UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI UDINE
hic sunt futura

EASYNET

ASU FC
Azienda sanitaria universitaria Friuli Centrale

REGIONE AUTONOMA FRIULI VENEZIA GIULIA

Data Analytics e Scenari di soccorso territoriale

12 aprile 2022

L. Di Gaspero, D. La Barbera, F. Da Ros

Agenda

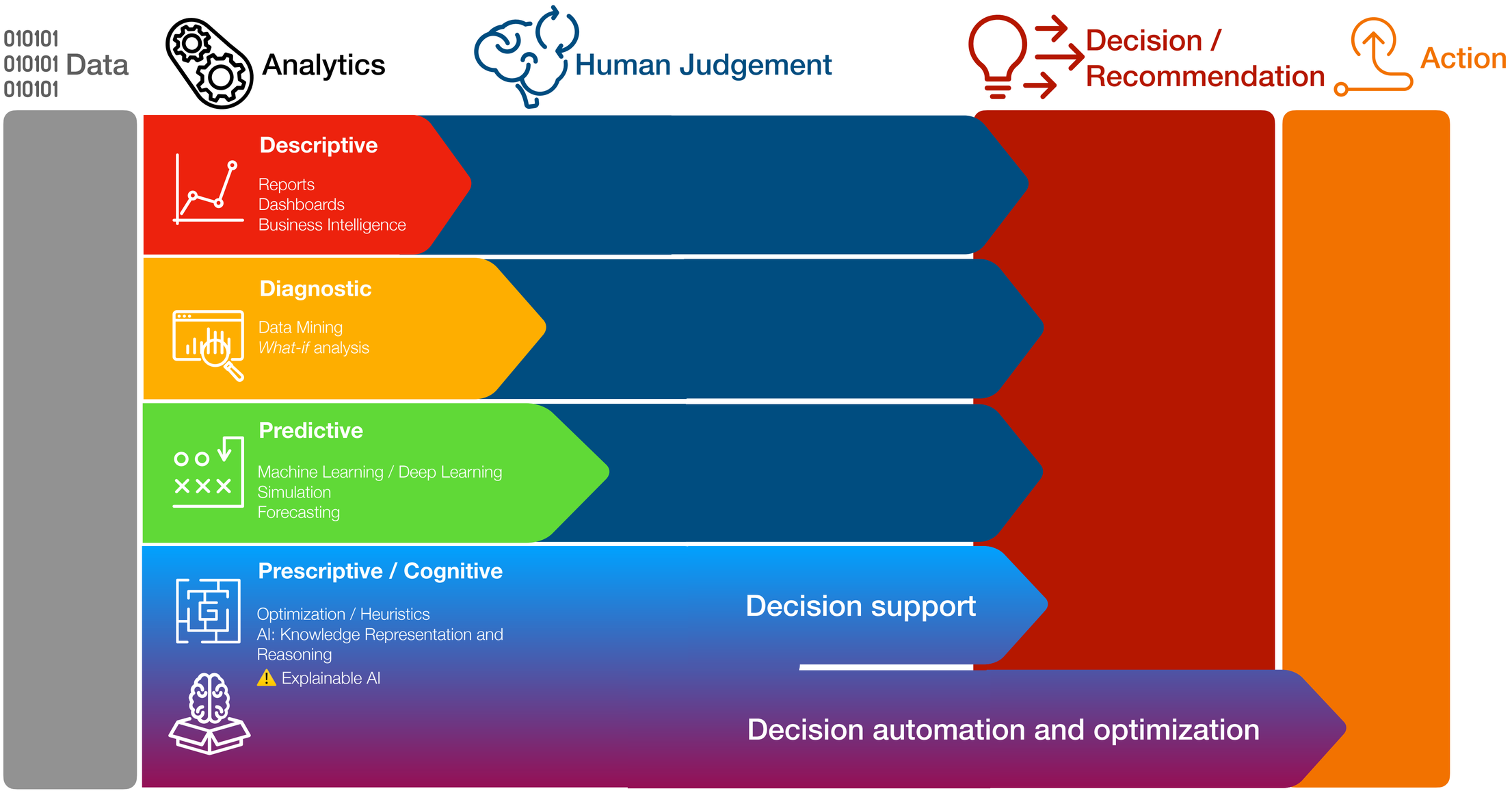
Introduzione all’analisi dei dati

Le emergenze nel Friuli Venezia Giulia

La simulazione nel contesto emergenziale

Scenari di ottimizzazione in Friuli Venezia Giulia

Introduzione



Introduzione

Comprendere la natura dei dati a disposizione

- *Dove avvengono le emergenze? Quando avvengono? Perché sono presenti alcuni pattern?*

Simulare il comportamento della centrale operativa nell'invio delle ambulanze

- *Data un'emergenza, quale ambulanza invio? Quando?*

Location and Capacity Problem

- *Dove posiziono le stazioni per le ambulanza? Quante ambulanze posiziono per stazione?*

La Data Analysis

I dati

Dati delle emergenze avvenute negli anni **2018, 2019, 2020**

Informazioni sulla chiamata
Giorno e ora

Informazioni sul luogo
Indirizzo, coordinate geografiche

Informazioni sull'emergenze
Patologia, Codice urgenza, Ambito

Informazioni sul luogo di trasporto
Necessità di trasporto in ospedale, Specifiche sull'ospedale di destinazione, Reparto di ammissione

Informazioni sul mezzo di trasporto
Tipologia di mezzo, luogo di partenza

Informazioni sui tempi
Ricezione della chiamata, Invio dei mezzi, Arrivo sul luogo

Nota: I dati sono raccolti in una situazione di emergenza, quindi possono essere incompleti

Data Analytics

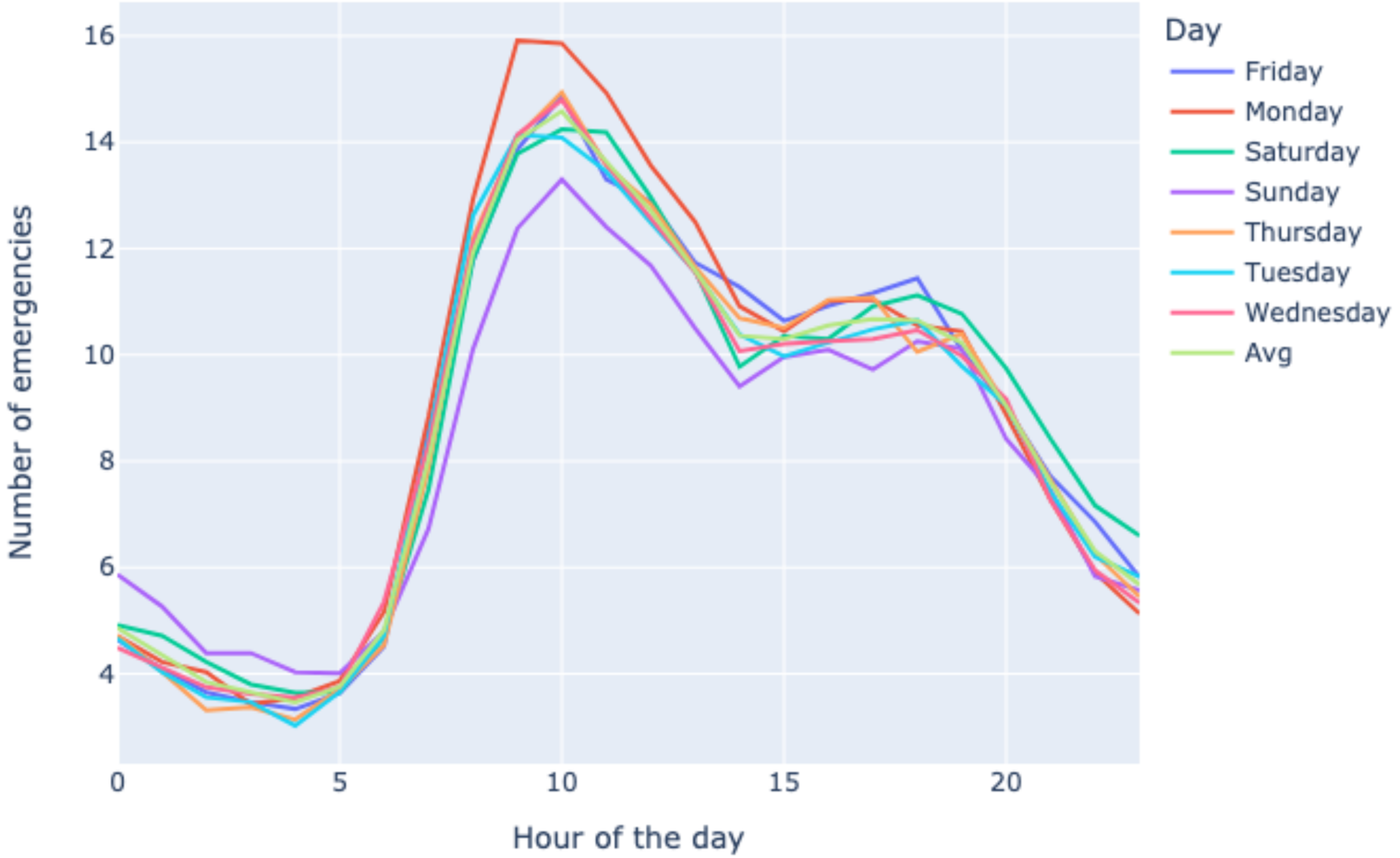
Analisi dei dati aggregati

✓ **Quando** avvengono le emergenze?

