

# EFFETTI DOMINO SU INFRASTRUTTURE DI TRASPORTO

- 2 dicembre 2015 -

**Ing. Massimiliano De Ambroggi, PhD** – Astir s.r.l.

Prof. Paolo Trucco, PhD – Politecnico di Milano

Ing. Giovanni Gemmani – Astir s.r.l.



# Agenda

- Definizione e tipologie di Infrastrutture Critiche
- Caratteristiche delle IC
- Resilienza delle IC in Regione Lombardia: il Protocollo di Intesa
- Simulazione di interdipendenza delle IC (DMCI)
- Analisi delle IC regionali e integrazione con il PRIM
- Conclusioni

# Definizione e tipologie di IC

MILANOTODAY - 15 novembre 2014 -

**Prima il Seveso, intorno alle 13.40 di sabato 15, poco dopo il Lambro**, hanno "invaso" le strade e i parchi. Una novantina di pattuglie della polizia locale, oltre a vigili del fuoco e protezione civile, ma anche Amsa e MM, hanno lavorato tutta la notte per limitare al massimo i disagi. Problemi anche a Nord Milano e a **Monza**.



**Diverse aree cittadine sono rimaste senza corrente elettrica**, al Gallaratese anche per più di dieci ore, ma soprattutto nella zona di Niguarda, Ca' Granda e viale Fulvio Testi, la più colpita dall'esondazione del Seveso. I tecnici di A2A, anche domenica mattina, sono al lavoro per ripristinare le situazioni più critiche.

**Non si contano le cantine allagate**. Il numero di emergenza del 118 ha subito un **black out dalle 2 alle 8 di notte**, a causa del guasto alla centrale Telecom di Niguarda.

**Chiuse a lungo diverse stazioni della metropolitana**. Allagamento nella tratta M2 tra Famagosta e Assago Forum. Problemi alla stazione di Garibaldi dove è **piovuto all'interno**. Domenica mattina la circolazione delle metropolitane è **ancora sospesa in alcuni punti**, come la M3 tra Centrale e Maciachini (bus navetta) o la M2 tra Garibaldi e Centrale (treno navetta). **Anche l'A8 è stata chiusa** fino a domenica mattina in due tratti.

