



Misure di prevenzione del rischio sismico nell'area dei Campi Flegrei: la conoscenza preventiva può diventare un modello per l'Italia?

Giulio Zuccaro

CENTRO STUDI PLINIUS

Università degli Studi di Napoli Federico II

zuccaro@unina.it

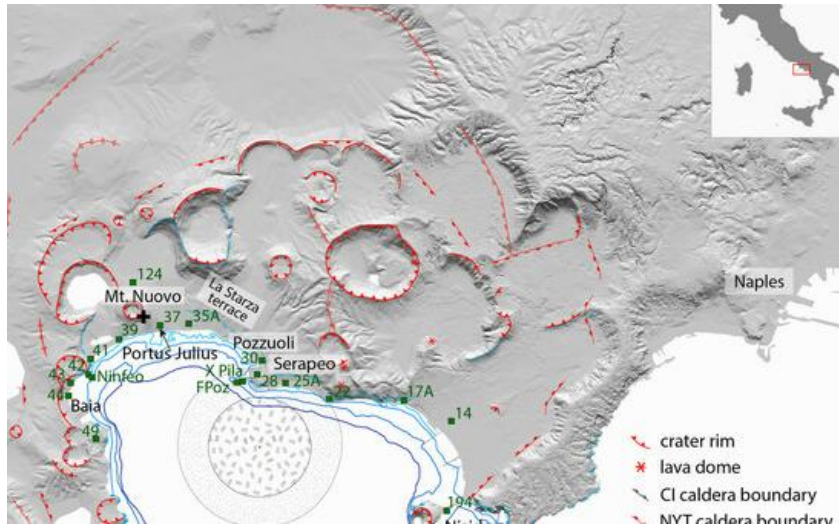


Obiettivi

- Illustrare l'esperienza del DL 140/2023 come caso pilota ai Campi Flegrei.
- Discutere criticità e opportunità della prevenzione sismica pubblica.
- Presentare tecniche e strumenti innovativi.
- Proporre un modello replicabile a scala nazionale.



Contesto di rischio: Campi Flegrei



- I Campi Flegrei sono una vasta area vulcanica attiva con una struttura detta “**caldera**”, cioè un’area ribassata di forma quasi circolare che si è formata per effetto di grandi eruzioni esplosive del passato.
- Nel 1538 si è verificata l’**ultima eruzione** .
- Da allora la caldera è **quiescente**, cioè “dormiente”, ma mostra segnali di attività quali **sismicità, fumarole e deformazioni del suolo**.

Contesto di rischio: Campi Flegrei

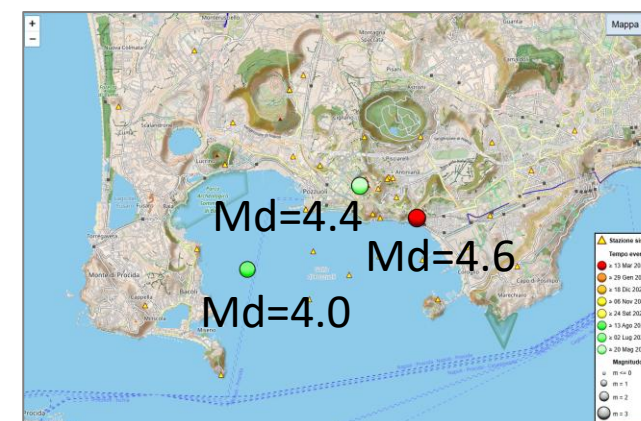
CRISI SISMICHE E BRADISISMICHE

La caldera dei Campi Flegrei è caratterizzata dal **fenomeno del bradisismo** (fasi di lento abbassamento del suolo, alternate a fasi di sollevamento più rapido), che può essere accompagnato da **attività sismica**.

Le **maggiori crisi bradisismiche** recenti si sono avute nei periodi 1970-1972 e 1982-1984.

Nel 2005 è iniziata una nuova fase di sollevamento. Il sollevamento registrato alla stazione GNSS di **RITE** è di circa **145 cm a partire dal 2005**, di cui circa 27 cm da gennaio 2024.

Dal 2018, il sollevamento è stato accompagnato da un **graduale incremento dell'attività sismica**, sia nel numero di terremoti sia nella loro magnitudo (**Max= 4.6**, 13.03.25).