✓ **Dove** avvengono?

✓ Ci sono **fenomeni stagionali**?

Quando avvengono le emergenze?



- Anni 2018,2019,2020
- Numero di emergenze orario medio per giorno della settimana

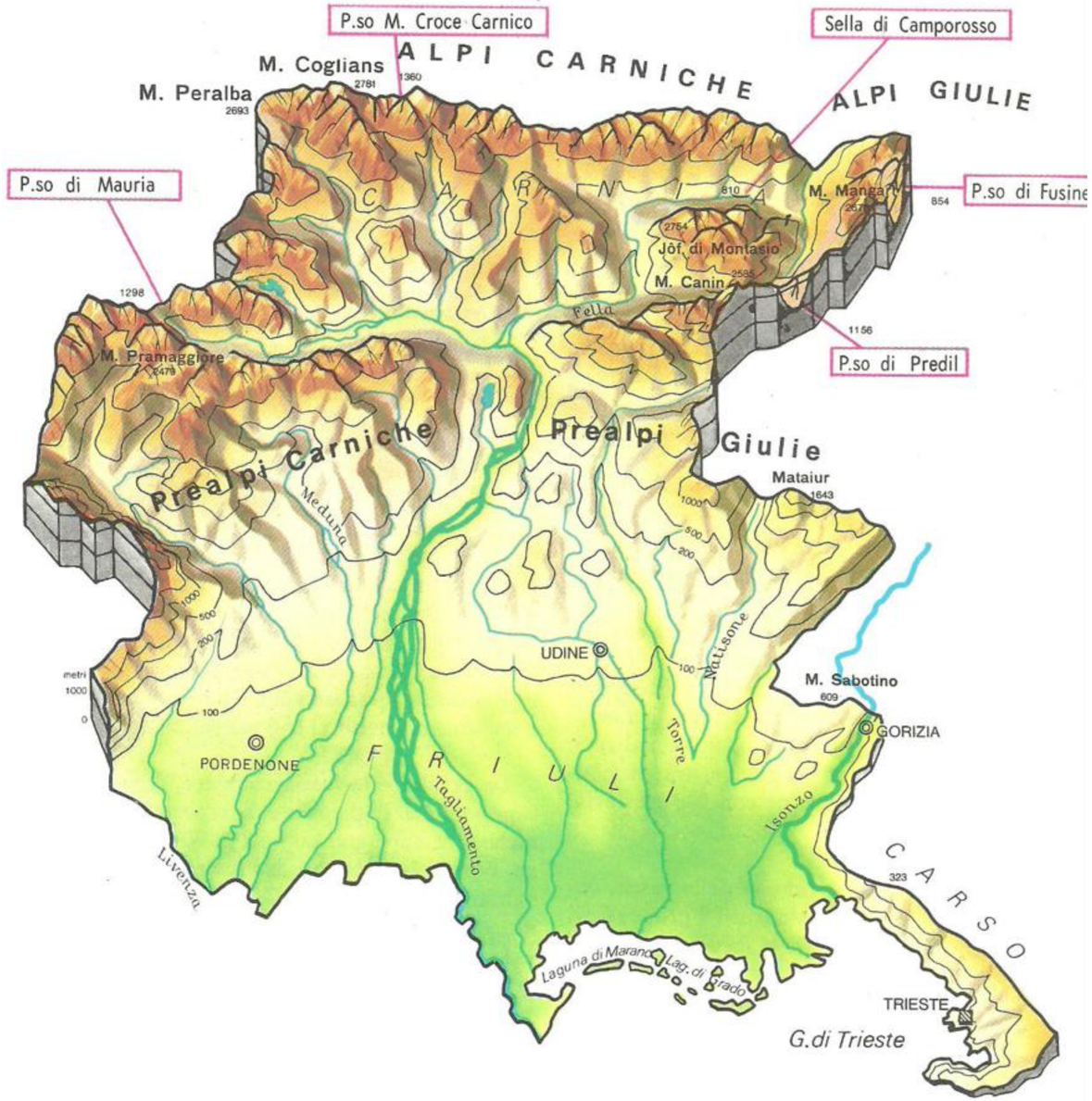
- Presenza di **picchi**
  - 10:00
  - 17:00 (massimo locale)

- Presenza di **valli**
  - 14:00 (minimo locale)
  - durante la notte

➡La pressione sul sistema **non è costante** durante il giorno

Il territorio

	Superficie	Abitanti	
Zona urbana	3%	34%	Trieste, Udine, Pordenone, Gorizia, Monfalcone
Zona montana	55%	14%	Altitudine > 450 m
Zona rurale	41%	51%	
Zona marittima	1%	1%	Grado, Lignano Sabbiadoro



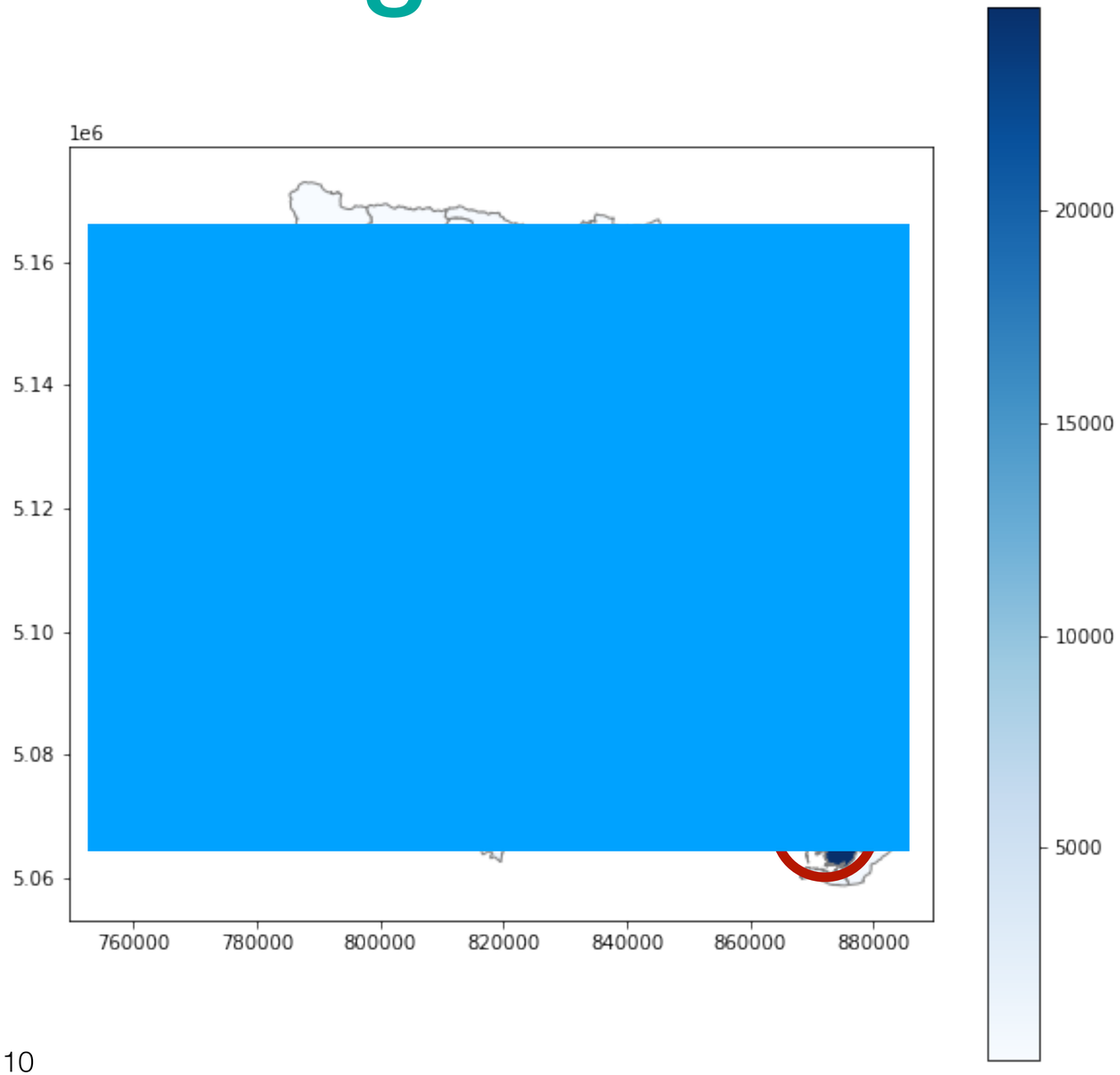
Nota: in letteratura, i simulatori EMS si occupano esclusivamente di zone urbane

Dove avvengono le emergenze?

- Anno 2020
- Numero assoluto
- 5 città (*Trieste, Udine, Pordenone, Gorizia, Monfalcone*)

➡ Le 5 città **più popolose** sono anche le 5 città in cui avvengono **più emergenze.**

➡ Come analizzare le altre zone?