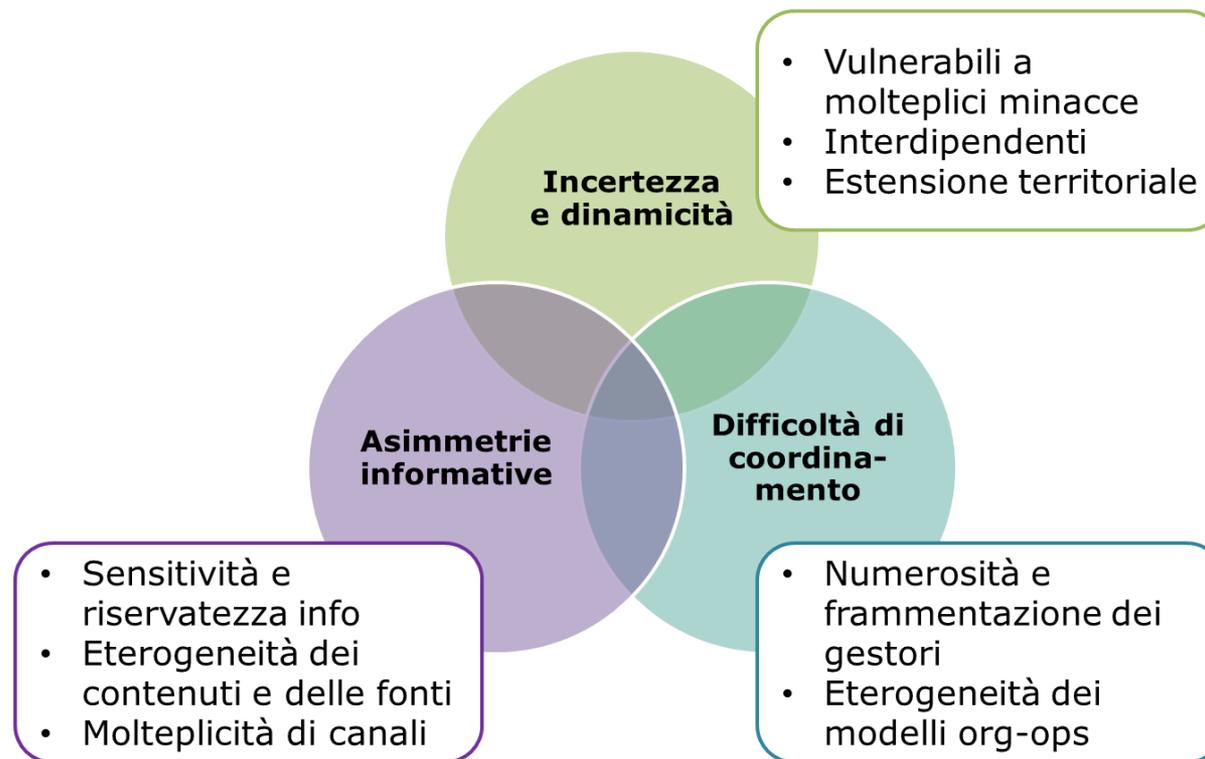


# Caratteristiche delle IC

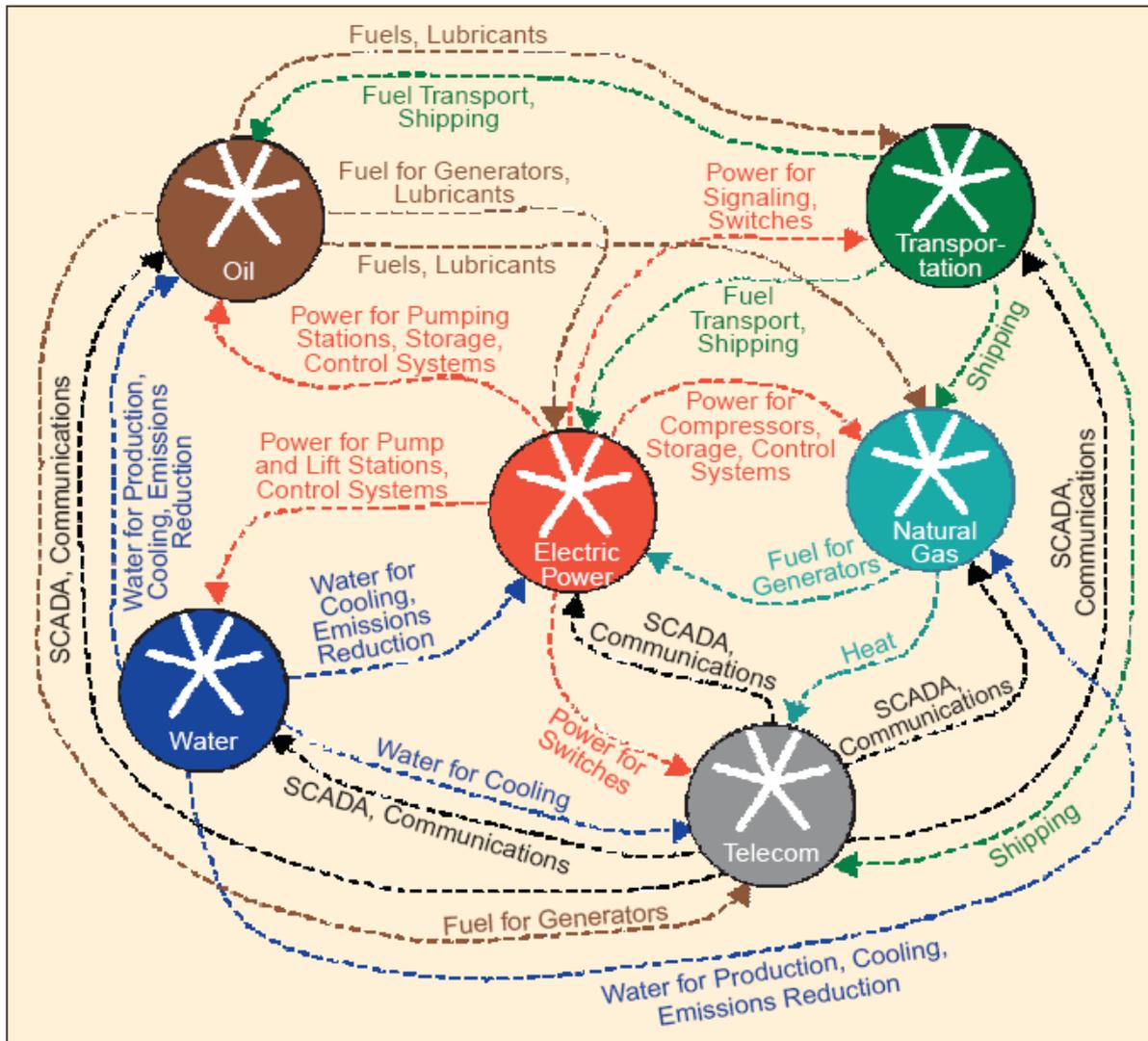
Il termine «**infrastruttura critica**» denota un elemento, un sistema o parte di questo, essenziale per il mantenimento delle **funzioni vitali della società**, della **salute**, della **sicurezza** e del **benessere economico e sociale** dei cittadini ed il cui danneggiamento o la cui distruzione avrebbe un impatto significativo in uno Stato membro a causa dell'impossibilità di mantenere tali funzioni.

