

# La simulazione multilivello come strumento di analisi di reti multimodali

New Economic Regulation for Transport in Case of Emergency Events



*Progetto finanziato dall'Unione Europea attraverso il Programma di sostegno alle riforme strutturali e realizzato da CIELI - UniGe in collaborazione con la Commissione Europea*



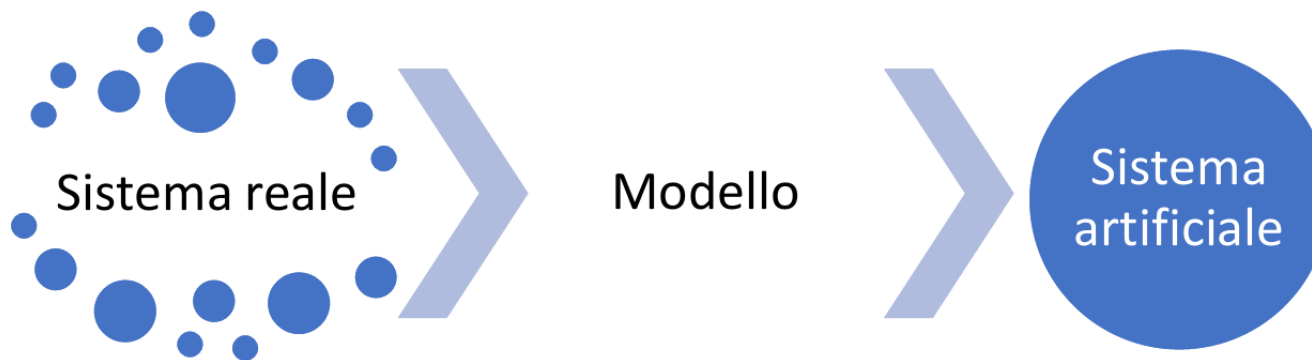
COMUNE DI GENOVA

# Premessa

- Eventi critici, come quello rappresentato dal crollo del Ponte Morandi, possono avere un grave impatto anche su reti molto vaste
- Non tutti gli elementi che compongono una rete hanno il medesimo impatto sulle prestazioni della rete stessa e in genere è possibile riscontrare che alcuni collegamenti sono più critici per il funzionamento della rete rispetto ad altri
- L'**analisi di centralità** è un'analisi di tipo **statico**, che ci permette di capire quali sono gli elementi più critici della rete dal punto di vista topologico e dal punto di vista dell'utilizzo medio dell'infrastruttura
- La **simulazione** ci permette di considerare le prestazioni di una rete attraverso una rappresentazione **dinamica** della stessa, ovvero ci consente di analizzare **come evolve nel tempo** il sistema in esame

# Premessa: cos'è la simulazione

Con il termine **simulazione** si intende l'attività di creare, attraverso opportuni modelli, un **ambiente artificiale** su cui replicare diversi scenari



- Il modello costituisce un'**astrazione della realtà** il cui comportamento viene approssimato per mezzo di assunzioni e di relazioni matematiche o logiche
- La simulazione consente di valutare le prestazioni del sistema a fronte di **eventi imprevedibili**