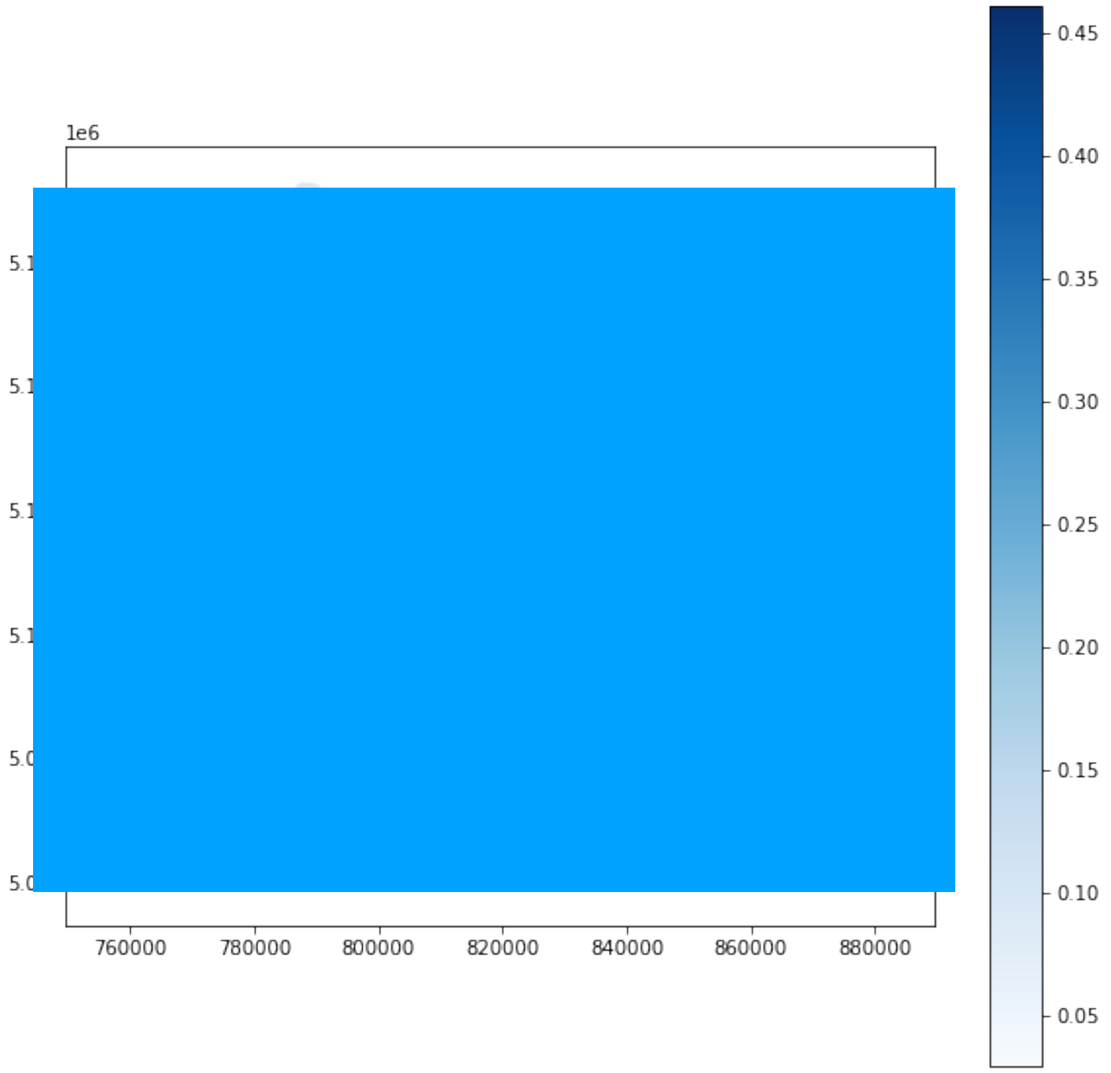
Dove avvengono le emergenze? (ii)

- Anno 2020

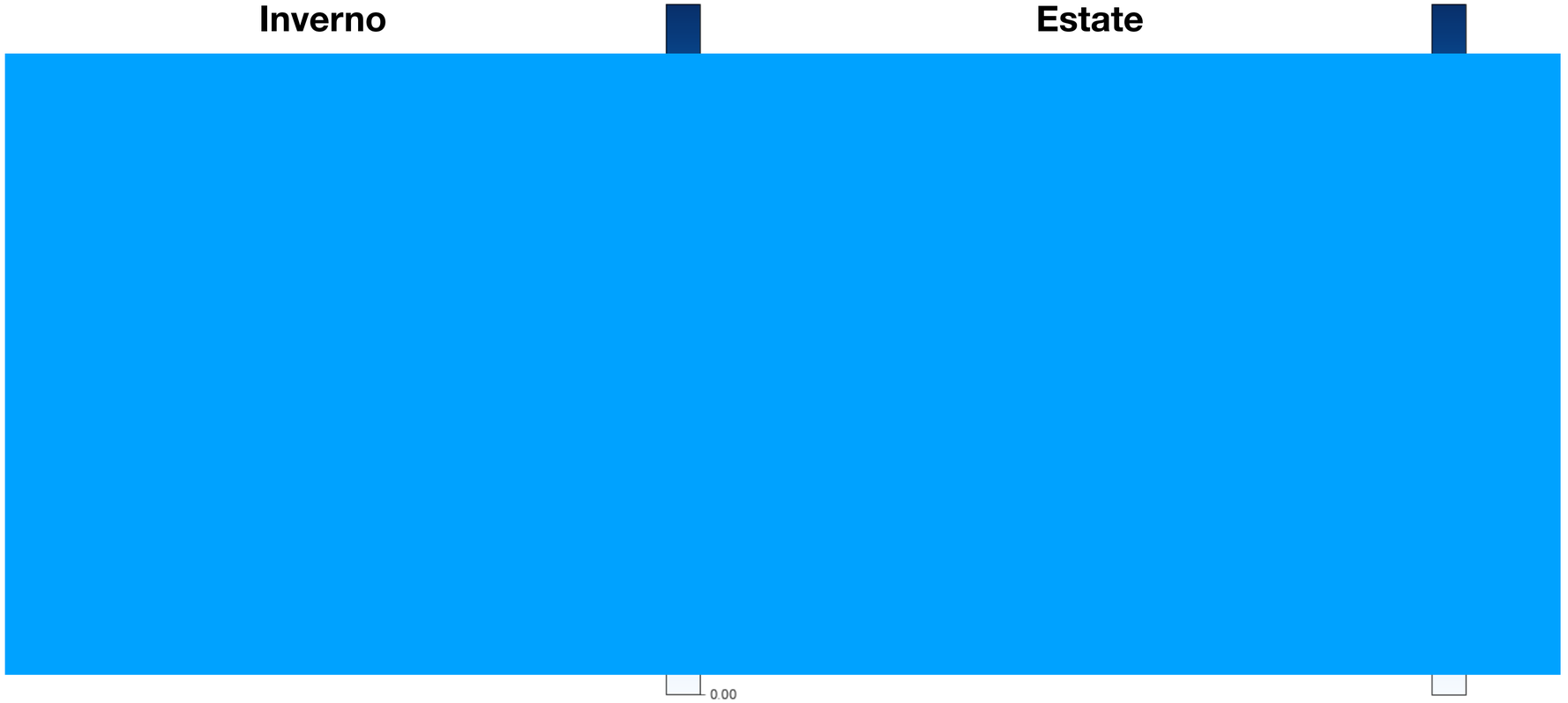
- Per ogni comune consideriamo

$$\textbf{Numero di emergenze pro-capite} = \frac{\textbf{Numero di emergenze}}{\textbf{Popolazione}}$$

➡ Quante emergenze avvengono per ogni abitante (**emergenze pro-capite**)



Ci sono fenomeni stagionali?



Presenze turistiche in FVG nell'anno 2020

Mese	Presenze
Gennaio	**287.491**
Febbraio	**291.500**
Marzo	69.461
Aprile	31.993
Maggio	64.624
Giugno	**296.771**
Luglio	**969.710**
Agosto	**1.653.845**
Settembre	**714.675**
Ottobre	213.440
Novembre	103.145
Dicembre	87.628