(Direttiva 2008/114/CE)

## Caratteristiche chiave



# Le interdipendenze tra IC



Legami tra le infrastrutture critiche che erogano energia elettrica, acqua potabile, gas, carburanti, telecomunicazioni, trasporti. (Rinaldi, et al., 2001)

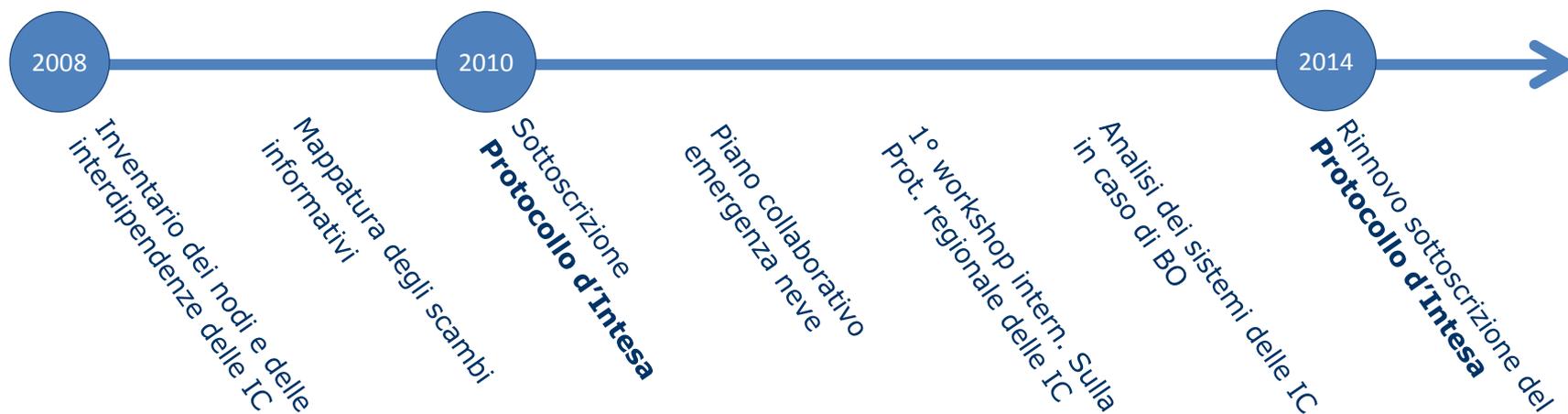
# Tipologie di interdipendenze tra IC

Si identificano in generale quattro tipologie di interdipendenze (Rinaldi, 2001):

- interdipendenza **funzionale**
- interdipendenza **informativa (o cyber)**
- interdipendenza **di prossimità**
- interdipendenza **logica**



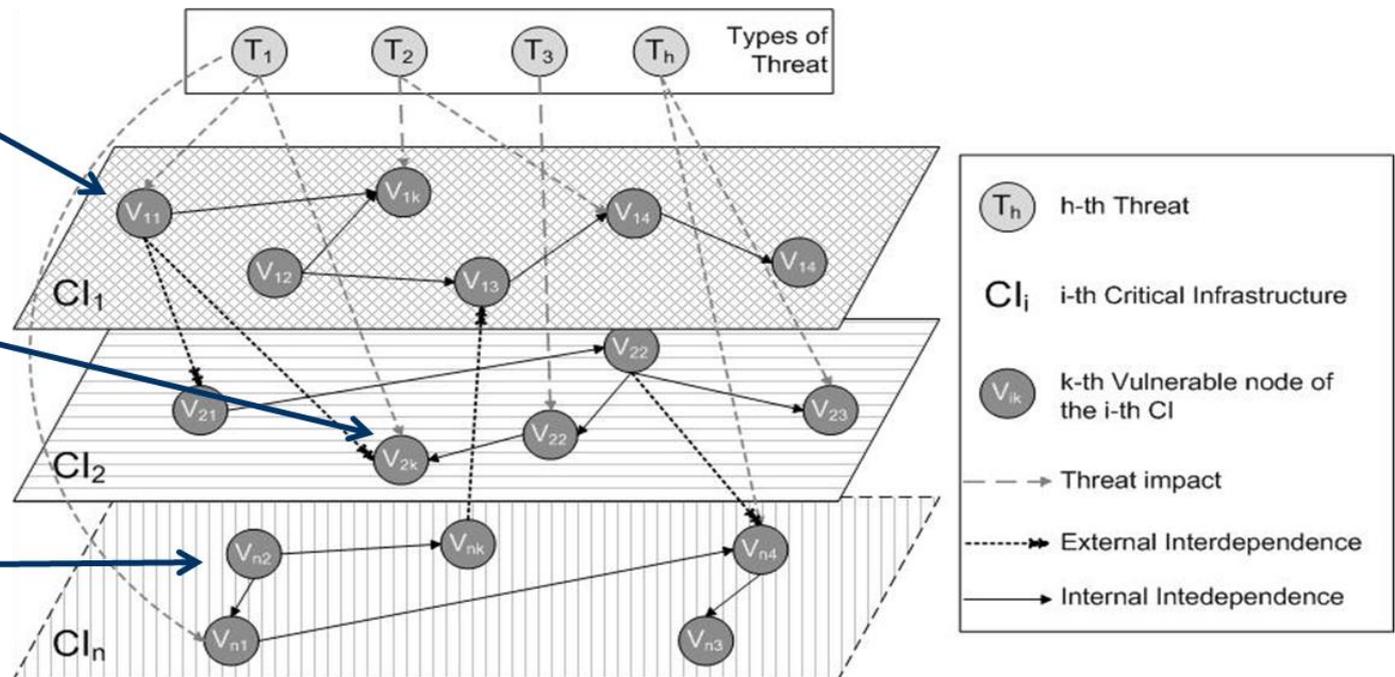
# Protocollo di Intesa tra Regione Lombardia e soggetti gestori