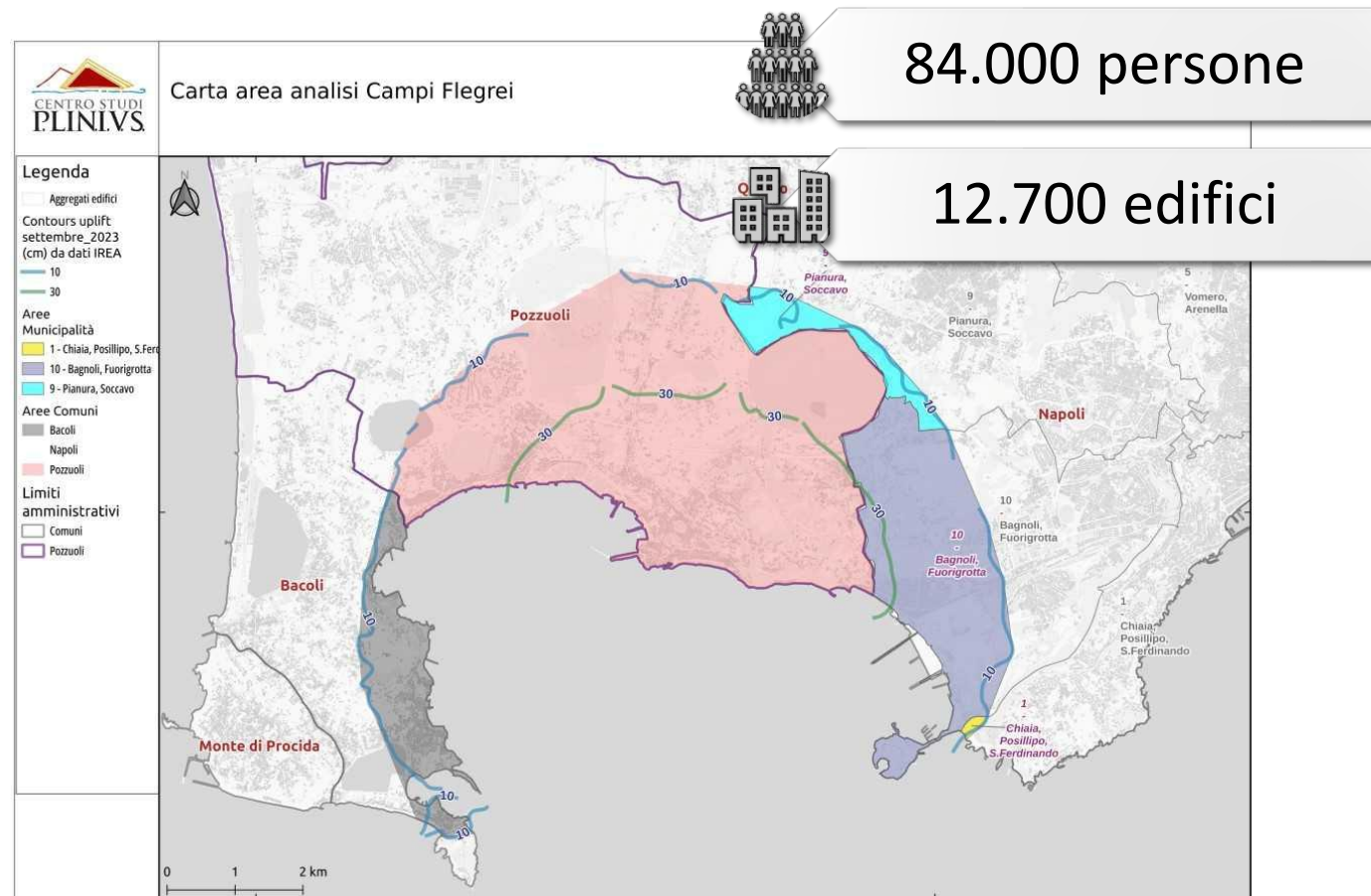
Contesto di rischio: Campi Flegrei

AREA DI INTERVENTO

L'attuazione delle attività relative al Piano Straordinario di Analisi delle Vulnerabilità (art. 2, comma 1 del D.Lgs. 140/23), è prevista per l'intera **Area di Intervento**.

L'area comprende parte dei comuni di **Pozzuoli, Bacoli e Napoli** (parte di Bagnoli, e una piccola parte di Pianura Soccavo, e Posillipo).

È caratterizzato da: terremoti di **magnitudo superiore a 2** dal 1983 e sollevamenti bradisismici, **non inferiori a 10 cm dal 2015**, corrispondenti a circa 20 cm dal 2006.



Le attività del DL 140/2023

Art. 2. Piano straordinario di analisi della vulnerabilità delle zone edificate direttamente interessate dal fenomeno bradisismico

Il **Dipartimento della Protezione Civile**, anche avvalendosi del Consiglio superiore dei lavori pubblici, coordina il concorso della regione Campania, della Città metropolitana di Napoli, dei comuni interessati e dei **Centri di Competenza (INGV, CNR-IGAG, CNR-IREA, EUCENTRE, RELUIS, PLINIVS-LUPT)**, si occupa della predisposizione ed attuazione di un **piano straordinario di analisi della vulnerabilità delle zone edificate** interessate e delle conoscenze sulla relativa pericolosità locale, rivolto al patrimonio edilizio pubblico e privato, **finalizzato a supportare strategie di riqualificazione sismica dell'edilizia esistente e ad individuare priorità di intervento sul patrimonio privato e pubblico.**

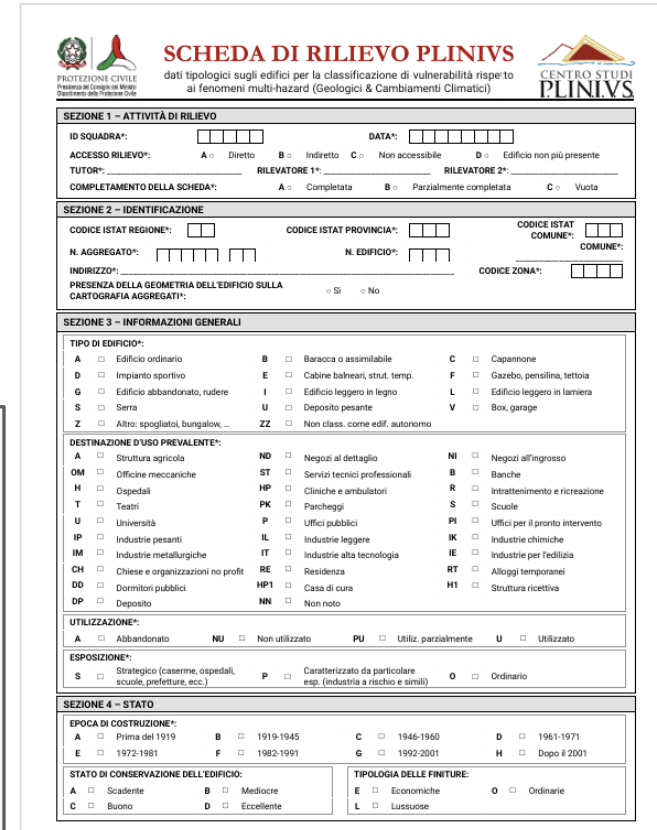
Il **PIANO** si compone di:

- a) studio di **microzonazione sismica**;
- b) analisi della vulnerabilità sismica dell'edilizia privata, finalizzato all'individuazione di misure di mitigazione ed alla stima dei relativi fabbisogni;**
- c) analisi della vulnerabilità sismica dell'**edilizia pubblica** e, all'esito, primo piano di misure per la mitigazione;
- d) programma di implementazione del **monitoraggio** sismico e delle strutture.

