

*Fiera Internazionale di*  
**"Ergonomia dei Cammini"**

**Convegno sulla Qualità Ergonomica dei Prodotti**

26 ottobre 2024

Sala Restagno - Comune di Cassino  
Piazza Alcide De Gasperi

**Capacità e competenze integrate per la  
progettazione e gestione dei cammini:  
METODI INGEGNERISTICI PER LA GESTIONE  
E LA SICUREZZA DEI CAMMINI**



**Mauro D'Apuzzo**

Università degli Studi di Cassino e del Lazio Meridionale

Dipartimento di Ingegneria Civile e Meccanica





CAMMINI COME **ITINERARI**  
**CICLO-PEDONALI** IN  
AMBITO PREVALENTEMENTE  
**EXTRAURBANO**



# INFRASTRUTTURE DELLA MOBILITÀ

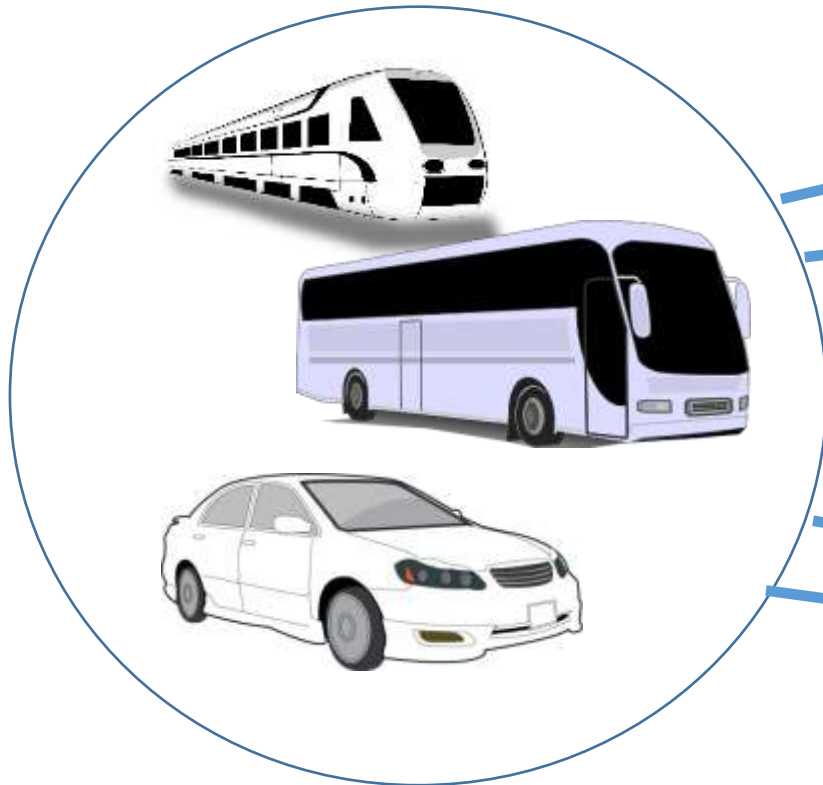
**RIQUALIFICAZIONE  
(MIGLIORAMENTO DELLA FRUIZIONE)**

**GESTIONE**

# RIQUALIFICAZIONE (MIGLIORAMENTO DELLA FRUIZIONE)

## MIGLIORAMENTO DELLA ACCESSIBILITÀ

### STUDIO E RIQUALIFICAZIONE DELL'OFFERTA E DELLA DOMANDA DI TRASPORTO (PUBBLICO/PRIVATO)



# RIQUALIFICAZIONE (MIGLIORAMENTO DELLA FRUIZIONE)

## MIGLIORAMENTO DELLA ACCESSIBILITÀ

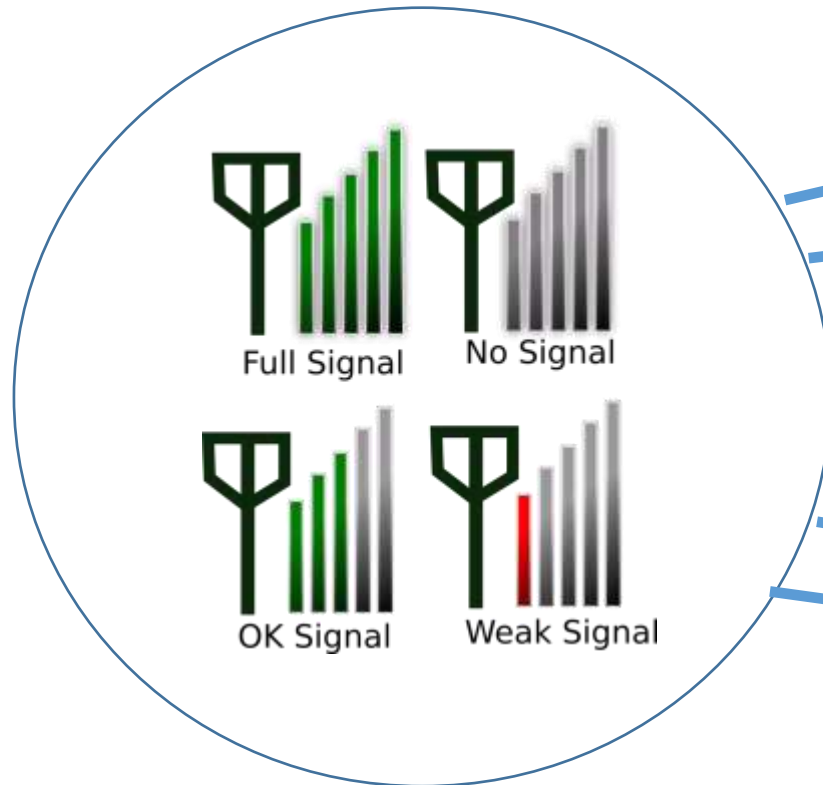