Fonte: WebTur, Promoturismo FVG

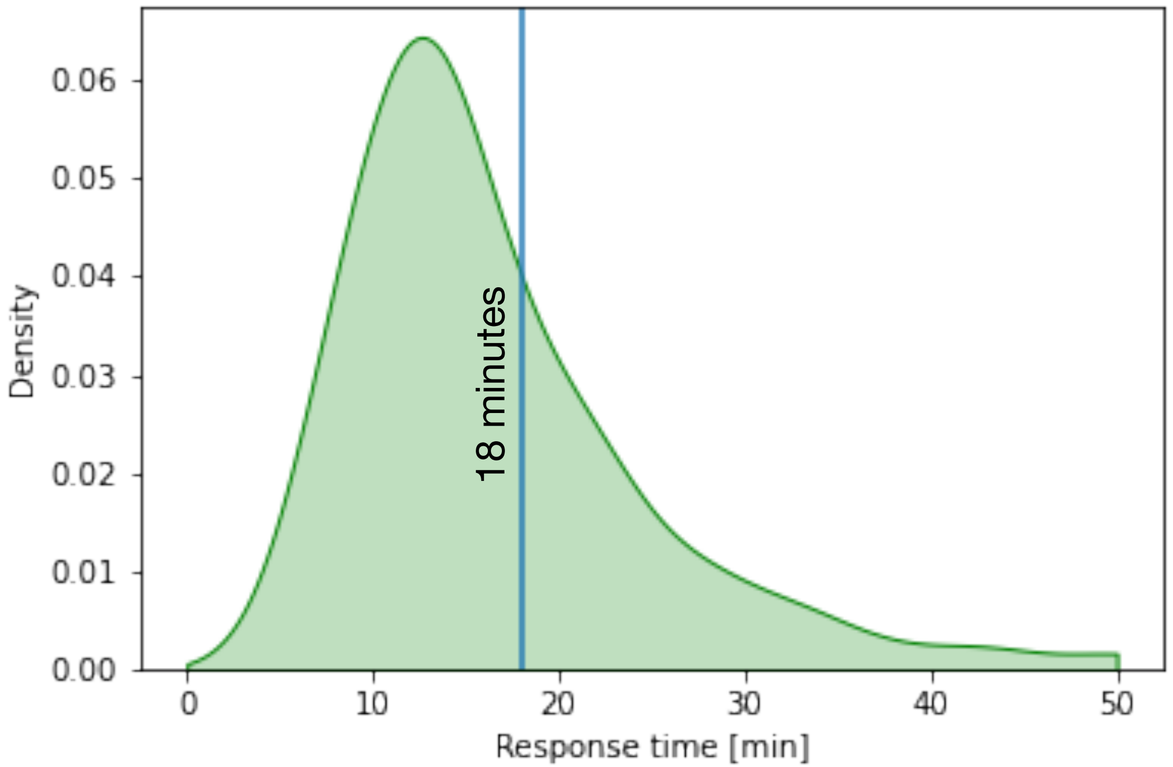
➡ Nelle zone e nei mesi caratterizzate da **flusso turistico**, il numero di emergenze pro-capite è maggiore

Analisi descrittiva di scenari territoriali

- 01/01/2018 al 07/01/2018
- Confronto tra **una grande città** e un **piccolo paese di montagna**

➡Nel paese di montagna le emergenze sono diradate nel tempo

Quali sono i tempi di risposta alle emergenze?



Stratificazione delle emergenze per grado di urgenza

HIGH: Codici neri, rossi e gialli
LOW: Codici bianchi e verdi

- 01/01/2018 al 08/01/2018
- Emergenze di tipo **HIGH**
- La maggior parte delle emergenze viene servita **entro i 18 minuti**
- Presenza di una “coda” oltre i 18 minuti

Il simulatore

Il Simulatore

- Dati analizzati usati per la realizzazione di uno **strumento software** usato per la **valutazione** di:

- **Scenari realistici**
  - Cosa succede se ho una ambulanza in meno a Tolmezzo?
  - Cosa succede se l'ambulanza di Chiusaforte viene spostata a Dogna?
- **Tecniche di dispatching (alternative)**
  - Posso disporre i mezzi a disposizione in modo più efficiente?

I Dati Usati

Informazioni sulla chiamata
Giorno e ora

Informazioni sul luogo
Indirizzo, coordinate geografiche

Informazioni sull’emergenze
Patologia, Codice urgenza, Ambito

Informazioni sul luogo di trasporto
Necessità di trasporto in ospedale, Specifiche sull’ospedale di destinazione, Reparto di ammissione

Informazioni sul mezzo di trasporto
Tipologia di mezzo, luogo di partenza

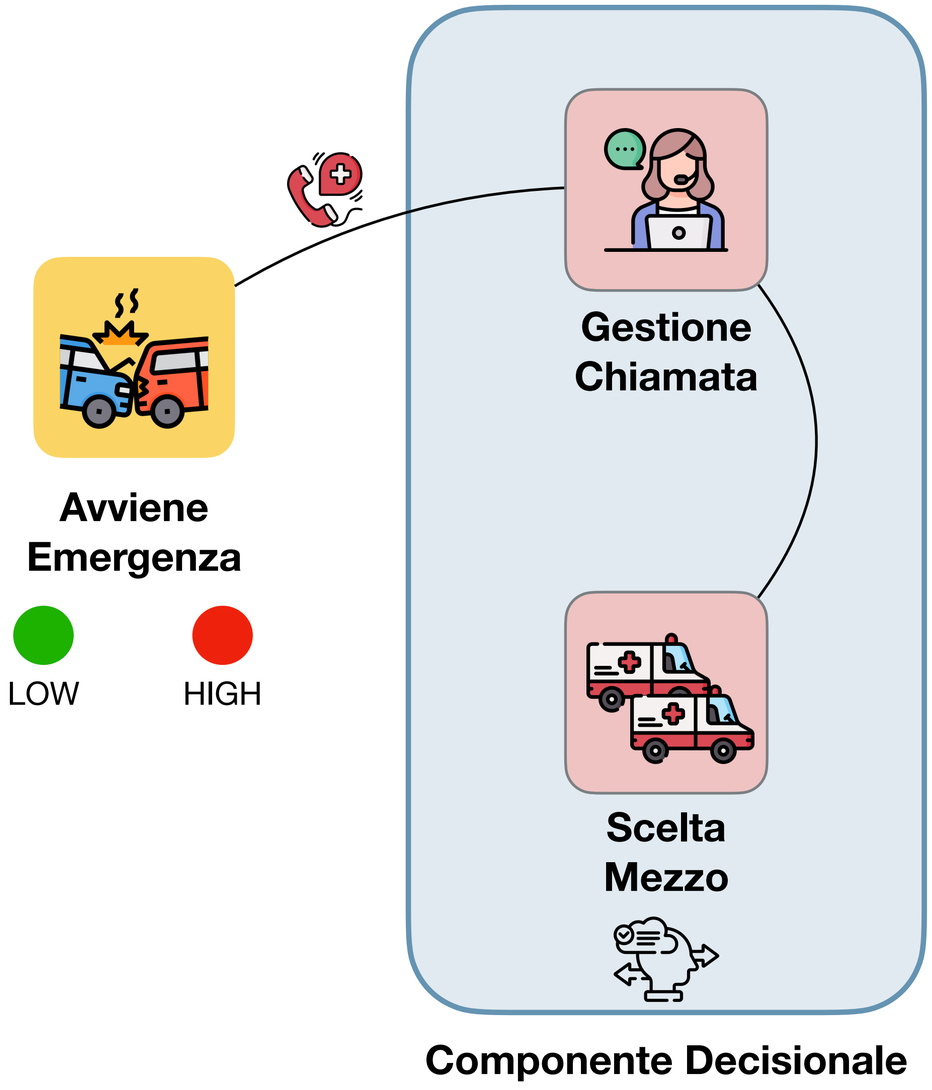
Informazioni sui tempi
Ricezione della chiamata, Invio dei mezzi, Arrivo sul luogo

Come Costruire il Simulatore?

- Mappatura di:
  - Situazione regionale AS-IS
  - Flussi decisionali
  - Entità coinvolte
- Identificazione di elementi necessari per la simulazione dai dati a disposizione

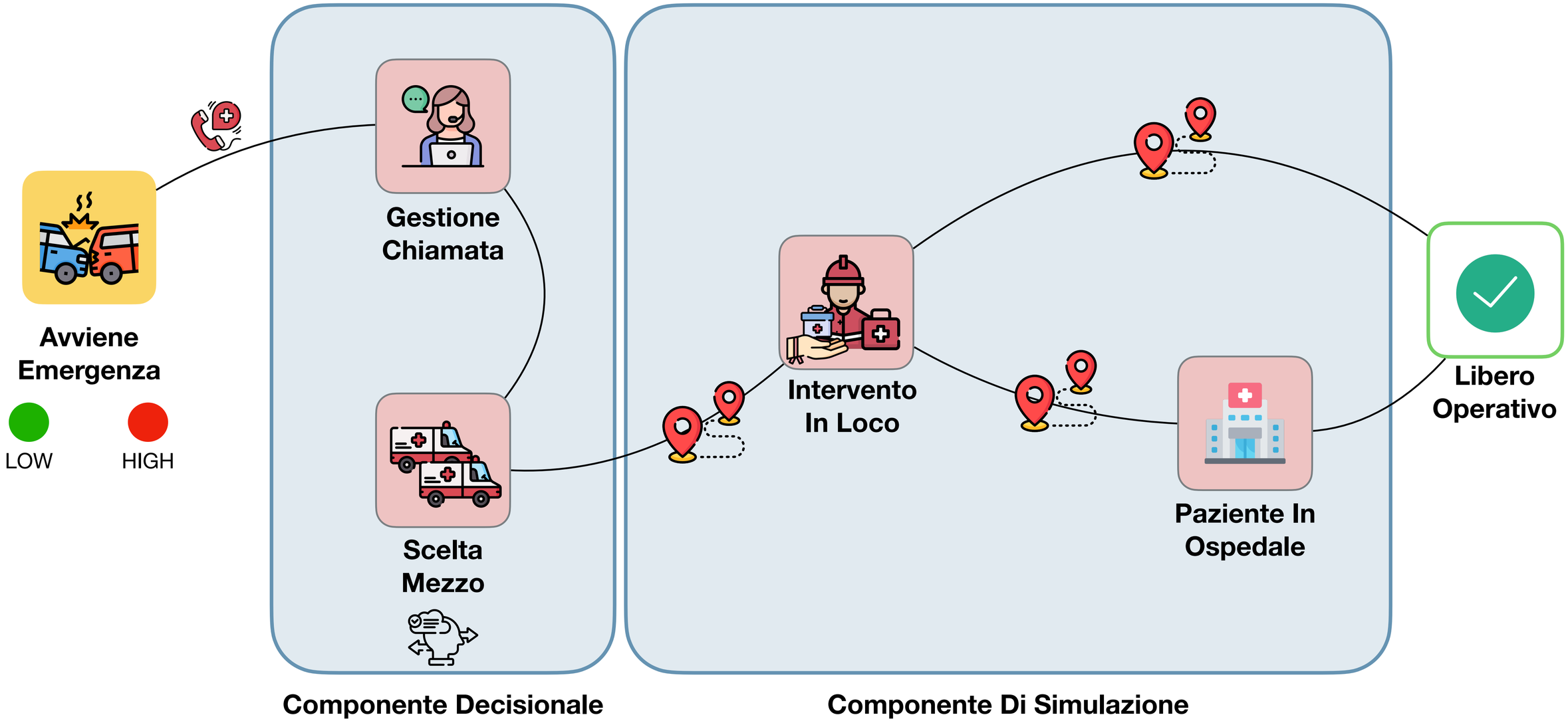
- **Risultato:** realizzazione di un software di simulazione delle emergenze che svolge delle azioni in precisi istanti temporali.