Regione Lombardia  
5 Gestori IC settore Energia  
11 Gestori IC settore Trasporti

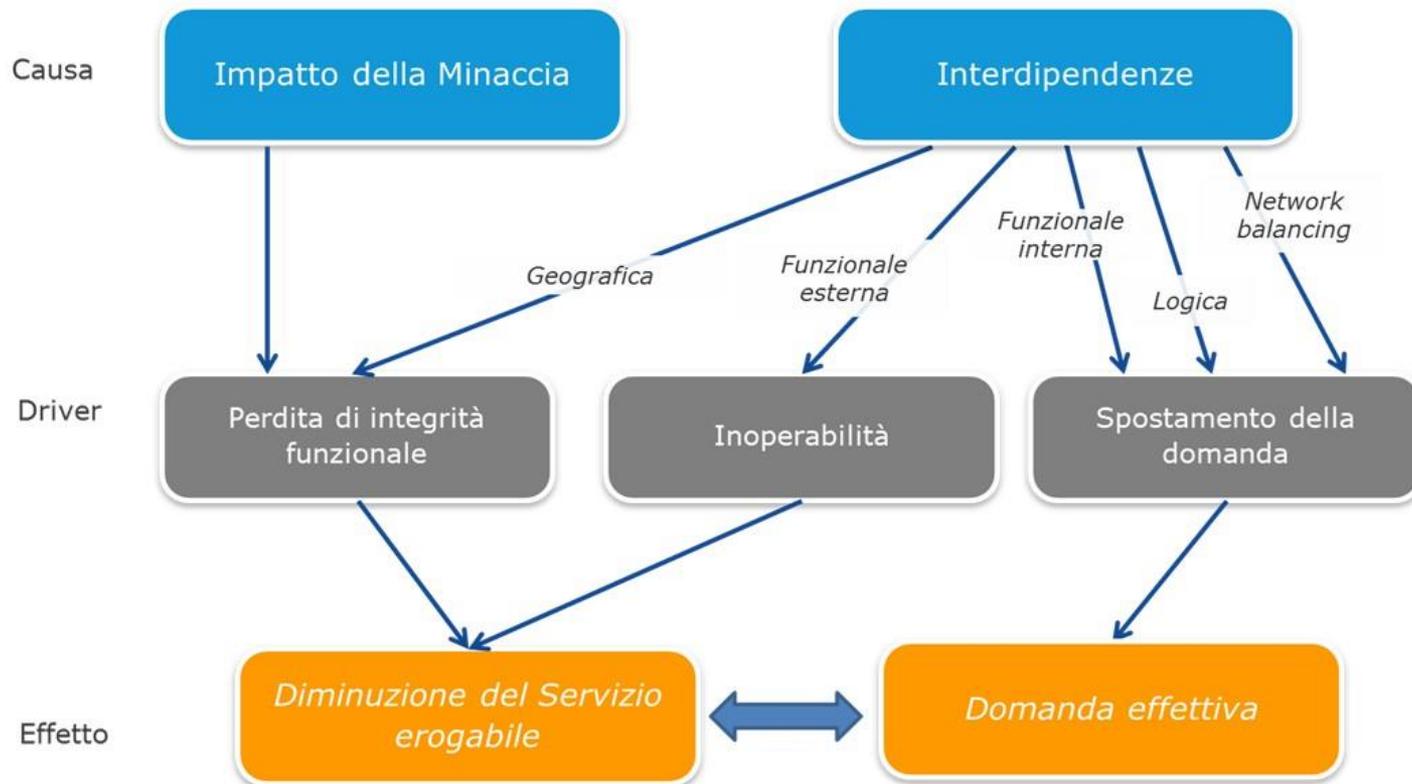
# Simulatore DMCI

## Dynamic Functional Modelling of vulnerability and interoperability of CI (Trucco et al., 2012)



# Simulatore DMCI

## Dynamic Functional Modelling of vulnerability and interoperability of CI (Trucco et al., 2012)



# Simulatore DMCI - GUI

The screenshot displays the DMCI (Security Technology Assessment Unit) GUI. The interface includes a browser window at the top with the URL localhost/dmci/. The main area features a map of Northern Italy with a network of nodes and edges overlaid. The network nodes are represented by blue dots with numerical labels, and the edges are blue lines connecting these nodes. The map is surrounded by various toolbars and panels:

- Left Panel:** A 'No layer selected' panel with a tree view showing 'All Layers', 'Background Maps', and 'Networks for Analysis'. The 'Networks for Analysis' section includes 'Polygons\_threat', 'Lines\_threat', 'Points\_threat', 'Polygons', 'Lines', and 'Points'. Below this is a 'Network editor' panel with 'Editor nodes', 'Editor threats', and 'Manage interdependencies' options.
- Right Panel:** An 'Interdependencies Modeller' panel with a 'New project' section (input field for 'New name', 'Create project' button) and an 'Open Projects' section (dropdown menu showing 'demo', 'Delete project' button, 'Import project' button). Below these are three expandable sections: 'Manage project', 'Simulation environment', and 'Report and data result'.
- Top Bar:** Displays 'USER: demo' and 'PROJECT: demo'.
- Header:** Features the 'Security Technology Assessment Unit STAnet' logo and the 'DMCI' logo.