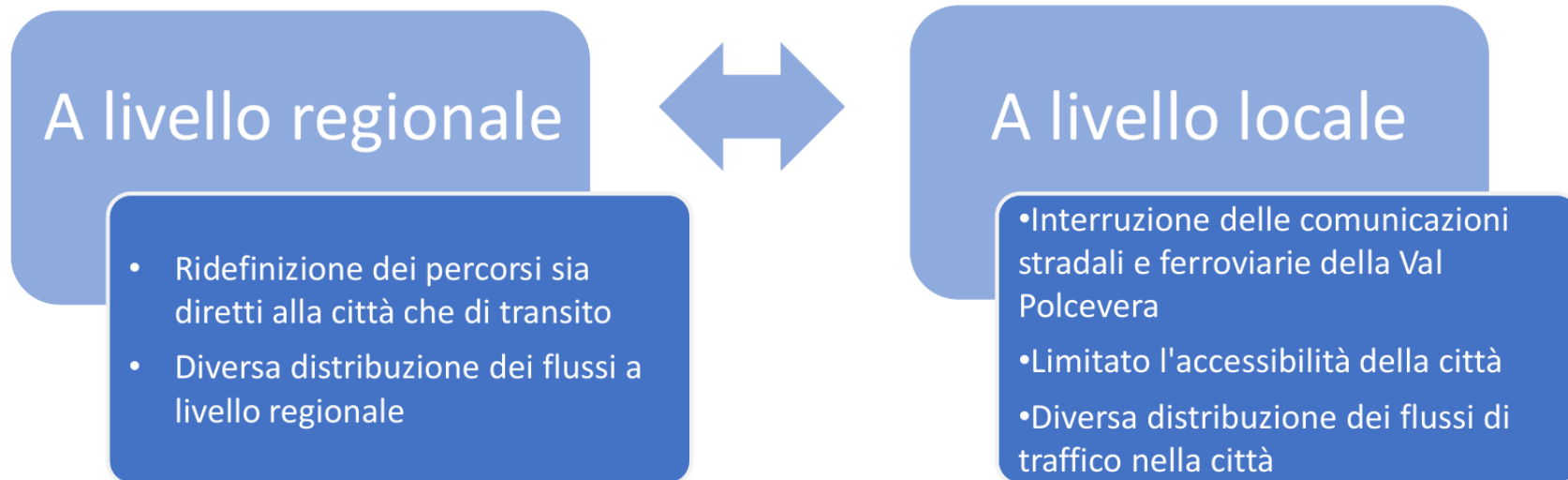
# Obiettivi della simulazione nel progetto

Gli obiettivi di questa fase riguardano lo sviluppo di uno strumento di simulazione che deve poter essere utilizzato al fine di:

- implementare **diversi scenari** in cui viene a mancare una connessione critica della rete (compreso il caso del crollo del ponte Morandi)
- valutare la **ridistribuzione dei flussi** sulla rete sia a livello locale che regionale
- valutare la **variazione dei tempi di percorrenza** sui nuovi percorsi e con nuovi carichi di traffico
- valutare gli effetti dovuti ad una **ridistribuzione dei flussi su più modalità di trasporto**, o a seguito di diverse **azioni di mitigazione**

# Perché un'analisi multilivello

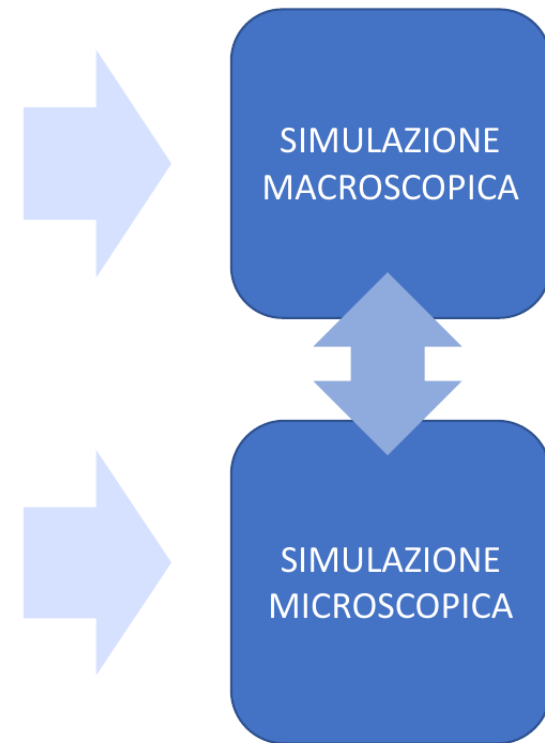
Il crollo del Ponte Morandi ha causato molteplici effetti sia dovuti dal crollo di per sé che dalla rimozione di questa importante connessione dalla rete infrastrutturale:



# Perché un'analisi multilivello

Il comportamento del sistema a **livello regionale** corrisponde ad un livello di simulazione macroscopica il cui obiettivo è di valutare attraverso un modello matematico aggregato come i **flussi si ridistribuiscono sui percorsi** e con quali **tempi di percorrenza** a seguito dell'interruzione di un collegamento e in funzione di diverse **azioni di controllo**

