

# Rete dei Laboratori Universitari di Ingegneria Sismica e strutturale

## **Workshop**

### **Progetto DPC\_ ReLUIS - biennio 2022-2024 Roma 6 luglio 2022**

#### ***WP 2: Inventario delle tipologie strutturali ed edilizie esistenti***

*Coordinatore: prof. Giulio Zuccaro*

#### **Unità partecipanti (*del singolo WP*):**

1. UNINA-A (Zuccaro); 2. UNICAL-A (Garcea); 3. UNICH (Brando); 4. UNINA-B (Formisano); 5. UNINA-C (Landolfo); 6. UNINA-D (Brandonisio); 7. UNIBO (Savoia); 8. UNIFE-A (Minghini); 9. UNIFE-B (Tullini); 10. UNICR (Fuschi); 11. UNICUSANO (Ferracuti); 12. IUAV (Saetta-Faccio); 13. UNINA-E (Polese); 14. UNIFI (De Stefano); 15. POLITO (Chiaia); 16. UNIPA (Colajanni); 17. UNIPD-B (Valluzzi); 18. UNIPG (Speranzini); 19. UNICAMPANIA (De Matteis); 20. UNIVPM (Lenci); 21. UNIPD (Da Porto); 22. UNICAS (Imbimbo); 23. UNIGE (Lagomarsino); 24. POLIBA (Uva); 25. UNIBAS (Manfredi); 26. UNIMOL (Callari); 27. UNINA (Verderame); 28. POLIMI (Cardani)

# Rete dei Laboratori Universitari di Ingegneria Sismica e strutturale

## OBIETTIVI COMPLESSIVI DEL WP

- 1 **ampliamento dello studio della caratterizzazione tipologico strutturale del costruttivo nazionale**, sviluppato nel periodo 2014-2021, tramite l'individuazione *qualitativa* delle caratteristiche costruttive «regionali»;
- 2 **costruzione dei modelli di vulnerabilità a scala locale** attraverso la valutazione la valutazione (analitica, meccanica o ibrida) di curve di vulnerabilità «territoriali» correlate ad un inventario del patrimonio edilizio locale, distinto in classi tipologiche di vulnerabilità secondo quanto definito dalle scale macrosismiche.



**RISCHIO = HAZARD X ESPOSIZIONE X VULNERABILITÀ**

**MODELLO DI VULNERABILITÀ**

# Rete dei Laboratori Universitari di Ingegneria Sismica e strutturale

## OBIETTIVI COMPLESSIVI DEL WP

Gli **obiettivi** saranno raggiunti attraverso la suddivisione delle attività nei seguenti TASKS:

### TASK 2.1

#### SCHEDE CARTIS ATTIVITÀ DI RILIEVO E RACCOLTA DATI IN APPOSITO DATABASE

*Sviluppo di nuove attività di indagine attraverso le schede CARTIS, CARTIS EDIFICIO, CARTIS GRANDI LUCI e CARTIS CHIESE*



### TASK 2.2

#### SVILUPPO DATABASE E IMPLEMENTAZIONE DATI

*Manutenzione evolutiva e correttiva della web application CARTIS.*



### TASK 2.3

#### UTILIZZO DEL DB CARTIS NELLA VALUTAZIONE DI MODELLI DI VULNERABILITÀ SISMICA

*Sviluppo di analisi concernenti i modelli di vulnerabilità sismica sulla base delle informazioni raccolte nel database CARTIS.*



# Rete dei Laboratori Universitari di Ingegneria Sismica e strutturale

## OBIETTIVI COMPLESSIVI DEL WP

### TASK 2.1

SCHEDE CARTIS ATTIVITÀ DI RILIEVO E RACCOLTA DATI IN APPOSITO DATABASE

### TASK 2.2

SVILUPPO DATABASE E IMPLEMENTAZIONE DATI

### TASK 2.3

UTILIZZO DEL DB CARTIS NELLA VALUTAZIONE DI MODELLI DI VULNERABILITÀ SISMICA

2.3.1 – Esposizione

2.3.2 – Vulnerabilità delle tipologie in Muratura

2.3.3 – Vulnerabilità delle tipologie in Cemento Armato

2.3.4 – Vulnerabilità delle tipologie Grandi Luci

2.3.5 – Vulnerabilità delle Chiese **NEW!**

2.3.6 – Meccanica e dinamica computazionale applicata ad analisi di vulnerabilità regionali