JOINT RESEARCH CENTRE

The European Commission's in-house science service



Regione Lombardia

# Simulatore DMCI - GUI

The screenshot displays the DMCI (Security Technology Assessment Unit S7Anet) GUI. The interface includes a browser window at the top with the URL `localhost/dmci/`. The main area features a map of Milan with a network overlay. A red line highlights a specific node on the network. The 'Vulnerable node attributes' panel is open, showing details for Node ID 147, including its description, geometry type (Lines), CI Type (Transport), maximum capacity (16000), integrity modulation (0,0,0.5,1), initial integrity (1), and initial inoperability (0). The 'Interdependencies Modeller' panel is also visible, showing options to create, delete, or import projects, and simulation parameters such as simulation step (0.01), minimum time (0), and maximum time (23).



JOINT RESEARCH CENTRE  
The European Commission's in-house science service



# Simulatore DMCI - GUI

The screenshot displays the DMCI (Security Technology Assessment Unit) GUI. The interface includes a browser window at the top with the URL `localhost/dmci/`. The main area features a map of the Milan region with various nodes and connections. A 'Feature attributes' dialog box is open, showing the following details for a selected threat:

- Threat ID: 1 (Integer Value)
- Threat description: (text)
- Geometry type: Points\_threat
- Threat signal block: (color selection)
- Threat modulation: 0
- Impacted nodes: 208,209

Buttons for 'Reload Data' and 'Delete threat' are visible below the dialog. On the right, the 'Interdependencies Modeller' panel contains controls for project management and simulation:

- New project: New name (input field), Create project (button)
- Open Projects: demo (dropdown), Delete project (button), Import project (button)
- Simulation environment: Simulation step: 0.01, Minimum time(h): 0, Maximum time(h): 23, Check model parameters (button), Run model (button)

Other panels include 'All Layers' (with options for Polygons\_threat, Lines\_threat, Points\_threat, Polygons, Lines, Points) and 'Network editor' (with Editor nodes, Editor threats, and Manage interdependencies).