ANALISI VULNERABILITÀ SISMICA SPEDITIVA (DL 140/2023)

Le indagini sul campo sono tese alla caratterizzazione tipologico-strutturale degli edifici ordinari privati, prevalentemente destinati ad abitazioni e/o a servizi, contenenti gli elementi tipologici che sono maggiormente correlati alle loro caratteristiche di vulnerabilità, ai fini di una loro classificazione in fasce di vulnerabilità

Una prima ricognizione speditiva condotta dall'esterno estesa a **tutti gli edifici ordinari privati della zona di intervento**, a completamento della precedente campagna di sopralluoghi condotta dal Centro Studi PLINIVS. La scheda che si intende utilizzare per tale ricognizione è la **scheda PLINVS**, in continuità a quella già utilizzata in passato.



PROTEZIONE CIVILE
Presidio del Comune di Montebelluna
Distretto della Pianura Veneta

SCHEDA DI RILIEVO PLINIVS
dati tipologici sugli edifici per la classificazione di vulnerabilità rispetto ai fenomeni multi-hazard (Geologici & Cambiamenti Climatici)

CENTRO STUDI PLINIVS

SEZIONE 1 – ATTIVITÀ DI RILIEVO

ID SQUADRA*: [][][][][][] DATA*: [][][][][][][][][][]
ACCESSO RILIEVO*: A Diretto B Indiretto C Non accessibile D Edificio non più presente
TUTOR*: _____ RILEVATORE 1*: _____ RILEVATORE 2*: _____
COMPLETAMENTO DELLA SCHEDA*: A Completata B Parzialmente completata C Vuota

SEZIONE 2 – IDENTIFICAZIONE

CODICE ISTAT REGIONE*: [][] CODICE ISTAT PROVINCIA*: [][][] CODICE ISTAT COMUNE*: [][][][]
N. AGGREGATO*: [][][][][][] N. EDIFICIO*: [][][] CODICE ZONA*: [][][][]
INDIRIZZO*: _____
PRESENZA DELLA GEOMETRIA DELL'EDIFICIO SULLA CARTOGRAFIA AGGREGATI*: SI No

SEZIONE 3 – INFORMAZIONI GENERALI

TIPO DI EDIFICIO*:

A <input type="checkbox"/> Edificio ordinario	B <input type="checkbox"/> Baracca o assimilabile	C <input type="checkbox"/> Capannone
D <input type="checkbox"/> Impianto sportivo	E <input type="checkbox"/> Cabine balneari, strut. temp.	F <input type="checkbox"/> Gazebo, pensilina, tettoia
G <input type="checkbox"/> Edificio abbandonato, rudere	I <input type="checkbox"/> Edificio leggero in legno	L <input type="checkbox"/> Edificio leggero in lamiera
S <input type="checkbox"/> Serra	U <input type="checkbox"/> Deposito pesante	V <input type="checkbox"/> Box, garage
Z <input type="checkbox"/> Altro: spogliatoi, bungalow, ...	ZZ <input type="checkbox"/> Non class. come edif. autonomo	

DESTINAZIONE D'USO PREVALENTE*:

A <input type="checkbox"/> Struttura agricola	ND <input type="checkbox"/> Negozi al dettaglio	NI <input type="checkbox"/> Negozi all'ingrosso
OM <input type="checkbox"/> Officine meccaniche	ST <input type="checkbox"/> Servizi tecnici professionali	B <input type="checkbox"/> Banche
H <input type="checkbox"/> Ospedali	HP <input type="checkbox"/> Cliniche e ambulatori	R <input type="checkbox"/> Intrattenimento e ricreazione
T <input type="checkbox"/> Teatri	PK <input type="checkbox"/> Parcheggi	S <input type="checkbox"/> Scuole
U <input type="checkbox"/> Università	P <input type="checkbox"/> Uffici pubblici	PI <input type="checkbox"/> Uffici per il pronto intervento
IP <input type="checkbox"/> Industrie pesanti	IL <input type="checkbox"/> Industrie leggere	IK <input type="checkbox"/> Industrie chimiche
IM <input type="checkbox"/> Industrie metallurgiche	IT <input type="checkbox"/> Industrie alta tecnologia	IE <input type="checkbox"/> Industrie per l'edilizia
CH <input type="checkbox"/> Chiese e organizzazioni no profit	RE <input type="checkbox"/> Residenza	RT <input type="checkbox"/> Alloggi temporanei
DD <input type="checkbox"/> Dormitori pubblici	HP1 <input type="checkbox"/> Casa di cura	H1 <input type="checkbox"/> Struttura ricettiva
DP <input type="checkbox"/> Deposito	NN <input type="checkbox"/> Non noto	

UTILIZZAZIONE*:

A Abbandonato NU Non utilizzato PU Utiliz. parzialmente U Utilizzato

ESPOSIZIONE*:

S Strategico (caserme, ospedali, scuole, prefetture, ecc.) P Caratterizzato da particolare esp. (industria a rischio e simili) O Ordinario