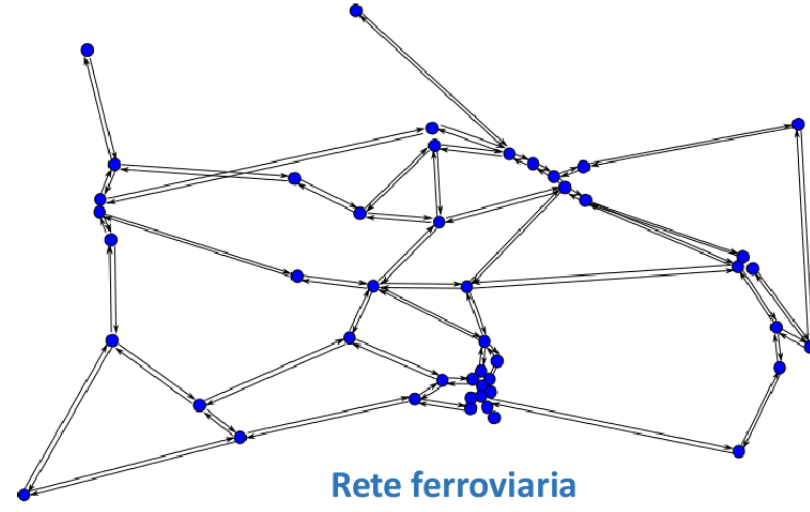
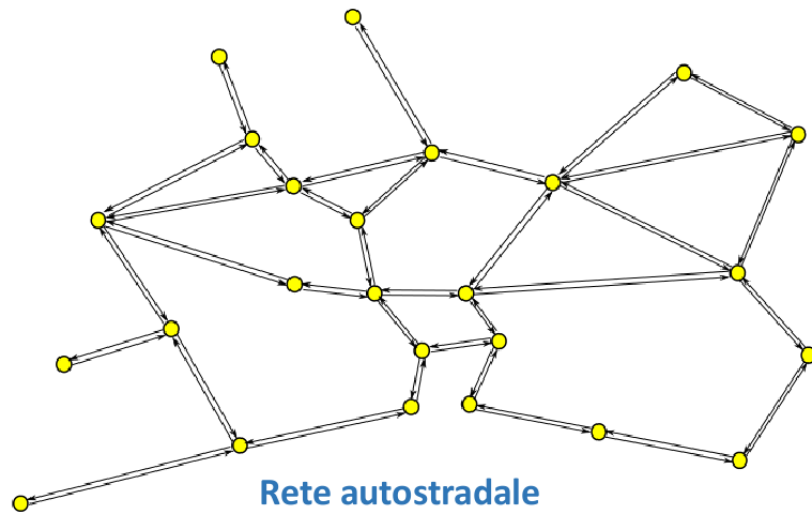
Il comportamento del sistema a **livello locale** corrisponde ad un livello di simulazione microscopica il cui obiettivo è di valutare le prestazioni della **rete di trasporto urbana** anche valutando gli effetti ottenuti dall'implementazione di **diverse azioni di controllo**



# Livello regionale


Per questo livello di simulazione è stato sviluppato un **nuovo modello matematico** con l'obiettivo di rappresentare, a livello macroscopico, il comportamento dinamico di una **rete di trasporto multimodale di grandi dimensioni**, i.e. la rete di trasporto dell'Italia del Nord-Ovest