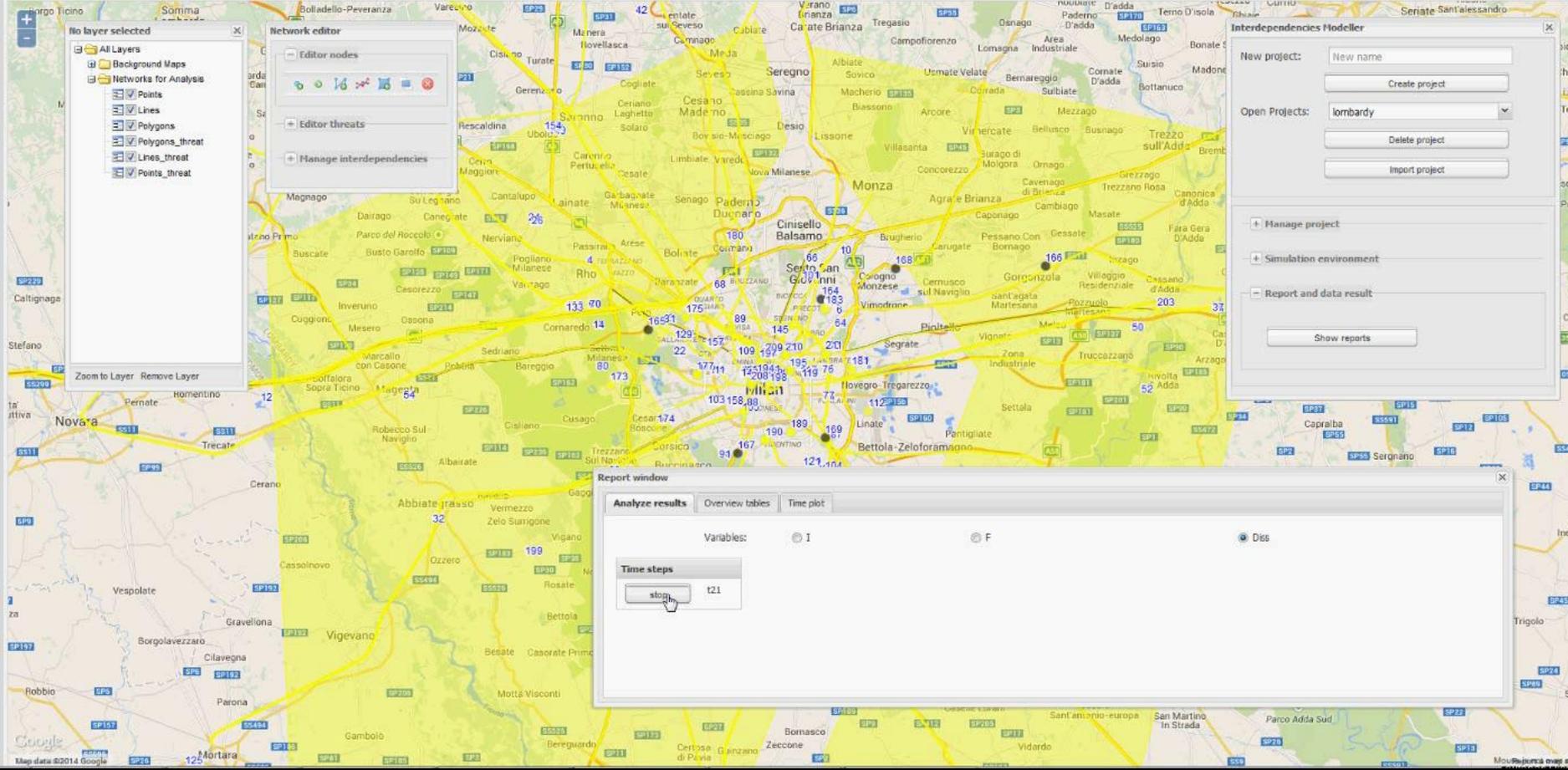


JOINT RESEARCH CENTRE  
The European Commission's in-house science service





USER: galto PROJECT: lombardy



No layer selected

- All Layers
- Background Maps
- Networks for Analysis
  - Points
  - Lines
  - Polygons
  - Polygons\_threat
  - Lines\_threat
  - Points\_threat

Zoom to Layer Remove Layer

Network editor

Editor nodes

Editor threats

Manage interdependencies

Interdependencies Modeller

New project:

Create project

Open Projects: lombardy

Delete project

Import project

Manage project

Simulation environment

Report and data result

Show reports

Report window

Analyze results Overview tables Time plot

Variables: I F Dis

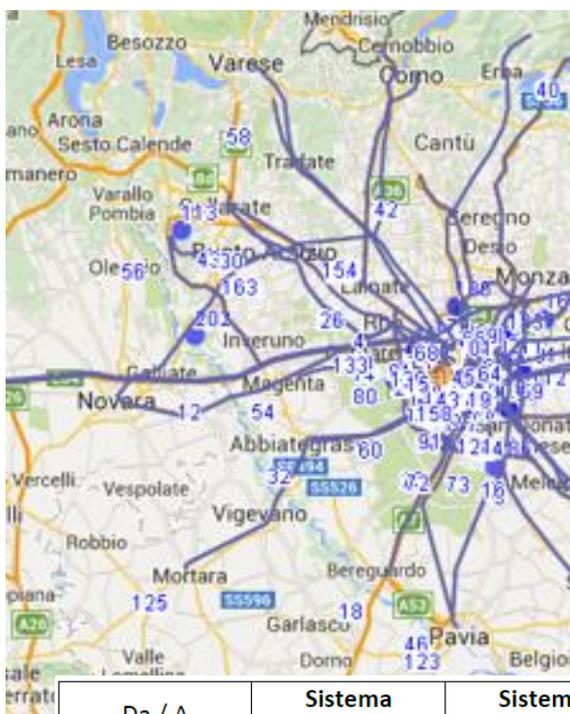
Time steps

stop t21

# Analisi del sistema di IC regionali e integrazione con il PRIM

- Analisi di criticità e sensibilità dei nodi di IC di trasporto (*Vital Node Analysis*)
- Effetti domino sulle IC di trasporto da rischio integrato PRIM
- Analisi di scenari specifici
  - ❖ Nevicata su larga scala
  - ❖ Blackout elettrico
  - ❖ Evento d'incidente rilevante in uno stabilimento RIR nel comune di Baranzate

# Elenco nodi nell'area vasta expo



CATEGORIA	Autostrade	Strade Statali	Metro	Aeroporti	Ferrovie	Nodi Elettrici
NUMERO NODI	30	52	28	2	57	42

Da / A	Sistema stradale	Sistema ferroviario	Aeroporti	Trasporto urbano	Infrastrutture dell'energia
Sistema stradale	Red	White	Green	White	White
Sistema ferroviario	White	Red	Green	Yellow	White
Aeroporti	Green	Green	White	White	White
Trasporto urbano	White	Yellow	White	Red	White
Infrastrutture dell'energia	Yellow	Yellow	Green	Yellow	Red

Matrice Intensità delle interdipendenze funzionali

Da / A	Sistema stradale	Sistema ferroviario	Aeroporti	Trasporto urbano	Infrastrutture dell'energia
Sistema stradale	Red	Yellow	White	White	White
Sistema ferroviario	Green	White	White	White	White
Aeroporti	White	White	White	White	White
Trasporto urbano	Green	White	White	White	White
Infrastrutture dell'energia	White	White	White	White	Red