Il Simulatore: Ciclo delle Emergenze

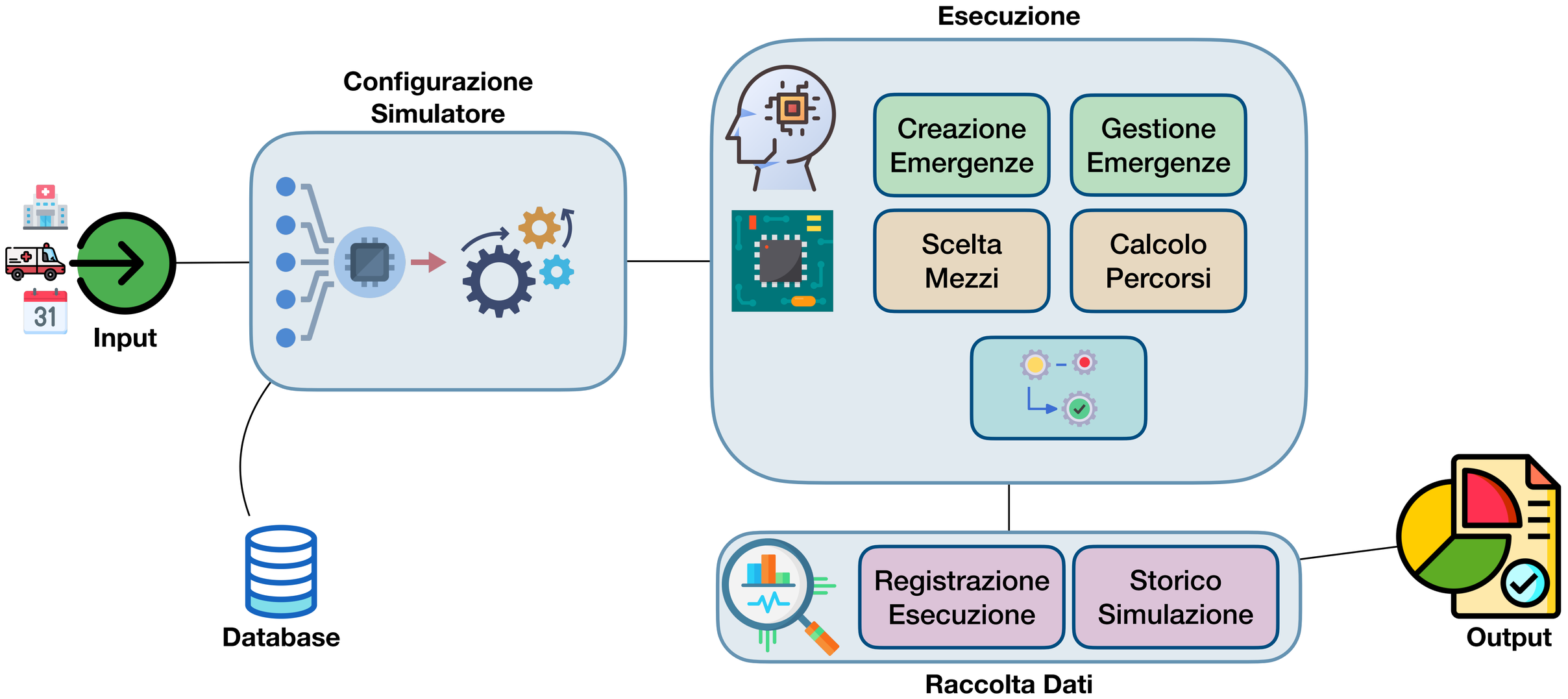


- Simulazione politiche di decisione di SORES
- Necessarie astrazioni
- Idealmente: favorire emergenze HIGH (più urgenti) nella scelta del mezzo nei tempi di servizio