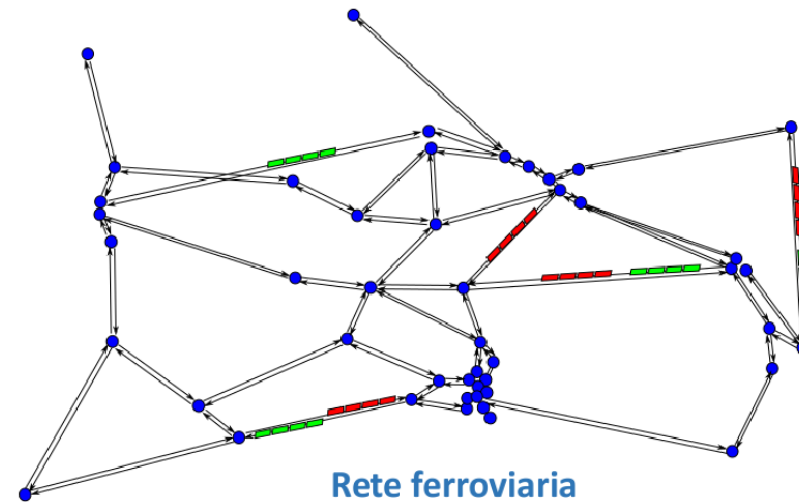
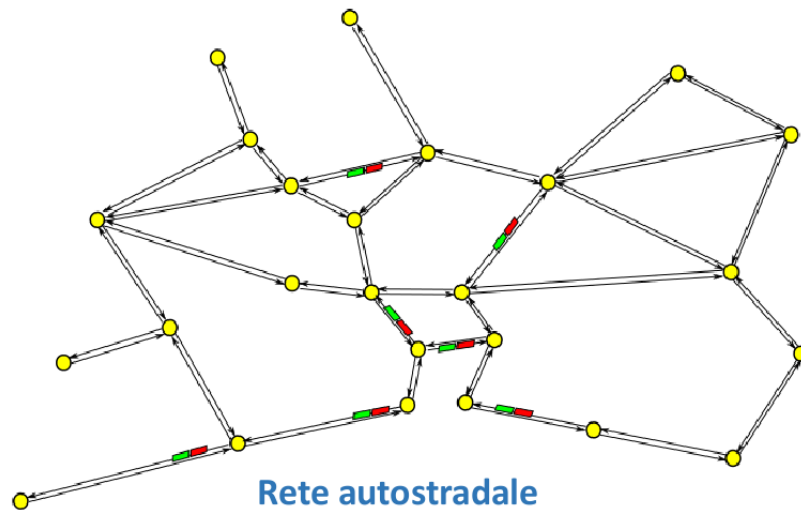
Le modalità di trasporto considerate sono il **trasporto su strada**, rappresentato attraverso la rete autostradale che è la rete stradale a maggiore capacità, e il **trasporto ferroviario**



# Livello regionale

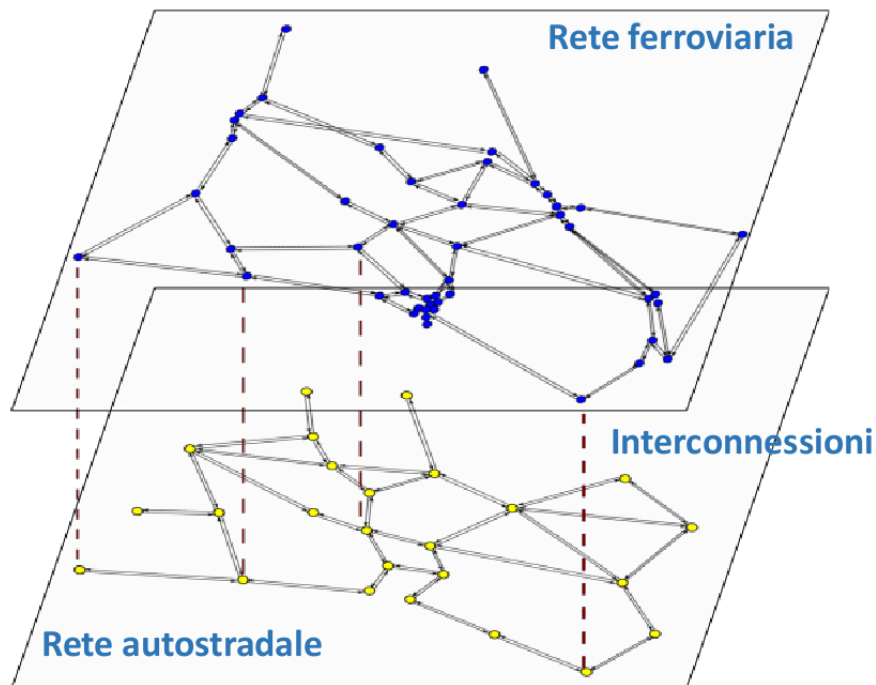
Per entrambe le modalità di trasporto i flussi vengono distinti in **merci** e **passengeri**