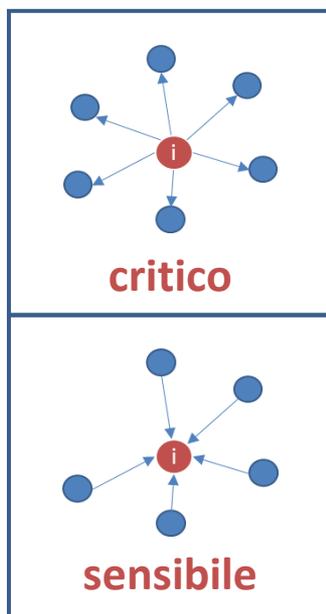
Matrice Intensità delle interdipendenze logiche



# Criticità e sensibilità dei nodi delle IC di trasporto (Vital Node Analysis)

1/2

- Analisi dell'impatto complessivo della propagazione per effetto domino di eventi possibili incidentali a carico di singoli nodi di IC regionali, così come percepito dai cittadini, ovvero espresso in termini di mancato servizio
- Scenario: caduta completa di un nodo per 36 ore
- Scenari equiprobabili



Per **criticità** di un nodo si intende la sua proprietà di influenzare, degradandola, la capacità di servizio del sistema infrastrutturale nel suo complesso

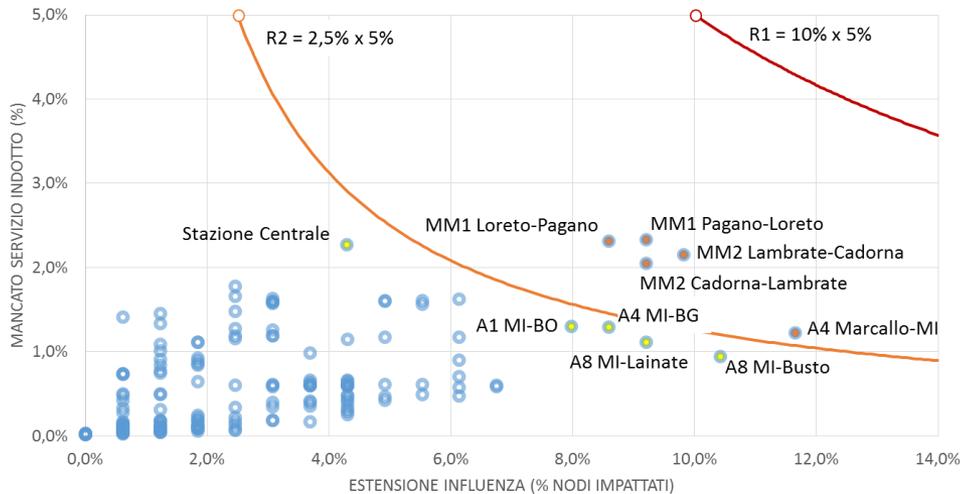
La **sensibilità** di un nodo misura quanto la sua dipendenza dal resto del sistema IC si può tradurre in mancato servizio

Esprime la sua suscettibilità ad essere influenzato da condizioni incidentali o di disturbo di altri nodi

# Criticità e sensibilità dei nodi delle IC di trasporto (Vital Node Analysis)

2/2

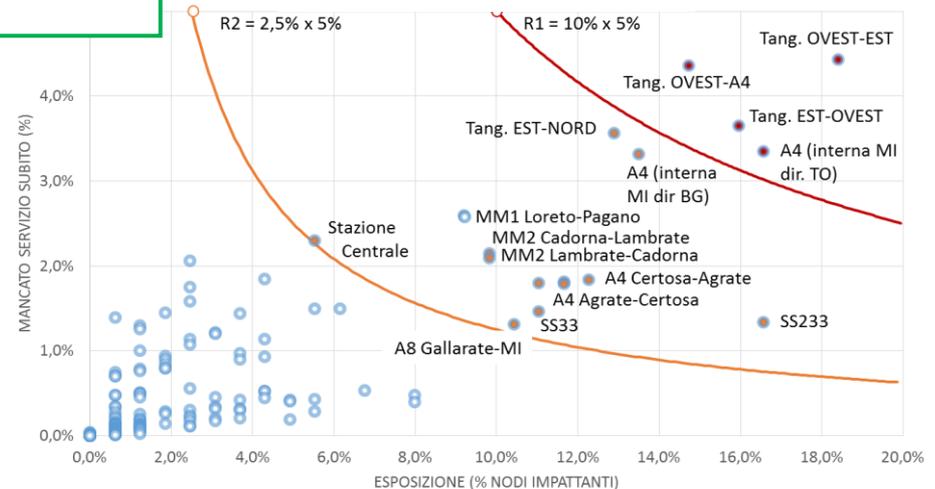
## Analisi dei nodi critici



**Mancato servizio indotto/subito:** quota % del mancato servizio totale che il sistema infrastrutturale subisce quale somma degli effetti di tutti i possibili scenari di incidente (uno per nodo di IC)