Il Simulatore: Ciclo delle Emergenze



Il Simulatore: Architettura



Visualizzazione Esecuzione

Dati Simulazione | Dati Ambulanze | Dati Ospedali

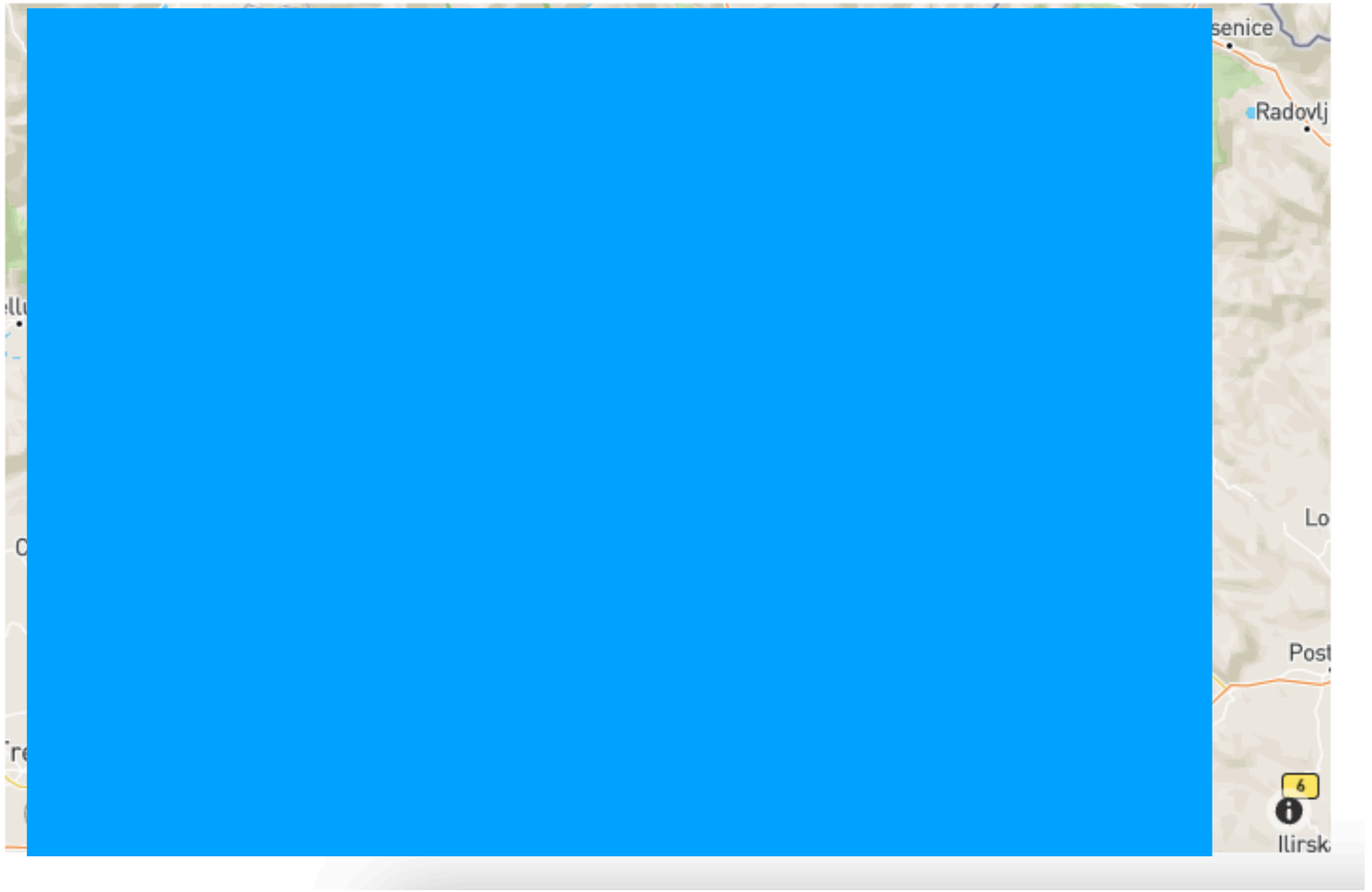
Visualizzazione Emergenze Simulate

Tempo Di Intervento

<= 1 Min | 5 Min | 10 Min | 15 Min | 20 Min | >=25 Min

Filtro Per Priorità

Bassa Priorità | Alta Priorità



Visualizzazione Esecuzione

Dati Simulazione | Dati Ambulanze | Dati Ospedali

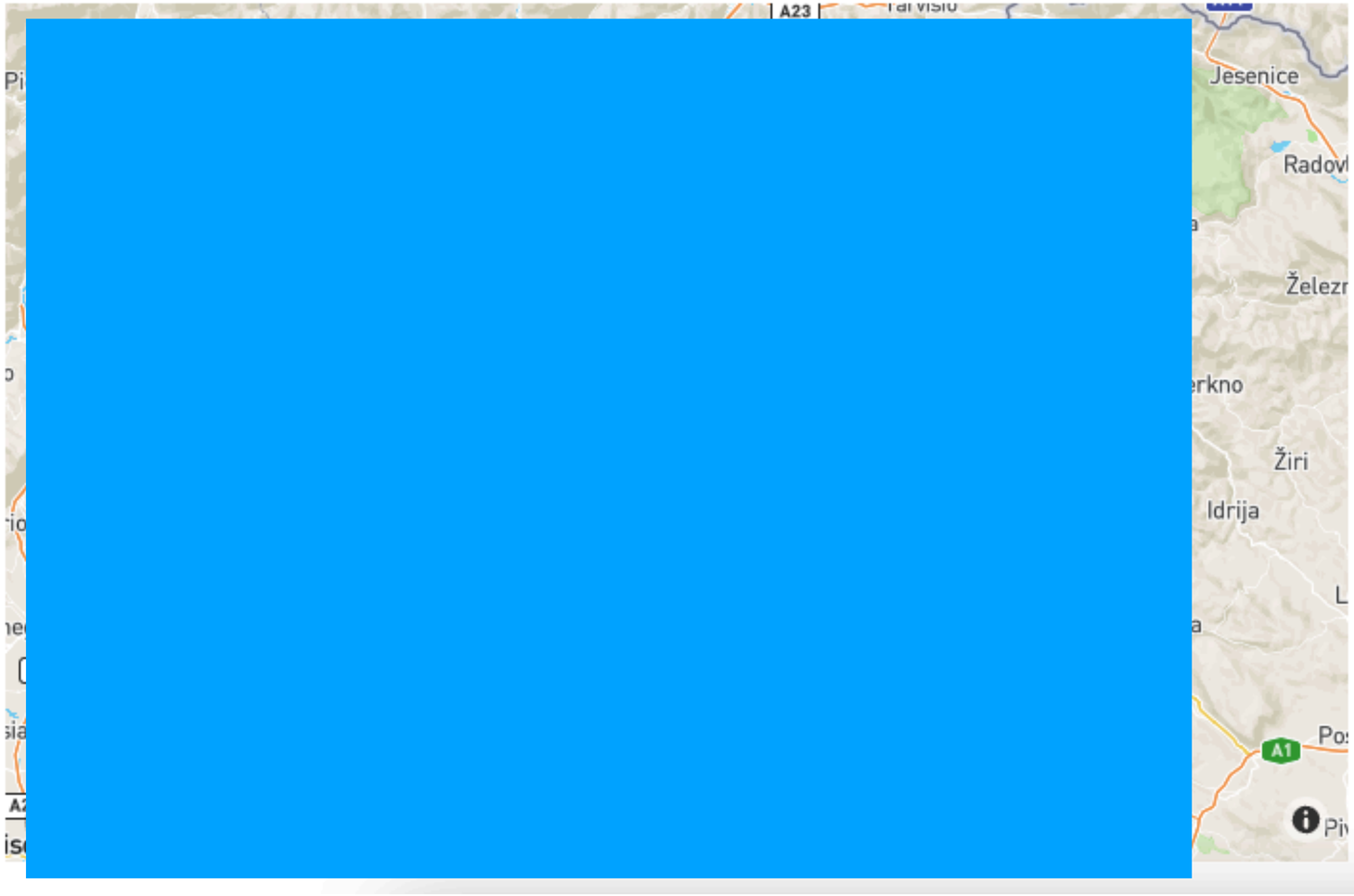
Visualizzazione Emergenze Simulate

Tempo Di Intervento

<= 1 Min | 5 Min | 10 Min | 15 Min | 20 Min | >=25 Min

Filtro Per Priorità

Bassa Priorità | Alta Priorità



Visualizzazione Esecuzione

Dati Simulazione | Dati Ambulanze | Dati Ospedali

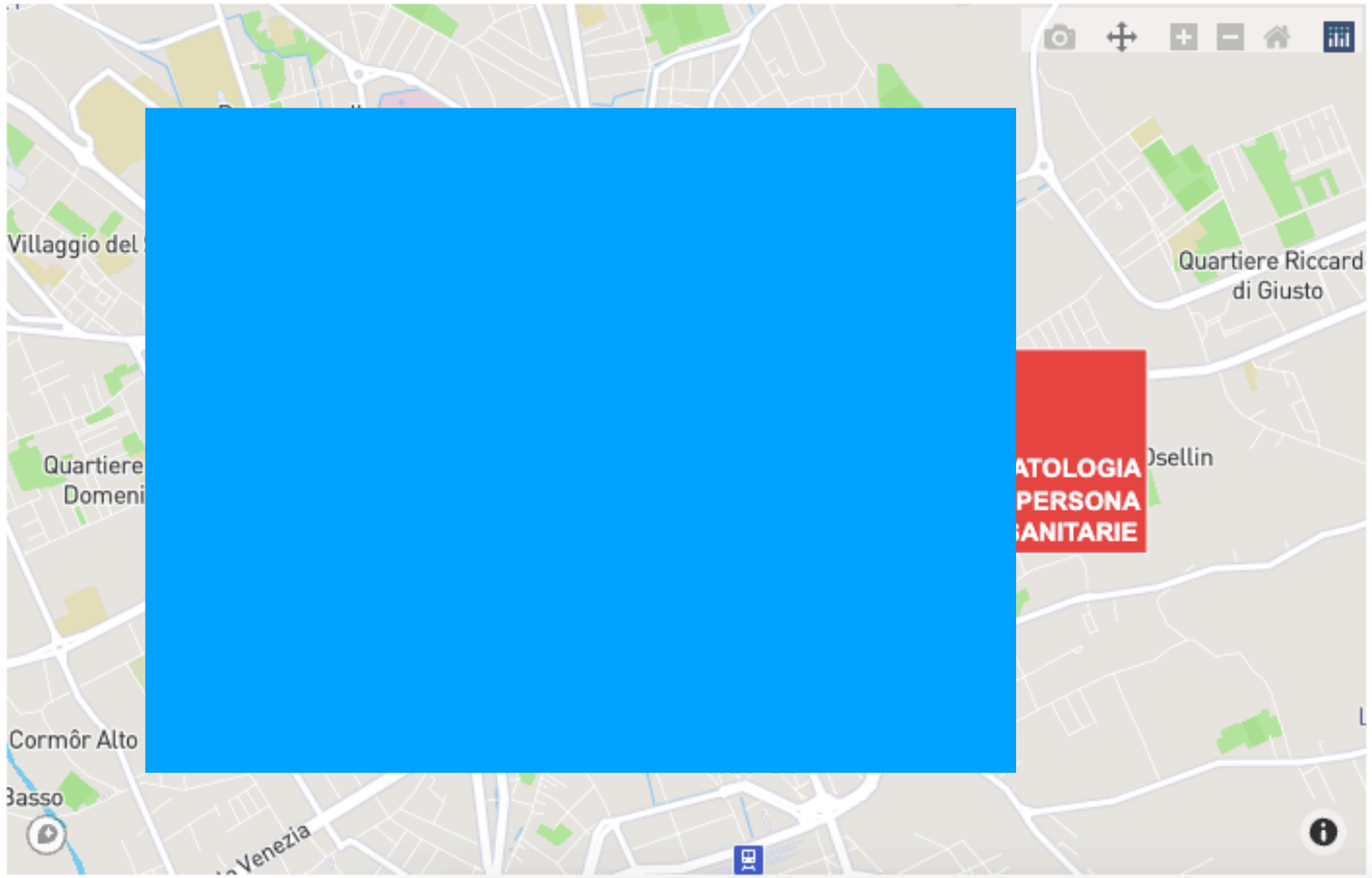
Visualizzazione Emergenze Simulate

Tempo Di Intervento

<= 1 Min | 5 Min | 10 Min | 15 Min | 20 Min | >=25 Min

Filtro Per Priorità

Bassa Priorità | Alta Priorità



Visualizzazione Copertura Mezzi

Visualizzazione Isocrone

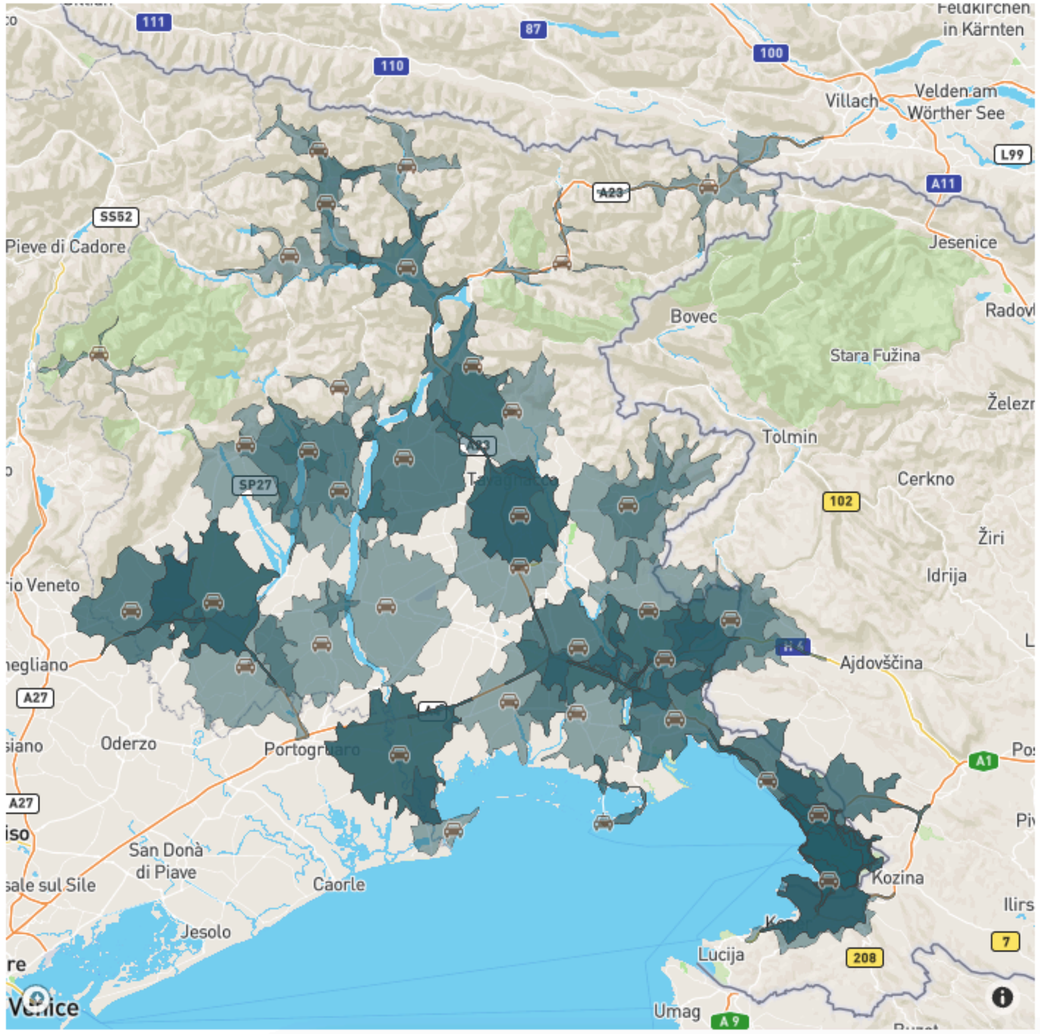
Pannello Di Controllo

Visualizzazione Isocrone

- 5 Minuti
- 10 Minuti
- 15 Minuti

Scelta Ambulanze

× A01 × A02 × A03 × A04
× A05 × A06 × A07 × A08
× A09 × A10 × A11 × A12
× A13 × A14 × A15 × A16
× A17 × A18 × A19 × A20
× A21 × A22 × A23 × A24
× A25 × A26 × A27 × A28
× A29 × A30 × A31 × A32
× A33 × A34 × A35 × A36
× A37 × A38 × A39 × A40
× A41 × A42 × A43 × A44
× A45 × A46 × A47 × A48
× A49 × A50 × A51 × A52
× A53 × A54 × A55 × A56
× A57 × A58 × A59 × A60
× A61 × A62 × A63



L’ottimizzazione

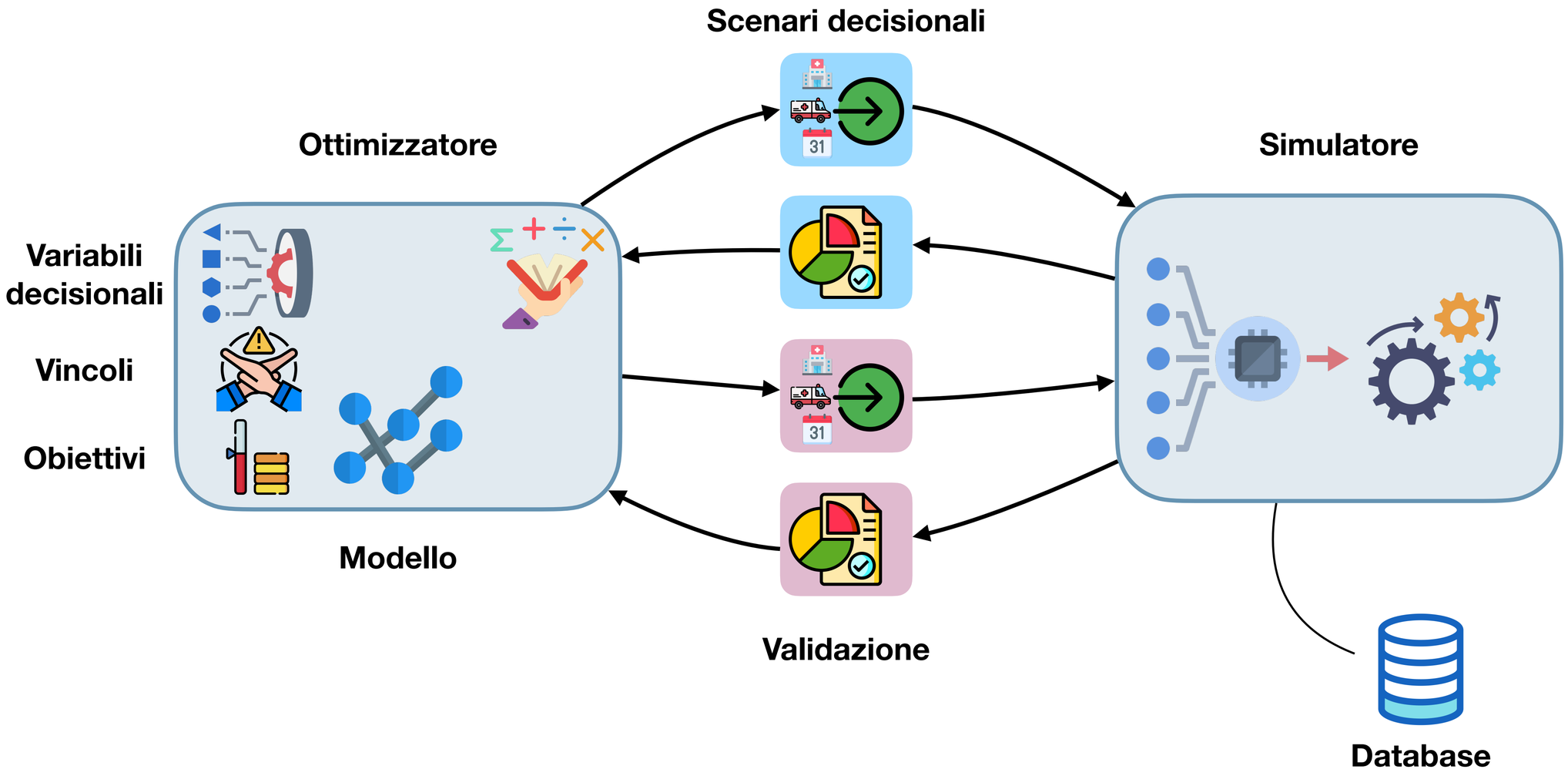