SEZIONE 4 – STATO

EPOCA DI COSTRUZIONE*:

A <input type="checkbox"/> Prima del 1919	B <input type="checkbox"/> 1919-1945	C <input type="checkbox"/> 1946-1960	D <input type="checkbox"/> 1961-1971
E <input type="checkbox"/> 1972-1981	F <input type="checkbox"/> 1982-1991	G <input type="checkbox"/> 1992-2001	H <input type="checkbox"/> Dopo il 2001

STATO DI CONSERVAZIONE DELL'EDIFICIO*:

A <input type="checkbox"/> Scadente	B <input type="checkbox"/> Mediocore
C <input type="checkbox"/> Buono	D <input type="checkbox"/> Eccellente

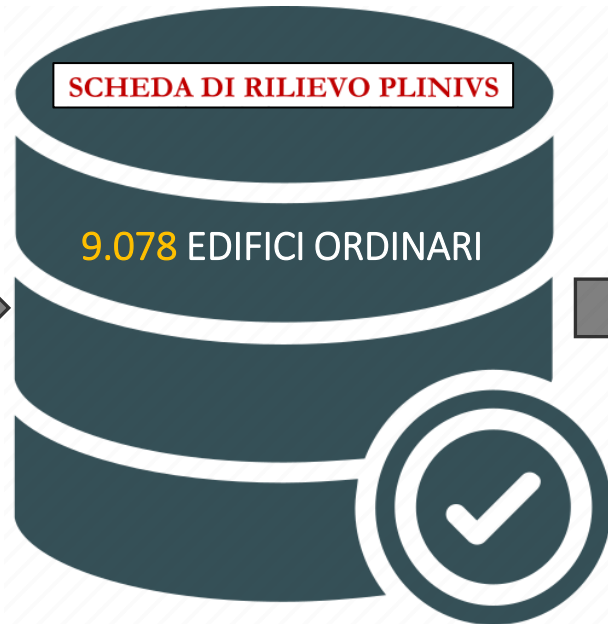
TIPOLOGIA DELLE FINITURE*:

E <input type="checkbox"/> Economiche	O <input type="checkbox"/> Ordinarie
L <input type="checkbox"/> Lussuose	

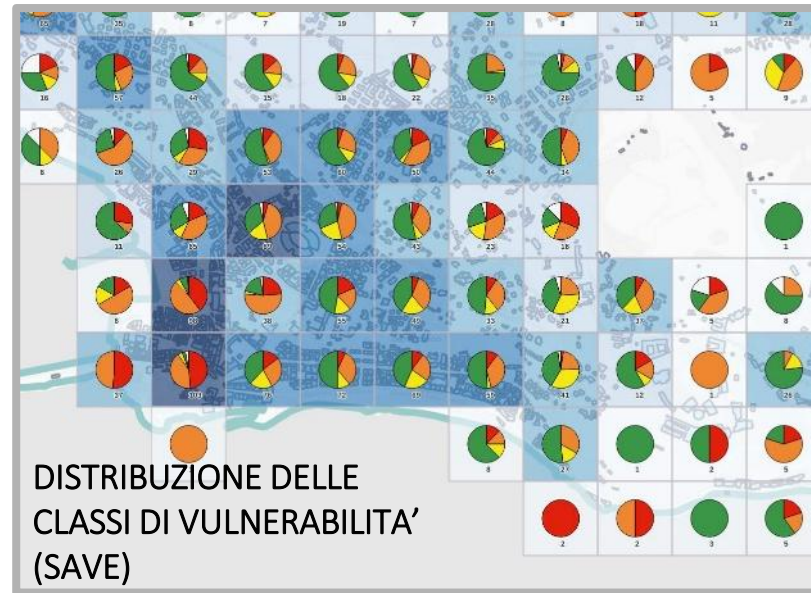
Pagina 1 di 4



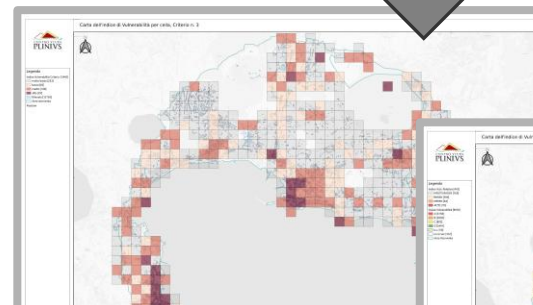
25 marzo -7 giugno 2024



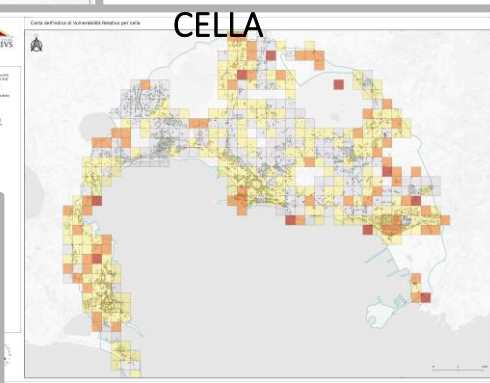
SAVE



INDICE DI VULNERABILITA' PER CELLA



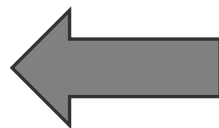
INDICE DI VULNERABILITA' RELATIVO PER CELLA



CONFRONTO AEDES



CRITERIO DI PRIORITA'



CARTIS
CAMPI FLEGREI

APPROFONDIMENTO
DELLA VULNERABILITA'



VALUTAZIONE DELLA VULNERABILITÀ SISMICA DELL'EDIFICATO FLEGREO A SCALA TERRITORIALE

Le attività del DL 140/2023

$$I = \frac{\sum_k E_{dk} \cdot i_k}{\max(E_d)}$$

dove: E_{dk} = numero di edifici di classe k ; i_k = peso associato alla classe di vulnerabilità k (0,125 per la classe D; 0,375 per la classe C; 0,625 per la classe B; 0,875 per la classe A); $\max(E_d)$ = massimo numero di edifici presenti nelle celle (pari a 147).