### STUDIO E RIQUALIFICAZIONE DEI PRESIDI E SERVIZI DI PRONTO SOCCORSO



# RIQUALIFICAZIONE (MIGLIORAMENTO DELLA FRUIZIONE)

## MIGLIORAMENTO DELLA ACCESSIBILITÀ

### STUDIO E RIQUALIFICAZIONE DELLE RETI DI TELECOMUNICAZIONE

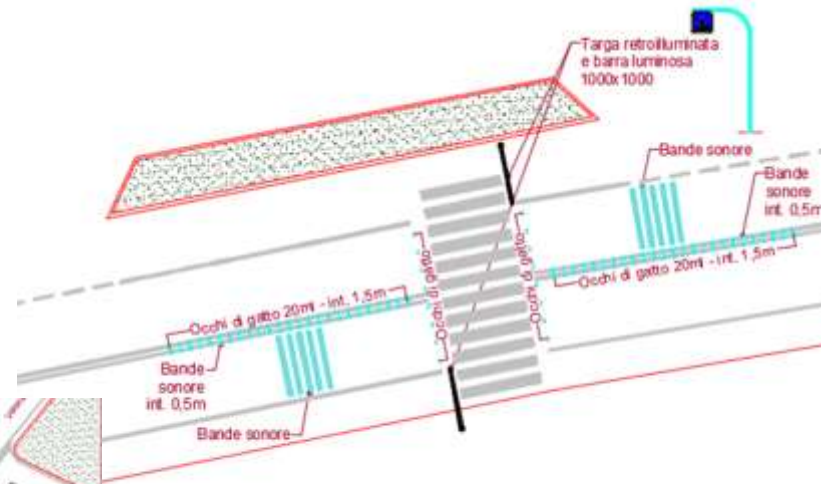


# RIQUALIFICAZIONE (MIGLIORAMENTO DELLA FRUIZIONE)

# MIGLIORAMENTO DELLA SICUREZZA

# SICUREZZA STRADALE

# STUDIO E RIQUALIFICAZIONE DELLE INTERFERENZE CON LA VIABILITÀ ORDINARIA

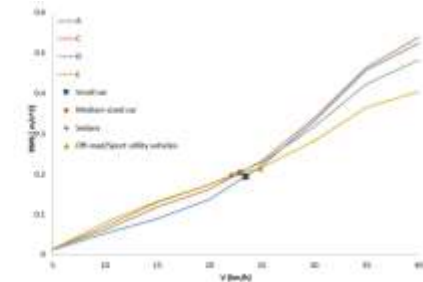
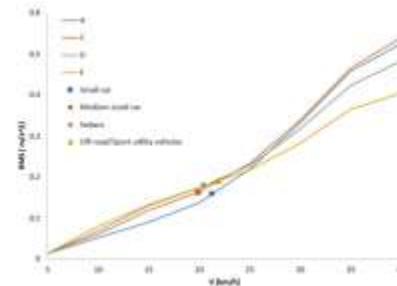
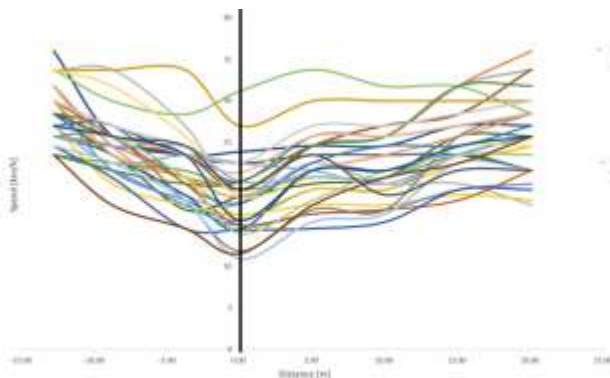
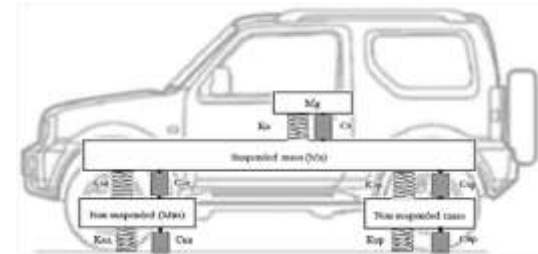


# RIQUALIFICAZIONE (MIGLIORAMENTO DELLA FRUIZIONE)

## MIGLIORAMENTO DELLA SICUREZZA

### SICUREZZA STRADALE

# STUDIO E RIQUALIFICAZIONE DELLE INTERFERENZE CON LA VIABILITÀ ORDINARIA



# RIQUALIFICAZIONE (MIGLIORAMENTO DELLA FRUIZIONE)

## MIGLIORAMENTO DELLA SICUREZZA

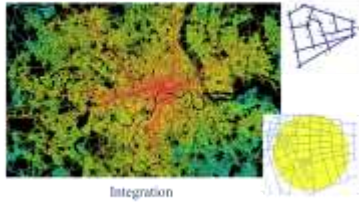
### SICUREZZA STRADALE: ANALISI RISK-BASED

$$Risk = Exposure * Hazard * Vulnerability$$

## DIRETTIVA(UE) 2019/1936 , D.Lgs 213/2021

### Exposure: Hybrid Methods for Pedestrian Flows Prediction

Exposure:pedestrian and cycle flows



Integration

Exposure:pedestrian and cycling flows



$$F_{ped,cy} = \sum_{j=1}^{1500m} k_{Mj} M_{ij}$$

Where:  
 $k_{Mj}$  = propensity of pedestrians to move as the distance traveled varies;  
 $M$  = mean population of each circular crown.

buffer	M	$k_{Mj}$
0-100	1000m	1
100-200	2000m	1
200-300	3000m	0.1
300-400	4000m	0.1
400-500	5000m	0.01
500-1000	10000m	0.001
1000-1500	15000m	0.001
1500-2000	20000m	0.001

Exposure:pedestrian and cycling flows



$INT(Pres) * K_{exp}$

Legend  
 0-24  
 25-47  
 48-70  
 71-93  
 94-117

Exposure:pedestrian and cycling flows

$$Q_{ped} = \frac{pedestrian\ count}{t_p}$$

Where  $t_p$  is the travel time of the section which can be evaluated as:

$$t_p = \frac{Length\ (m)}{V_{ped,cy}}$$

$$Q_{ped} = \frac{pedestrian\ count}{Length\ (m)}$$

$$Q_{ped} = \frac{pedestrian\ count}{Length\ (m)}$$

$$Q_{ped} = \frac{pedestrian\ count}{Length\ (m)}$$

$$Q_{ped} = \frac{pedestrian\ count}{Length\ (m)}$$

$$Q_{ped} = \frac{pedestrian\ count}{Length\ (m)}$$

$$Q_{ped} = \frac{pedestrian\ count}{Length\ (m)}$$

$$Q_{ped} = \frac{pedestrian\ count}{Length\ (m)}$$

$$Q_{ped} = \frac{pedestrian\ count}{Length\ (m)}$$

$$Q_{ped} = \frac{pedestrian\ count}{Length\ (m)}$$

$$Q_{ped} = \frac{pedestrian\ count}{Length\ (m)}$$

$$Q_{ped} = \frac{pedestrian\ count}{Length\ (m)}$$

$$Q_{ped} = \frac{pedestrian\ count}{Length\ (m)}$$

$$Q_{ped} = \frac{pedestrian\ count}{Length\ (m)}$$

$$Q_{ped} = \frac{pedestrian\ count}{Length\ (m)}$$

### Risk-based prioritization: Synthetic index

Vulnerability model Speed prediction model Exposure models



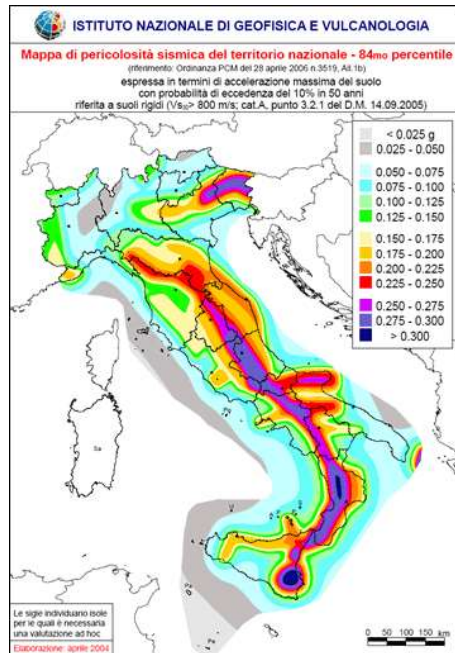
Legend  
 Very low priority  
 Low priority  
 Medium priority  
 High priority



# RIQUALIFICAZIONE (MIGLIORAMENTO DELLA FRUIZIONE)

# MIGLIORAMENTO DELLA SICUREZZA

## RISCHIO SISMICO



## RISCHIO IDROGEOLOGICO



## INCENDI BOSCHIVI



# RIQUALIFICAZIONE (MIGLIORAMENTO DELLA FRUIZIONE)

## PROGETTAZIONE DEI PUNTI DI RISTORO



Cammino di Benedetto (16 tappe in 300 KM)	Lunghezza [Km]	Tempo di percorrenza a piedi [ore]	Tempo di percorrenza in Bici [ore]
Lunghezza Media di tratta	20	18	2
Lunghezza Massima di tratta	28	26	2,8
Lunghezza Minima di tratta	15	14	1,5

RIQUALIFICAZIONE (MIGLIORAMENTO DELLA FRUIZIONE)

PROGETTAZIONE DELLE SOVRASTRUTTURE

Stabilizzanti/Leganti Idrocarbonici/Leganti Cementizi/Leganti Naturali



Sostenibilità Ambientale

Opere idrauliche

- **MANUTENZIONE DEI PERCORSI**
- **MANUTENZIONE DEI PRESIDII/PUNTI RISTORO**

# GESTIONE DEI CAMMINI: MANUTENZIONE DEI PERCORSI

- **CONSERVAZIONE/CONTROLLO DELLA REGOLARITÀ/INTEGRITÀ DEL PIANO VIABILE**
- **CONTROLLO DELLA INTEGRITÀ/EFFICIENZA DELLE EVENTUALI OPERE IDRAULICHE**
- **CONTROLLO DELLA INTEGRITÀ/EFFICIENZA DELLE EVENTUALI OPERE DI ILLUMINAZIONE**
- **CONTROLLO DELLA INTEGRITÀ/EFFICIENZA DEGLI EVENTUALI IMPIANTI DI SORVEGLIANZA**
- **OPERE DI FALCIATURA E DECESPUGLIAMENTO**
- **SMALTIMENTO RIFIUTI**

# GESTIONE DEI CAMMINI: MANUTENZIONE DEI PERCORSI

## MANUTENZIONE DI TIPO CORRETTIVO

1) viene monitorata la rete e rappresentata attraverso opportuni parametri di stato



2) viene stilata una lista di interventi prioritari compatibile con il budget disponibile

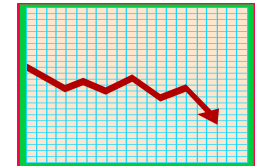


## MANUTENZIONE DI TIPO PREVENTIVO/PREDITTIVO

1) viene monitorata la rete e rappresentata attraverso opportuni parametri di stato