L’ottimizzazione e la modellazione matematica

Modello astratto della situazione reale descritto attraverso una serie di **variabili decisionali** ed espressioni matematiche **(vincoli)**, sulle quali operare al fine di *massimizzare* o *minimizzare* uno o più indicatori **(funzione/i obiettivo)**.

Il modello incorpora gli aspetti della realtà rilevanti ai fini delle decisioni

È necessariamente semplificato, pertanto necessita di una validazione esterna (sul campo / simulata)

Il processo di ottimizzazione / simulazione



Livelli decisionali

L’analisi dei dati e il simulatore ci consentono di stimare l’impatto di queste decisioni

Livello	Tipo di decisione	Strategia	Modello
Strategico	Locazione delle stazioni, dimensionamento della flotta di veicoli, assunzione dei dipendenti		
Tattico	Strategie di gestione della flotta di veicoli, turnazione del personale		
Operativo	Locazione delle ambulanze	Allocazione statica	Single coverage
			Multiple coverage
			Maximal survival
			Equity
		Allocazione dinamica	Real-time/online
			Compliance table/offline
	Invio dell’ambulanza	Veicolo più vicino	
		Rebalancing	

Ottimizzazione del servizio di emergenza regionale

- Dall’analisi dei dati risultano quattro scenari differenti:
  - **Zona montana**: basso numero di emergenze su area sparsa e con tempi di transito potenzialmente elevati
  - **Zona rurale**: medio/basso numero di emergenze con tempi di transito contenuti
  - **Zona urbana**: alto numero di emergenze
  - **Zona (litoranea) turistica**: forte stagionalità
- **Usiamo approcci di allocazione ad hoc in base al tipo di zona**