Classi di vulnerabilità per cella

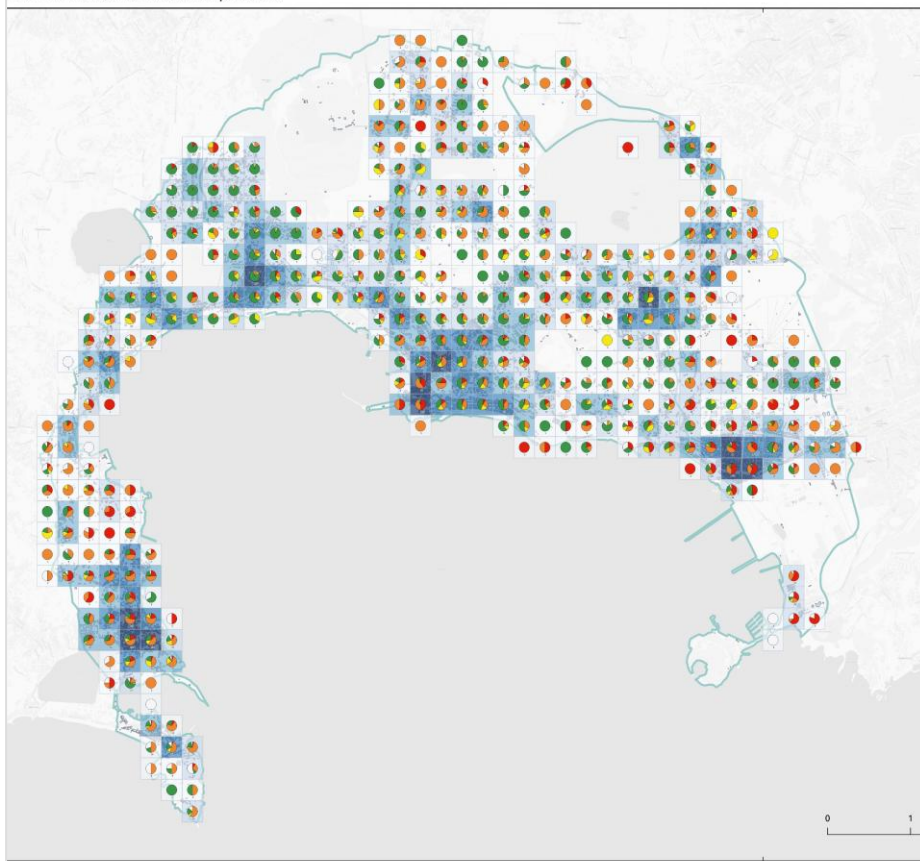
Legenda

Vulnerabilità
Ed.Ordinari
per cella

- 1 - 10
- 10 - 24
- 24 - 45
- 45 - 80
- 80 - 147
- A
- B
- C
- D
- n.c.

