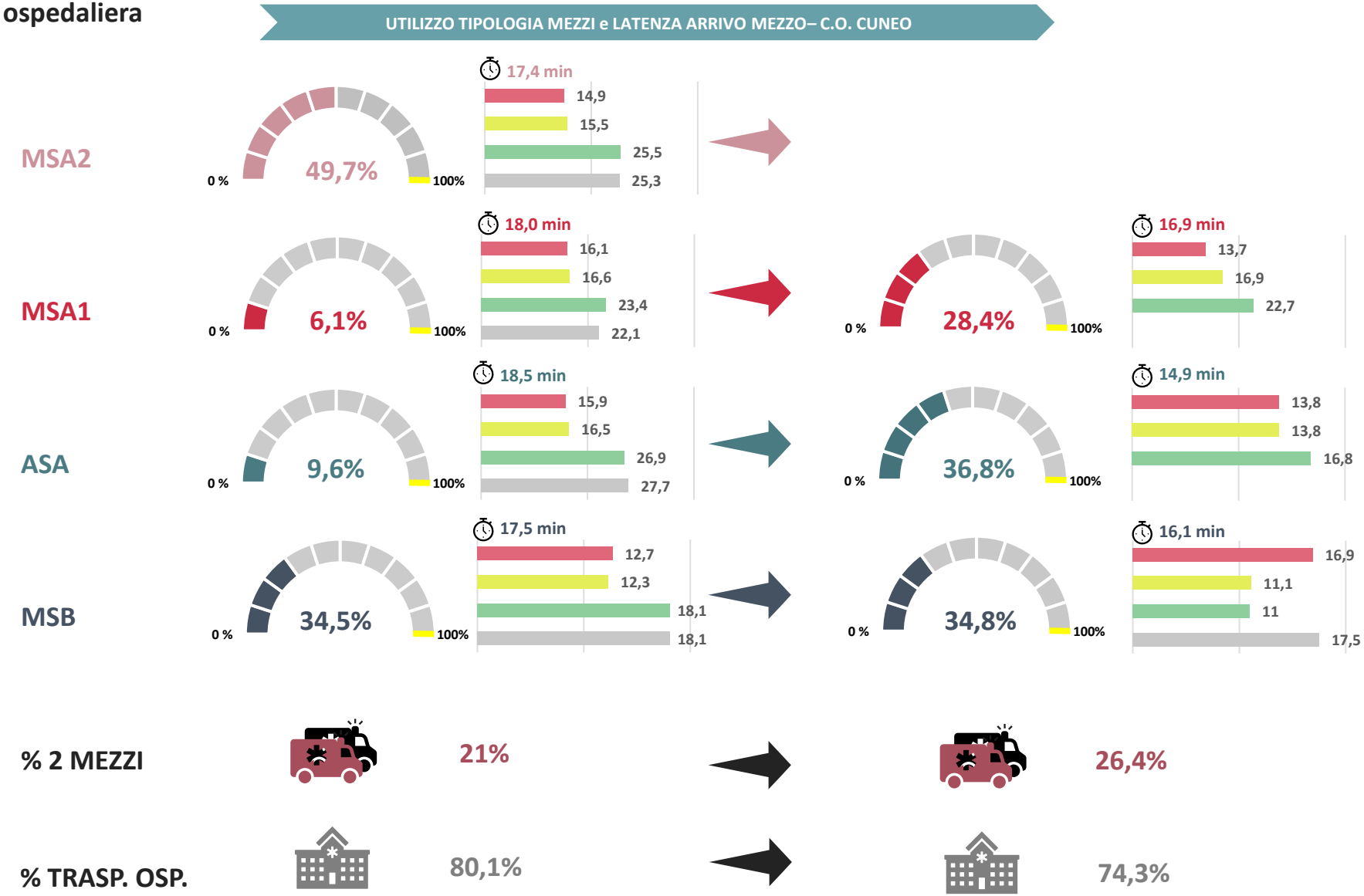
LEGENDA

DIURNO
- H24 - M.S.A. 2
- H24 - M.S.A. 1
- H24 – A.S.A.
- H12 - M.S.A. 2
- H12 - M.S.A. 1
- H12 - A.S.A.

NOTTURNO
- H12 - M.S.A. 2
- H12 - M.S.A. 1
- H12 – A.S.A.

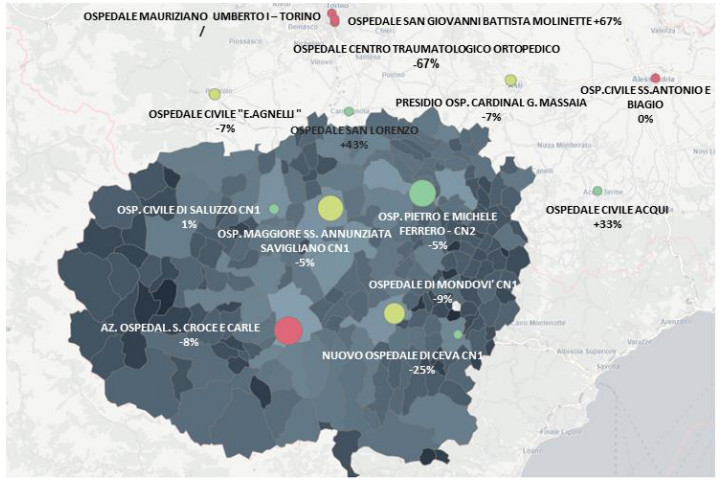
- H24 - M.S.B.
- H12 - M.S.B.
- H12 - M.S.B Nuove.
- H24 - M.S.A.1 DIURNO – M.S.A. 2 NOTTURNO
- H24 - M.S.A. 2 DIURNO – M.S.A. 1 NOTTURNO
- H24 - A.S.A. DIURNO (Infermiere) A.S.A. NOTTURNO (Medico)