Ottimizzazione della zona montana

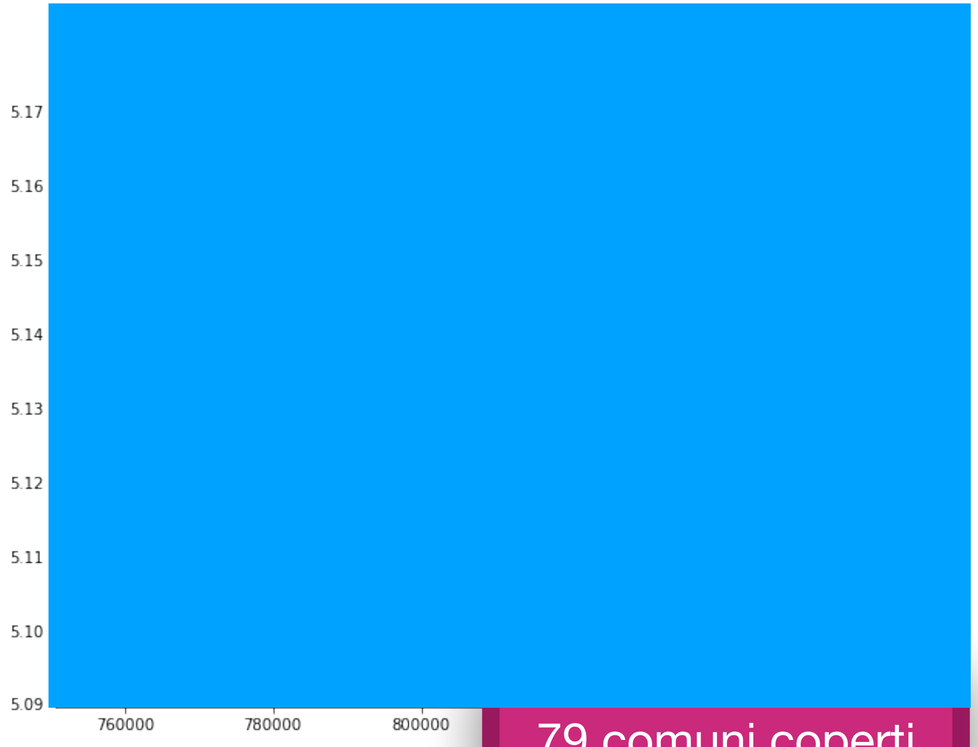
- **Programmazione matematica**
- Obiettivo: **servire il maggior numero di comuni**
  - Un comune è servito quando un’ambulanza si trova entro i tempi standard
- Alcuni vincoli:
  - Utilizzare solo tante ambulanze, quante sono quelle presenti attualmente
  - Ogni comune può essere servito al più da un’ambulanza per tipo nel dato orario

Ottimizzazione della zona montana (ii)

Copertura delle ambulanze attuali entro tempi standard

70 comuni coperti
3.507 kmq

Copertura delle ambulanze ottimizzate entro tempi standard

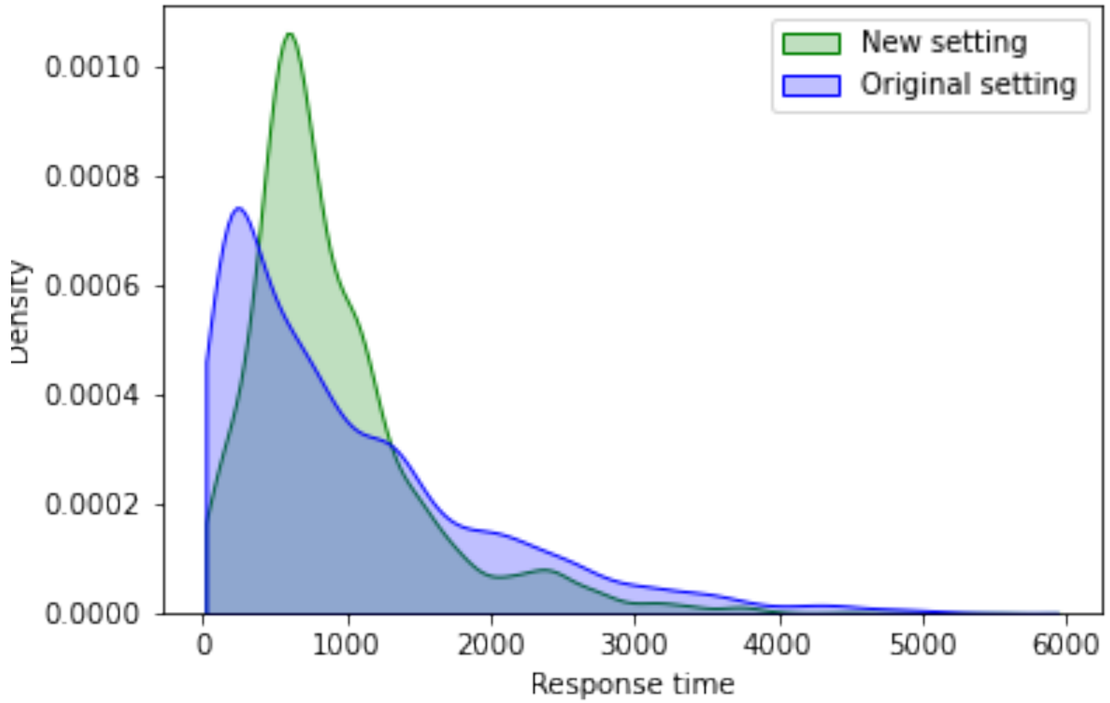


79 comuni coperti
4.161 kmq

Ottimizzazione della zona montana (iii)

Risultati delle simulazioni considerando solo le **emergenze della zona montana,** solo emergenze **HIGH**

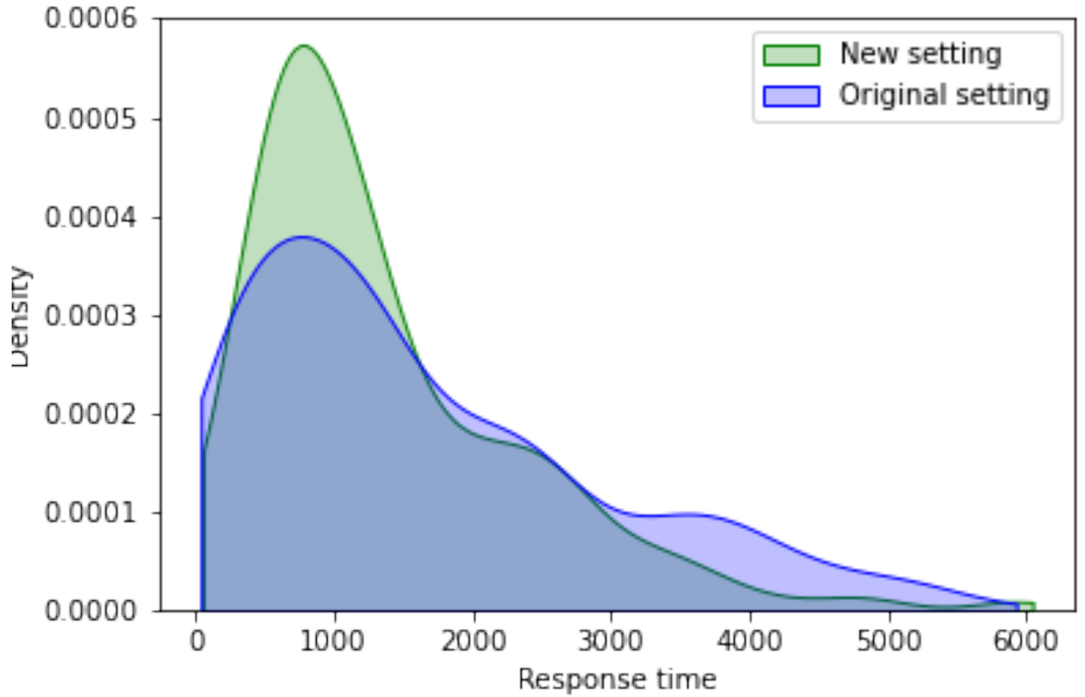
	Locazione attuale	Locazione ottimizzata
Tempo medio di servizio [mm:ss]	16:52	15:11
50° percentile sul tempo di servizio [mm:ss]	11:56	12:06
90° percentile sul tempo di servizio [mm:ss]	39:02	28:22
Arrivi dopo i 18 minuti [%]	36	27



Ottimizzazione della zona montana (iii)

Risultati delle simulazioni considerando le **emergenze della zona montana e dei comuni limitrofi,** solo emergenze **HIGH**

	Locazione attuale	**Locazione ottimizzata**
Tempo medio di servizio [mm:ss]	27:21	22:48
50° percentile sul tempo di servizio [mm:ss]	21:22	17.78
90° percentile sul tempo di servizio [mm:ss]	01:01:39	44:53
Arrivi dopo i 18 minuti [%]	57	49



Ottimizzazione della zona urbana e rurale

- **Algoritmo genetico**
- Consideriamo la locazione delle ambulanze delle cinque città principali e delle automediche come non modificabili
- Cambiamo la locazione delle ambulanze presenti nelle zone rurali
  - Ad ogni iterazione spostiamo le ambulanze
  - Manteniamo dall'iterazione precedente quelle ambulanze che danno un risultato migliore in termini di servizio

Ottimizzazione della zona litoranea

- **Work in progress**

- Allocazione statica dei mezzi, eventuale analisi di scenari alternativi relativamente ai turni

Conclusioni e prossime attività

- **Supporto alle decisioni:**
  - **Data Analysis**: analizzare il funzionamento del sistema e comprendere la natura delle interazioni fra le varie componenti
  - **Simulatore**: riproduzione del funzionamento del sistema anche in scenari modificati
  - **Ottimizzatore**: generazione di scenari alternativi plausibili
- Sistemi in fase di test e di validazione
  - Da raffinare e rendere sempre più aderenti alla realtà modellata

Grazie per l’attenzione
Domande?