- Rilevato
- Zona intervento

Mappe delle classi di vulnerabilità per cella

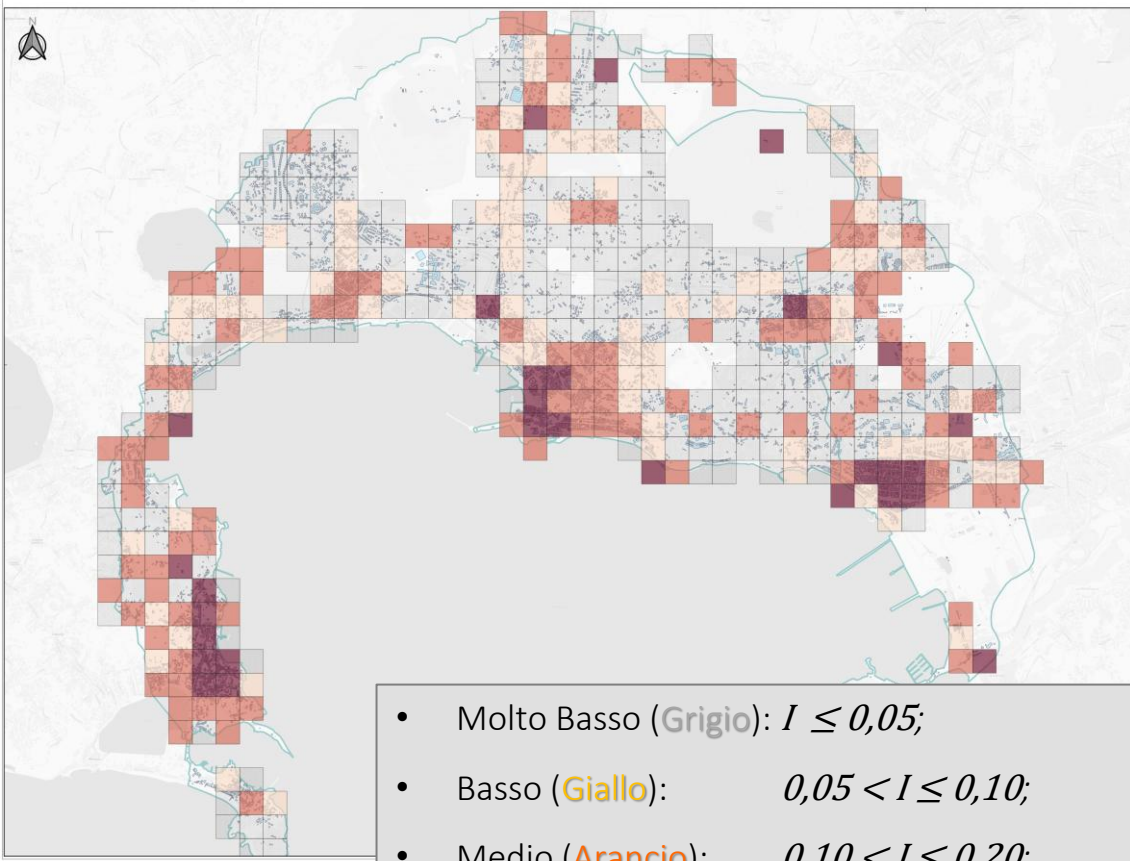


Indice di vulnerabilità per cella

Carta dell'indice di Vulnerabilità per cella, Criterio n. 3

Legenda
Indice Vulnerabilità Criterio 3 (147)
molto basso (0,05)
basso (0,10)
medio (0,15)
alto (0,20)
Rilevato (12793)
Area Intervento

Prozioni

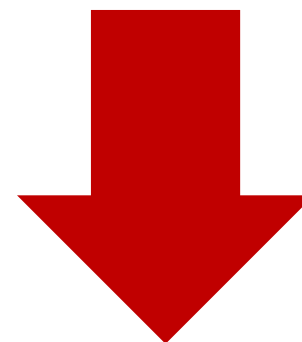


- Molto Basso (Grigio): $I \leq 0,05$;
- Basso (Giallo): $0,05 < I \leq 0,10$;
- Medio (Arancio): $0,10 < I \leq 0,20$;
- Alto (Rosso): $I > 0,20$.

Confronto sintetico: Eco-Sismabonus vs Approccio DL 140/2023

ECO-SISMABONUS

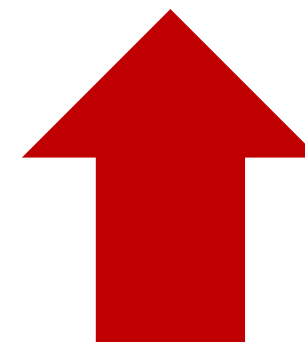
- Finanziamenti a pioggia senza valutazioni di priorità
- Rischio di interventi disorganici e frammentati
- Accesso condizionato a capienza fiscale



Eco-Sismabonus:
*Strumento operativo,
ma iniquo, inefficiente
e oggi in crisi.*

DL 140/2023

- Analisi su larga scala per individuazione aggregati/edifici vulnerabili
- Programmazione e gestione del rischio
- Non dipende dal reddito dei proprietari



DL 140/2023:
*Solida base pubblica,
sistemica e sociale*

Prevenzione come mitigazione proattiva: il cambio di paradigma del DL 140/2023

Prima esperienza pubblica di **prevenzione strutturale sistematica**.

Superamento del modello su base **volontaria e fiscale** (es. Sismabonus).

PROSPETTIVE STRATEGICHE

Priorità assegnate **non solo alla vulnerabilità strutturale**, ma anche a:

- Fragilità **socio-economiche** (reddito, età, accessibilità).
- **Co-benefici** (efficientamento energetico, sostenibilità).
- **Multirischio** (es. combinazione con rischio bradisismico, vulcanico, idrogeologico).

LA PREVENZIONE PUBBLICA NON È SOLO UN'ANALISI,
È UNA SCELTA STRATEGICA PER SALVARE VITE E RISORSE.

Il sistema CAESAR: impatto a scala locale



Unità minima di analisi: cella
250x250m.

Esposizione ISTAT +
PLINIUS/CARTIS.

Valutazione
dell'Impatto per cella.

Analisi costi/benefici.

Analisi multi-criterio per il
supporto alle decisioni.

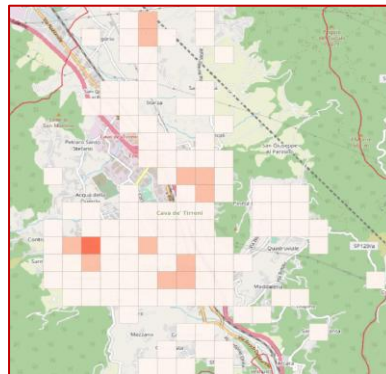
PROGETTO CAESAR II

ControllAre, **mitigare** e **gestire l'Emergenza Sismica**:

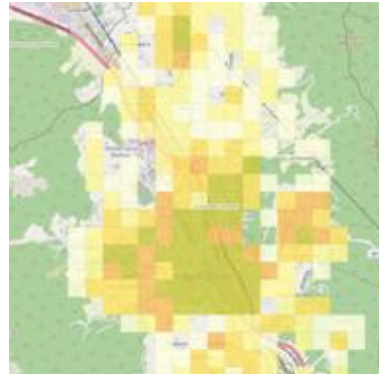
Analisi costi-benefici e multi-criterio di scenari di impatto per la Riduzione del Rischio e l'incremento della Resilienza

L'**input** del modello può essere:

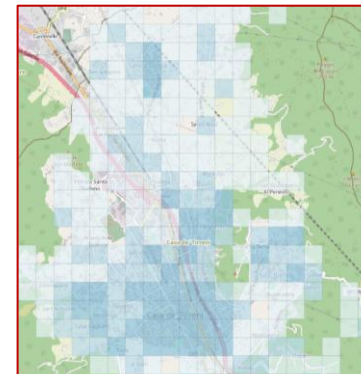
- Scenario Puntuale – **SI**
- Scenario Shakemap – **SM**
- Scenario con tempo di ritorno – **TR**



Senza tetto per cella



Edifici Inagibili per cella



Vittime per cella

OUTPUT

- Edifici Collassati
- Edifici Inagibili
- Morti
- Feriti
- Senzatetto

L'**output** del modello è sia tabellare/grafico che su base cartografica.