Validazione modello rete ospedaliera

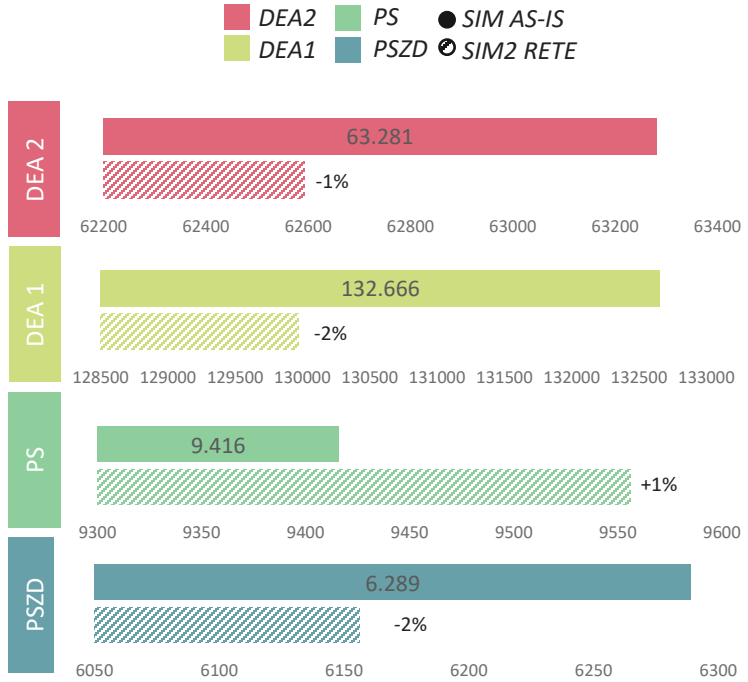


Validazione modello rete ospedaliera

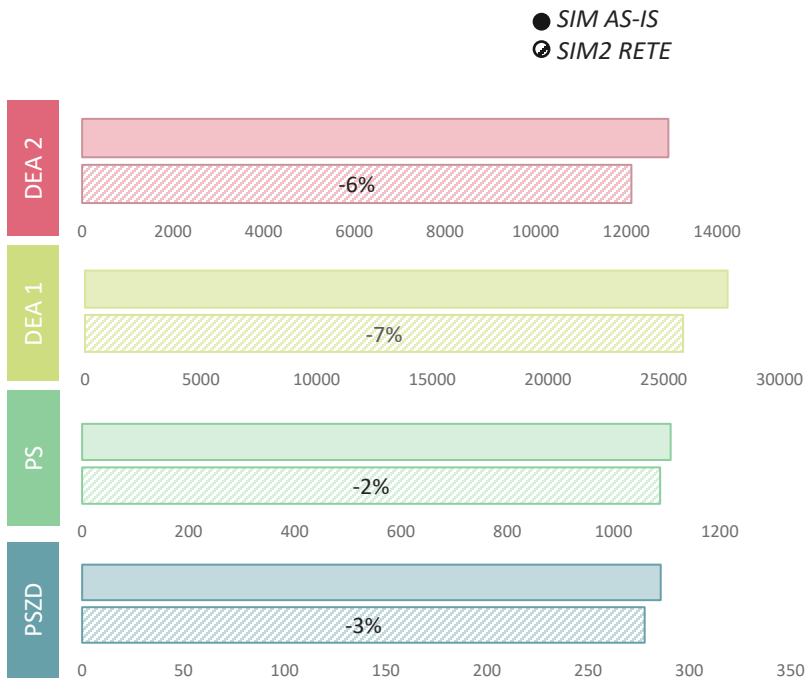
DESC_OSPEDALE	SIM1	SIM2	DIFF	DIFF %	CUMULATA
AZ. OSPEDAL. S. CROCE E CARLE	11.166	10.236	-930	-8%	27%
OSP. PIETRO E MICHELE FERRERO - CN2	10.356	9.837	-519	-5%	53%
OSP. MAGGIORE SS. ANNUNZIATA SAVIGLIANO CN1	9.467	8.864	-603	-6%	76%
OSPEDALE DI MONDOVI' CN1	7.424	6.750	-674	-9%	94%



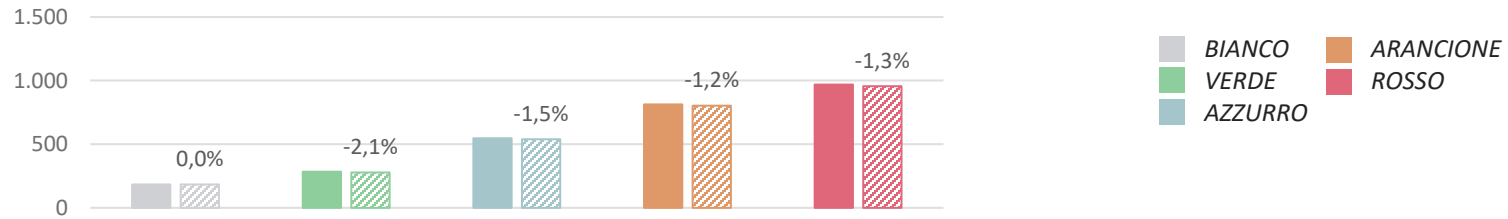
ACCESSI PER LIVELLO DI PRESIDIO



ACCESSI AUTONOMI PER LIVELLO DI PRESIDIO



TEMPO MEDIO PER CODICE COLORE (MINUTI)



simeu
accademia dei direttori
ROMA 07-08 NOVEMBRE 2024

ISCRIVITI A
SIMEU
società italiana medicina d'emergenza-urgenza

GRAZIE!

#piusiamomegliofacciamo