**Soglia minima di impatto** = 2.000 unità di mancato servizio

## Analisi dei nodi sensibili



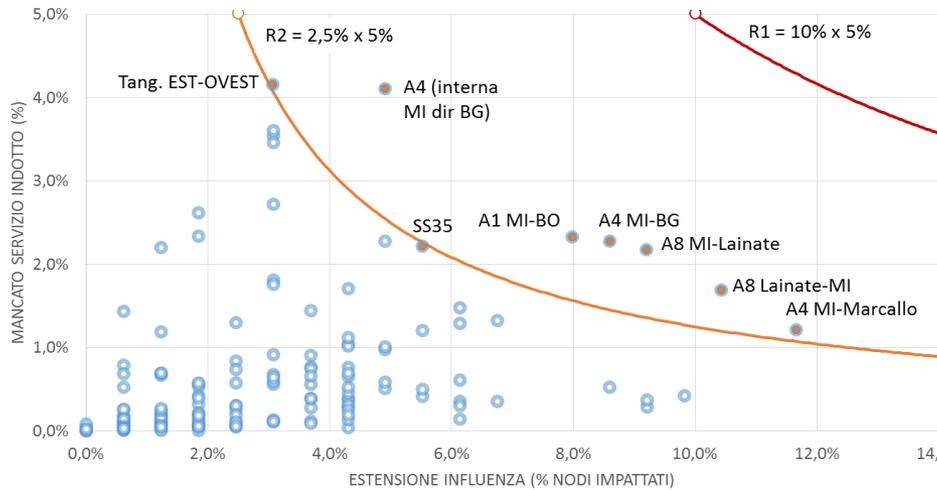
# Effetti domino sulle IC di trasporto da rischio integrato PRIM

1/2

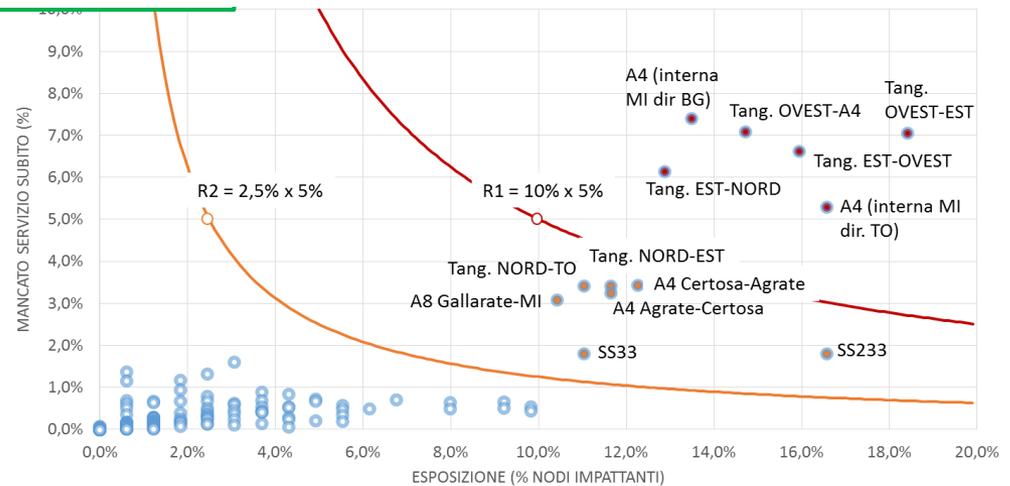
- Obiettivo: valutazione dell'impatto sul sistema di infrastrutture IC regionali dovuto al rischio integrato valutato attraverso l'aggiornamento del PRIM
- Scenari non equiprobabili ma pesati sulla base della loro esposizione e vulnerabilità ai molteplici rischi mappati dal PRIM
  - ❖ la misura di criticità del nodo include anche una valutazione circa la sua esposizione e vulnerabilità ai rischi PRIM

# Effetti domino sulle IC di trasporto da rischio integrato PRIM

**Profilo rischio integrato - Analisi dei nodi critici**



**Profilo rischio integrato - Analisi dei nodi sensibili**

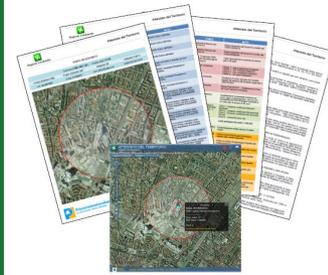


# Grazie per l'attenzione

**Massimiliano De Ambroggi**  
*massimiliano.deambroggi@astir.com*  
*Astir s.r.l.*



Conosci il tuo territorio?  
L'AGGIORNAMENTO DEL  
PROGRAMMA REGIONALE INTEGRATO DI MITIGAZIONE DEI RISCHI  
P.R.I.M. 2015



Mercoledì 2 dicembre 2015 - ore 9.00  
Milano, Palazzo Lombardia  
Via Melchiorre Gioia 37  
Ingresso nucleo 4  
SALA BIAGI



[www.regione.lombardia.it](http://www.regione.lombardia.it)