Il sistema CAESAR: Costi di danno e mitigazione



PROGETTO CAESAR II

Controllare, mitigare e gestire l'Emergenza Sismica:

Analisi costi-benefici e multi-criterio di scenari di impatto per la Riduzione del Rischio e l'incremento della Resilienza

Costi medi degli interventi di mitigazione [Euro/m²]

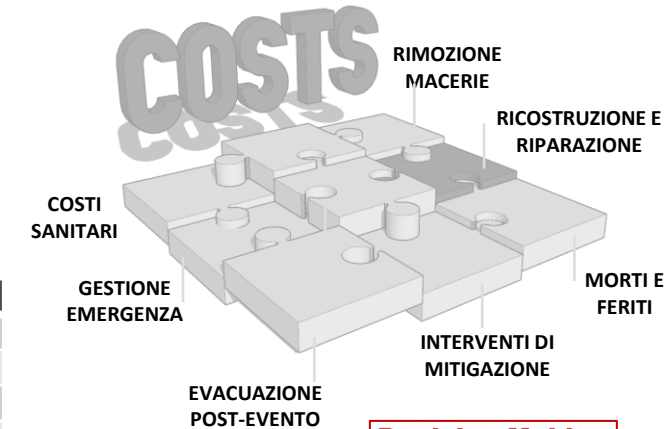
Contributo al finanziamento	Tipo di intervento	
	Rafforzamento	Miglioramento
Totale (OCDPC 978/2023, art. 15)	450*	675*
Parziale (OCDPC 532/2018, art.12)	100	150

* Assumendo un'altezza di interpiano pari a 3m

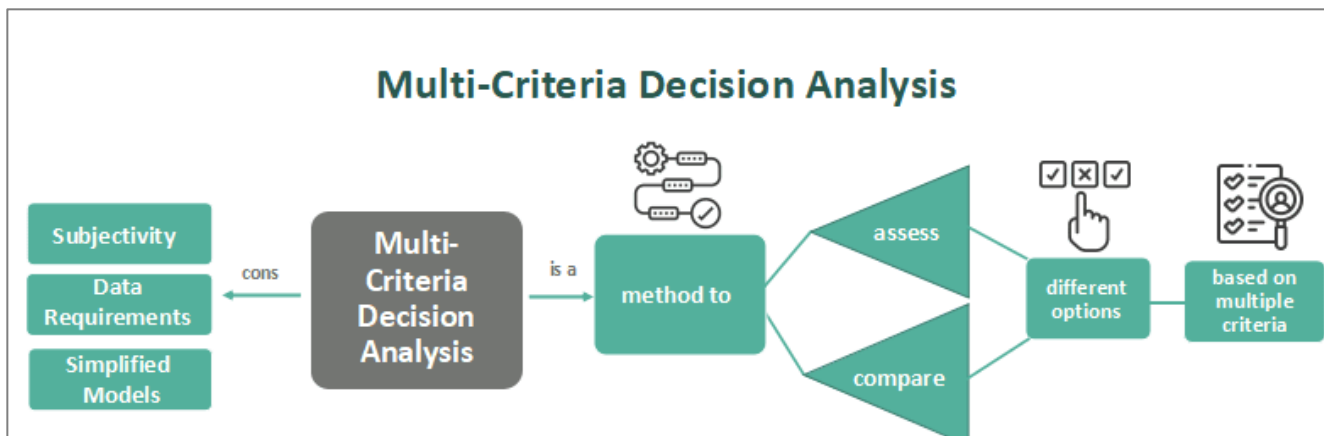
Costi degli interventi di mitigazione adottati in emergenze occorse in passato [Euro/m²]

Classe di origine	Classe post mitigazione		
	B	C	D
A	432 (R)	612 (M)	749 (A)
B	-	468 (R-M)	648 (A)
C	-	-	454 (M-A)

R = rafforzamento, M = Miglioramento, A = Adeguamento



Multi-Criteria Decision Analysis



INTERVENTI DI MITIGAZIONE SISMICA

A→B→C→D

(riduzione della vulnerabilità sismica)

- **Alternativa 0:** No mitigazione (stato attuale)
- **Alternativa 1:** Mitigazione S (ad es. A→B)
- **Alternativa 2:** Mitigazione M (ad es. A,B→C)
- **Alternativa 3:** Mitigazione H (ad es. A,B→C, C→D)

Dalla conoscenza all'azione: prevenzione e ricostruzione secondo il principio BBB



PERCHE' CONOSCERE?: La conoscenza strutturale degli edifici consente di pianificare interventi su base tecnica e sociale, senza improvvisazione.

📌 Classificare la vulnerabilità; 🕒 Stabilire priorità oggettive; 📄 Fornire pre-progetti pronti all'uso; 🕊️ Creare consenso e consapevolezza



CONOSCERE OGGI PER RICOSTRUIRE DOMANI: Chi conosce prima, ricostruisce meglio e più velocemente.

Fase 1: Valutazione della vulnerabilità (i.e. DL 140); Fase 2: Pianificazione degli interventi (in attesa di fondi); Fase 3: Ricostruzione rapida e mirata post-evento (BBB)



BUILD BACK BETTER (BBB): NON SOLO UNO SLOGAN.