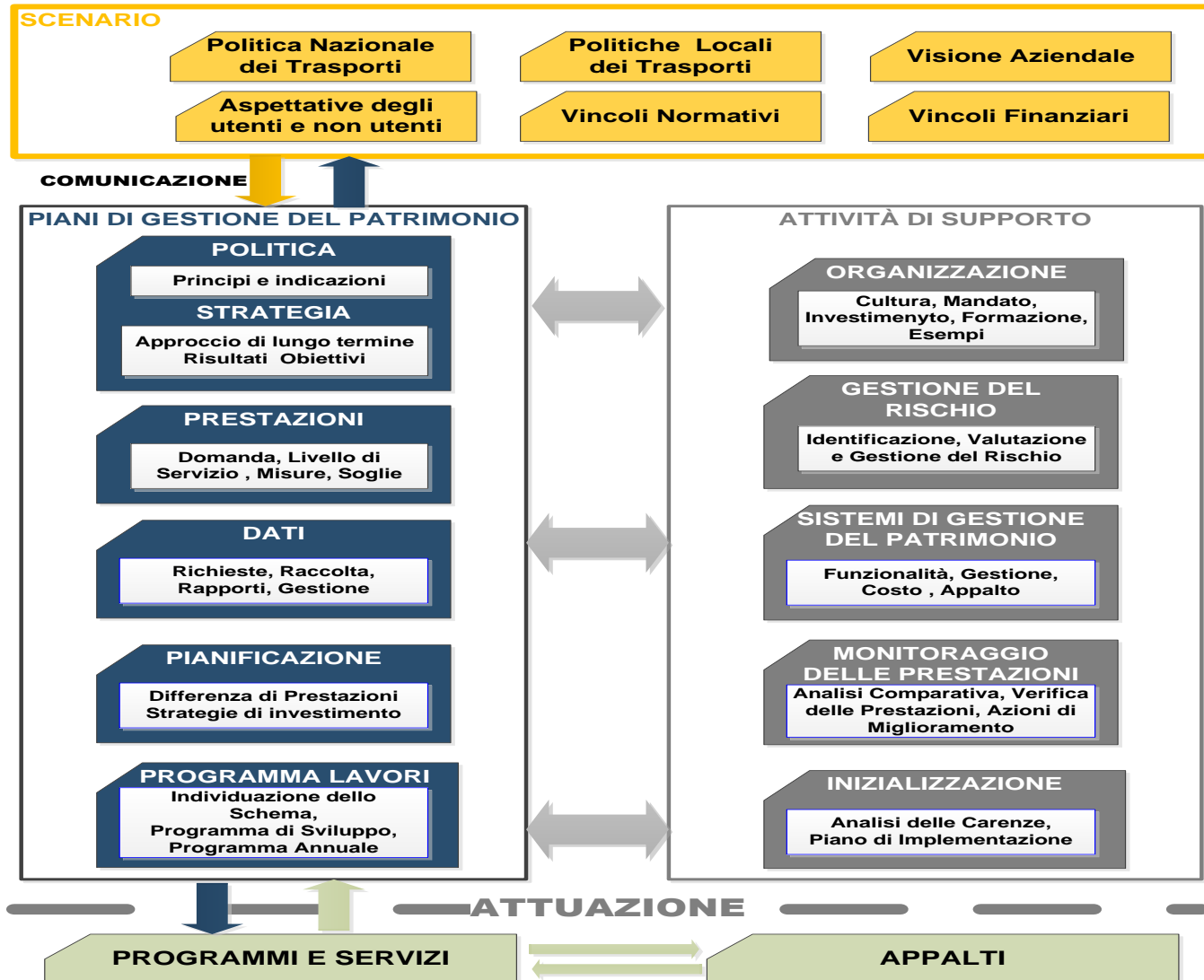
2) è nota l'evoluzione nel tempo dei parametri di stato



3) **è possibile formulare previsioni a lungo termine**



# GESTIONE DEI CAMMINI: MANUTENZIONE DEI PERCORSI VERSO I SISTEMI DI GESTIONE DEL PATRIMONIO STRADALE (ASSET MANAGEMENT SYSTEMS)



# GESTIONE DEI CAMMINI: MANUTENZIONE DEI PERCORSI VERSO I SISTEMI DI GESTIONE DEL PATRIMONIO STRADALE (**ASSET MANAGEMENT SYSTEMS**)

## PROCEDURE DI AUDIT / PATHWAYS INSPECTIONS: **WALKABILITY SCORE?**