 PASSEGGERI  
 MERCI





# Livello regionale

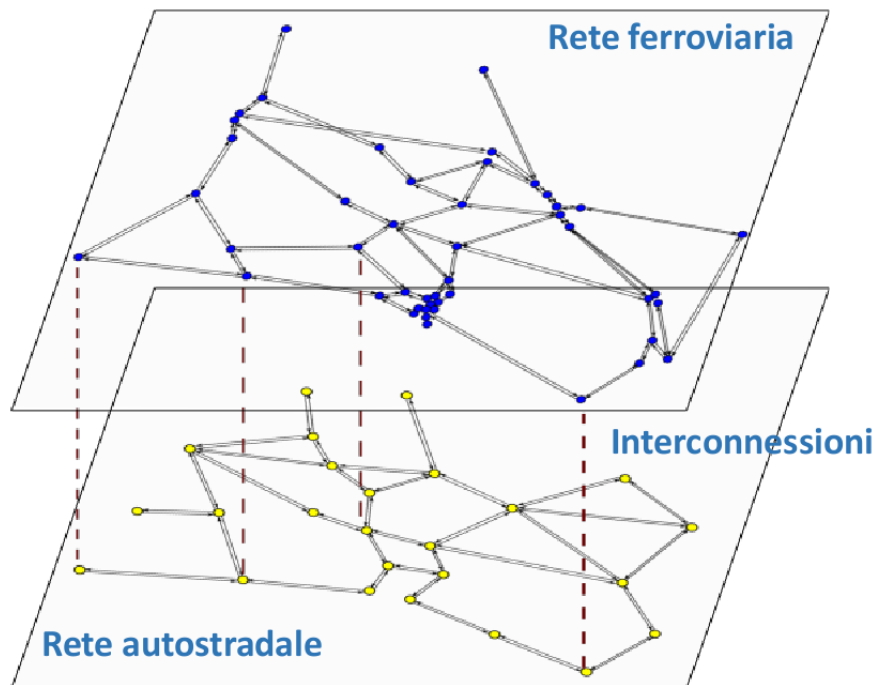


La rete di trasporto multimodale viene rappresentata considerando **un unico grafo** in cui vengono introdotti dei **collegamenti fittizi** che rappresentano le possibili **interconnessioni** tra le due reti.

Sulla base di questo grafo è stato sviluppato un modello:

- macroscopico e deterministico, discreto sia nel tempo che nello spazio
- in cui la dinamica dei flussi viene descritta attraverso delle **equazioni di conservazione**