- 🔄 Ricostruzione migliorativa, non solo ripristino
- 🌱 Integrazione multirischio e co-benefici (energetico, sociale)
- ⌚ Riduzione dei tempi di emergenza post-evento

**IL DL 140 È UN LABORATORIO DI BBB:
PREVENZIONE E RICOSTRUZIONE NON DEVONO PIÙ ESSERE SCOLLEGATE.**

Un modello per l'Italia: mappare il rischio per prevenire

PERCHE' SERVE UN PIANO NAZIONALE?

1. **Superare la frammentazione di interventi non coordinati** (OPCM, SismaBonus, Superbonus, DL 140/2023, ecc.).
2. **Capitalizzare i dati già disponibili in una piattaforma nazionale integrata** che li combini per produrre priorità d'intervento su base oggettiva a scala territoriale.
3. **Garantire equità e trasparenza:** Un piano nazionale permetterebbe criteri oggettivi, trasparenti, redistributivi, come fragilità economica, presenza di infrastrutture critiche, popolazione vulnerabile.
4. **Agire prima del disastro:** ricostruire è più costoso (fino a 10 volte più della prevenzione), più lento (anni di attesa), socialmente traumatico.
5. **Preparare il futuro normativo ed economico:** Un Piano Nazionale potrebbe essere il contenitore futuro per incentivi mirati e sostenibili.



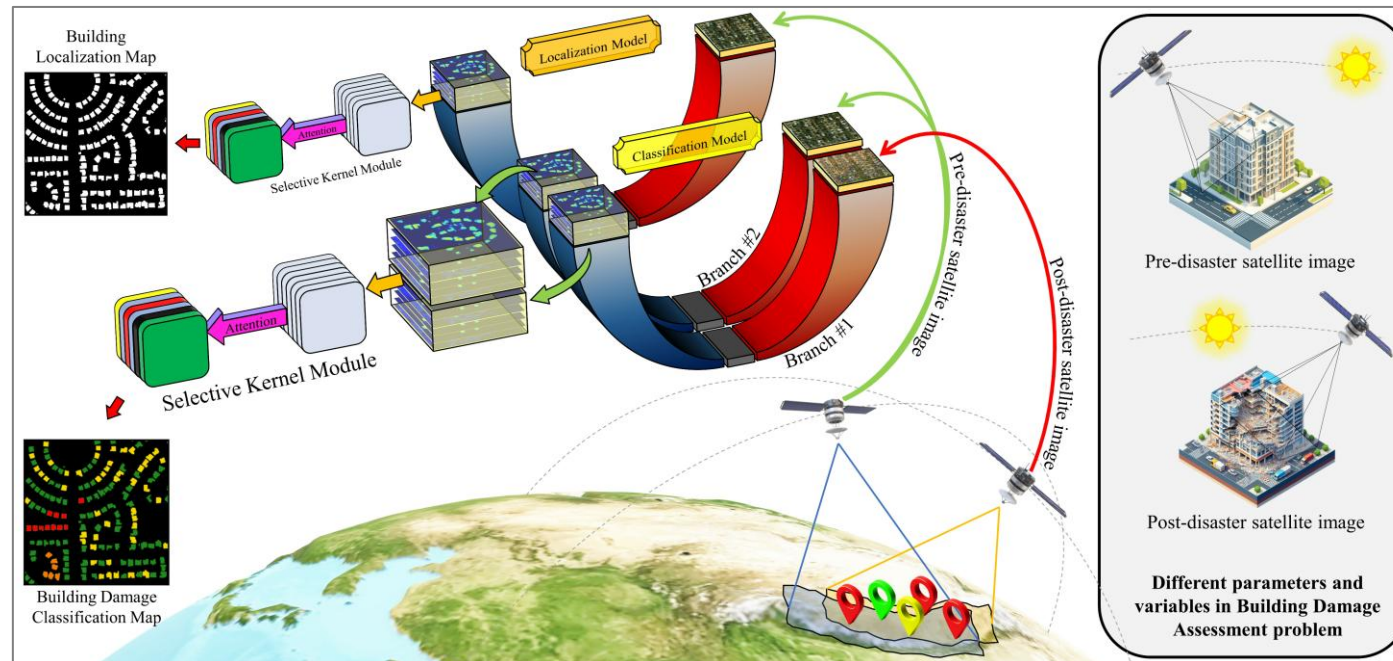
CRITERI PER DEFINIRE LE PRIORITÀ:

- Vulnerabilità strutturale,
- Esposizione e densità abitativa,
- Fragilità socio-economica (ISEE, ...),
- Co-benefici energetici e ambientali,
- Multirischio (sismico, vulcanico, idrogeologico)

PRIORITIZZARE = SALVARE VITE + RIDURRE DANNI + MASSIMIZZARE L'EFFICACIA DEGLI INVESTIMENTI.

Tecniche innovative (AI, immagini, droni)

- Uso di immagini da satellite/Google Earth/droni per classificazione automatica.
- Intelligenza artificiale per stima vulnerabilità.
- Riduzione tempi e costi di analisi.



Immagini



Riconoscimento



Classe di danno/
vulnerabilità

Conclusioni e proposta

- Il caso flegreo mostra un approccio replicabile.
- Oggi non conosciamo dove si concentra la vulnerabilità a scala locale, né c'è ancora una regia nazionale per intervenire in modo sistemico.
- Serve struttura normativa, fondi e regia unitaria.
- Opportunità per innovare la prevenzione in Italia, attraverso un piano nazionale di prevenzione strutturale basato su conoscenza, equità e visione di sistema.

**Conoscere
per prevenire,
prevenire
per salvare**



PLINIVS

Centro studi per l'ingegneria idrogeologica,
vulcanica e sismica.

Aree di studio 

Grazie per la cortese attenzione.