2.3.7 – Analisi di rischio a scala territoriale

# Rete dei Laboratori Universitari di Ingegneria Sismica e strutturale

UR COINVOLTE		TASK 2.1 (obbligatorio)	TASK 2.2	TASK 2.3						
				2.3.1	2.3.2	2.3.3	2.3.4	2.3.5	2.3.6	2.3.7
1	unina-a (Zuccaro)	x	x	x	x			x		x
2	unical-a (Garcea)	x			x	x	x	x	x	x
3	unich (Brando)	x	x	x	x			x		
4	unina-b (Formisano)	x	x		x		x	x		x
5	unina-c (Landolfo)	x	x				x			x
6	unina-d (Brandonisio-Calderoni)	x			x			x	x	x
7	unibo (Savoia)	x			x		x	x		
8	unife-a (Minghini)	x					x		x	
9	unife-b (Tullini)	x					x		x	
10	unirc (Fuschi)	x								
11	unicusano (Ferracuti)	x				x		x		
12	iuav (Saetta/Faccio)	x				x				
13	unina-e (Polese- Di Ludovico -Prota)	x		x		x			x	x
14	unifi (De Stefano)	x			x	x	x		x	x
15	polito (Chiaia)	x				x				
16	unipa (Colajanni)	x		x						
17	unipd-b (Valluzzi)	x			x					
18	unipg (Speranzini)	x			x					
19	unicampania (De Matteis)	x						x		
20	univpm (Lenci)	x		x					x	
21	unipd (Da Porto)	x			x					
22	unicas (Imbimbo)	x			x					
23	unige (Lagomarsino)	x			x			x		
24	poliba (Uva)	x			x	x				
25	unibas (Manfredi)	x				x				
26	unimol (Callari)	x			x					
27	unina (Verderame)	x				x				
28	poilimi (Cardani)	x			x					
<b>UNITÀ COINVOLTE PER TASK</b>		<b>28</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>15</b>	<b>9</b>	<b>7</b>	<b>9</b>	<b>7</b>	<b>7</b>

# Rete dei Laboratori Universitari di Ingegneria Sismica e strutturale

## OBIETTIVI nel biennio 2022-2024

### TASK 2.1

**SCHEDE CARTIS ATTIVITÀ DI RILIEVO  
E RACCOLTA DATI IN APPOSITO  
DATABASE**

# Rete dei Laboratori Universitari di Ingegneria Sismica e strutturale

## OBIETTIVI nel biennio 2022-2024

### TASK 2.1

#### SCHEDE CARTIS ATTIVITÀ DI RILIEVO E RACCOLTA DATI IN APPOSITO DATABASE

#### 1. Nuova raccolta dati attraverso la compilazione della SCHEDA CARTIS

$$\begin{aligned}
 &2 \text{ COMUNI} \times 28 \text{ UNITÀ} \times 2 \text{ ANNI} = 112 \text{ COMUNI}^{\text{NEW!}} \\
 &+ \underline{506 \text{ COMUNI}}^{\text{2014-2021}} \\
 &618 \text{ COMUNI}
 \end{aligned}$$

Completezza del rilievo dei comuni italiani attesa a fine progetto: **7,72%**



**NON C'E' BUONA SCIENZA  
SENZA BUONI DATI**

#### 2. Nuova raccolta dati attraverso la compilazione della SCHEDA CARTIS EDIFICIO

nuove analisi di valutazione dell'edificato ordinario, attraverso la compilazione della scheda CARTIS EDIFICIO, e la conseguente immissione dati nella apposita web application, di **TUTTI GLI EDIFICI DI UN COMPARTO APPARTENENTE AD UNO DEI COMUNI ESAMINATI**, o, in alternativa, di **TUTTI GLI EDIFICI DI UNA O DUE SEZIONI CENSUARIE**, nel caso di comparti molto estesi.



# Rete dei Laboratori Universitari di Ingegneria Sismica e strutturale

## OBIETTIVI nel biennio 2022-2024

### TASK 2.2

### SVILUPPO DATABASE E IMPLEMENTAZIONE DATI

# Rete dei Laboratori Universitari di Ingegneria Sismica e strutturale

## OBIETTIVI nel biennio 2022-2024

### TASK 2.2

## SVILUPPO DATABASE E IMPLEMENTAZIONE DEI DATI

### Administration Panel



SCHEDA DI 1° LIVELLO PER LA CARATTERIZZAZIONE  
TIPOLOGICO-STRUTTURALE DEI COMPARTI URBANI  
COSTITUITI DA EDIFICI ORDINARI

# CARTIS 2014

a cura di:



Progetto Reluis 2014-2016

Linea "Sviluppo di una metodologia sistematica per la valutazione dell'esposizione  
a scala territoriale sulla base delle caratteristiche tipologico-strutturali degli edifici"

Unità di ricerca Università degli Studi di Napoli Federico II  
prof. Giulio Zuccaro (coordinatore), ing. Daniela De Gregorio