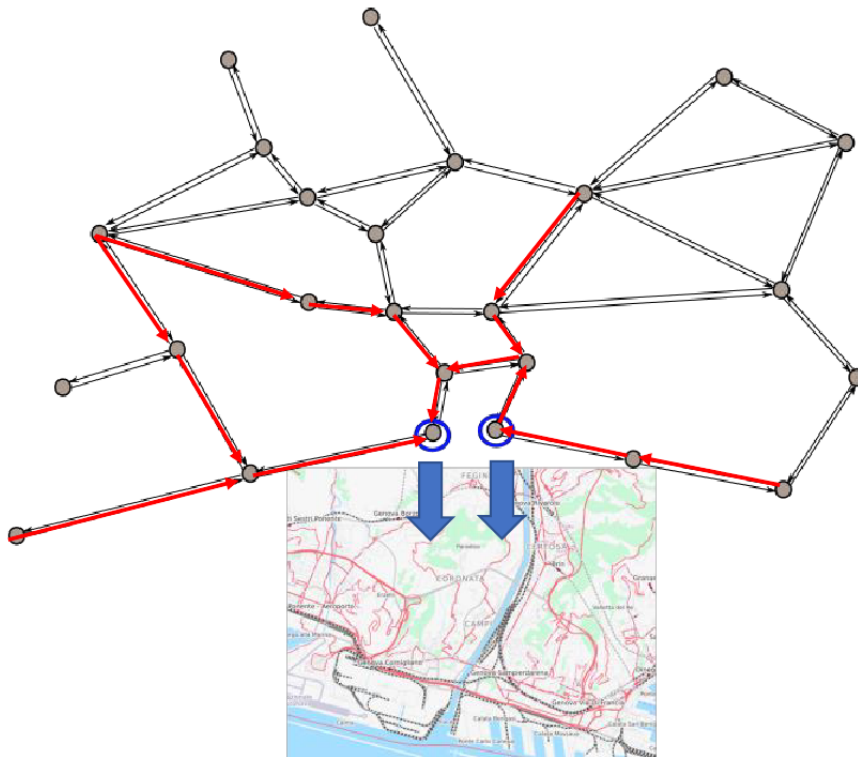
# Livello regionale



Sul modello così formulato è possibile condurre diversi tipi di analisi, tra cui:

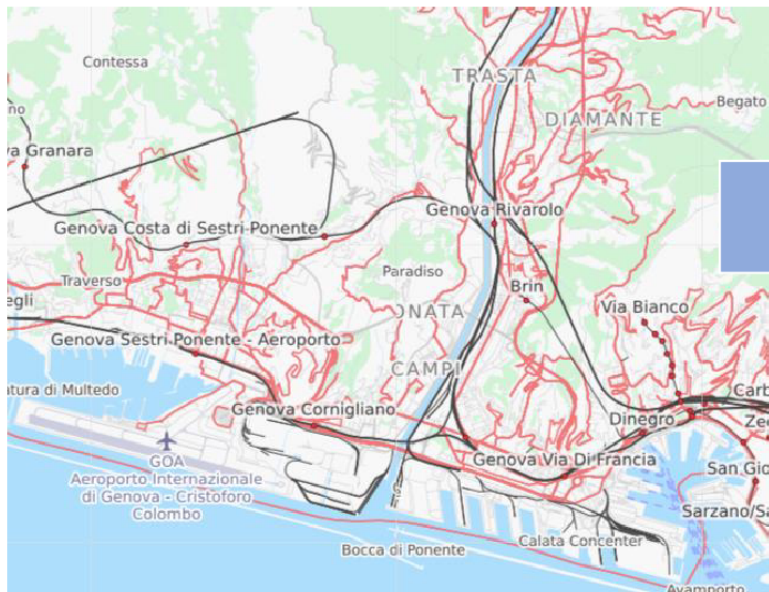
- Individuazione di **percorsi alternativi** nel caso uno degli elementi della rete venga a mancare
- valutazione degli effetti dovuti all'attuazione di **politiche di regolazione**
- variazioni nella **capacità della rete** (ad es. incremento dei treni su una linea ferroviaria)
- variazione nelle **interconnessioni tra le due reti** (ad es. aggiungendo dei nodi di interscambio modale)

# Interconnessione tra livello regionale e livello locale



- Il modello regionale si interfaccia e si integra con lo strumento di **microsimulazione** fornendo la **matrice origine/destinazione** aggiornata a seguito di eventi che modificano l'assetto della rete regionale o ad esempio a seguito di politiche regolatorie definite a livello regionale.
- I dati risultanti dalla macrosimulazione uniti ai dati già esistenti per la città di Genova forniranno l'input del **secondo livello di simulazione**

# Livello locale



A **livello locale**, la porzione della città di Genova maggiormente interessata dagli effetti causati dal crollo del ponte Morandi verrà rappresentata in **Aimsun**, uno strumento di **microsimulazione del traffico** attraverso il quale sarà possibile testare diverse azioni di **regolamentazione del traffico**

# Conclusioni

- La simulazione viene effettuata su **due livelli** a cui corrispondono **scale spaziali** e **temporali diverse** e che richiedono di conseguenza lo sviluppo o l'utilizzo di strumenti adeguati al livello di dettaglio che si vuole analizzare
- Lo strumento di simulazione a livello regionale è particolarmente **innovativo** perché consente di analizzare il comportamento di una rete multimodale di dimensioni molto vaste
- Lo scopo è quello di produrre uno **strumento a supporto delle decisioni** che le autorità competenti sono chiamate compiere e a valutare nella gestione di scenari complessi