Sign In

Username

Password

Login

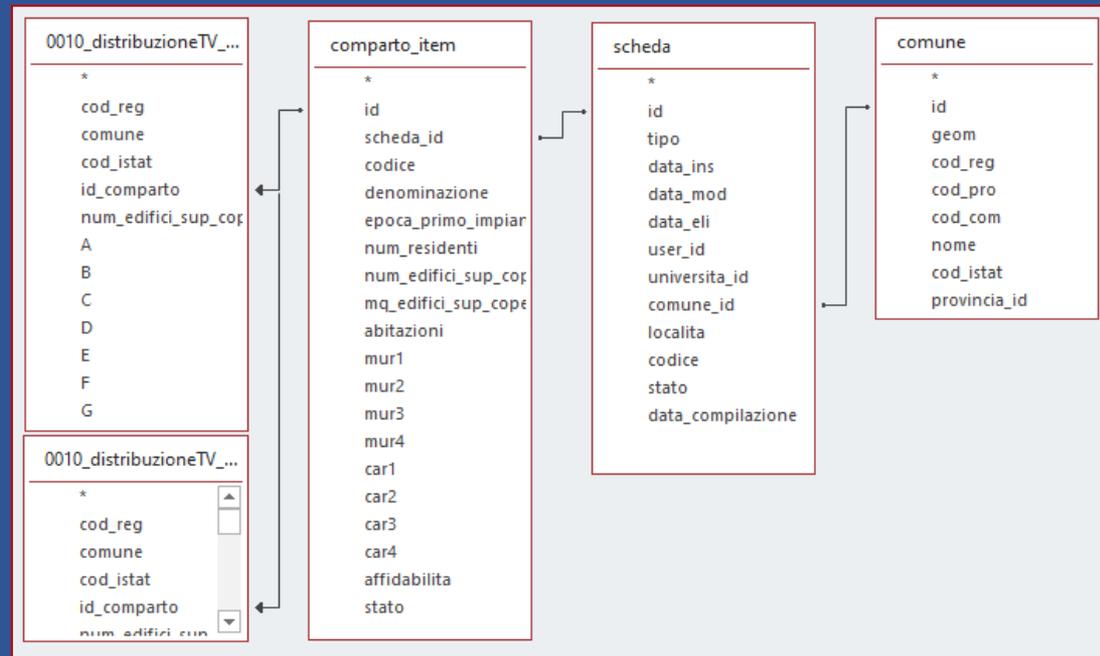
Sign in

# Rete dei Laboratori Universitari di Ingegneria Sismica e strutturale

## OBIETTIVI nel biennio 2022-2024

### TASK 2.2 SVILUPPO DATABASE E IMPLEMENTAZIONE DEI DATI

1. implementazione di interrogazioni sviluppate dalle UR (prof. Brando, prof. Formisano, prof. Landolfo...)
2. implementazione della sezione scheda CARTIS CHIESE



# Rete dei Laboratori Universitari di Ingegneria Sismica e strutturale

## OBIETTIVI nel biennio 2022-2024

### TASK 2.3

UTILIZZO DEL DB CARTIS NELLA  
VALUTAZIONE DEI MODELLI DI  
VULNERABILITA' SISMICA

# Rete dei Laboratori Universitari di Ingegneria Sismica e strutturale

## OBIETTIVI nel biennio 2022-2024

### TASK 2.3.1 ESPOSIZIONE

Distribuzione geografica in termini quantitativi e qualitativi dei differenti elementi a rischio che caratterizzano l'area in esame (**persone, edifici, infrastrutture, attività e beni culturali, etc.**), le cui condizioni e/o funzionamento possono essere danneggiati, alterati o distrutti a causa del verificarsi dell'evento naturale.

#### HAZUS building classification scheme (FEMA-NIBS 2003)

No.	Label	Description	Height			
			Range		Typical	
			Name	Stories	Stories	Feet
1	W1	Wood, Light Frame (≤ 5,000 sq.ft.)		1 - 2	1	14
2	W2	Wood, Commercial and Industrial (> 5,000 sq.ft.)		all	2	24
3	S1L	Steel Moment Frame	low-rise	1 - 3	2	24
4	S1M		mid-rise	4 - 7	5	60
5	S1H		high-rise	8+	13	156
6	S2L	Steel Braced Frame	low-rise	1 - 3	2	24
7	S2M		mid-rise	4 - 7	5	60
8	S2H		high-rise	8+	13	156
9	S3	Steel Light Frame		all	1	15
10	S4L	Steel Frame with Cast-in-Place Concrete Shear Walls	low-rise	1 - 3	2	24
11	S4M		mid-rise	4 - 7	5	60
12	S4H		high-rise	8+	13	156
13	S5L	Steel Frame with Unreinforced Masonry Infill Walls	low-rise	1 - 3	2	24
14	S5M		mid-rise	4 - 7	5	60
15	S5H		high-rise	8+	13	156
16	C1L	Concrete Moment Frame	low-rise	1 - 3	2	20
17	C1M		mid-rise	4 - 7	5	50
18	C1H		high-rise	8+	12	120
19	C2L	Concrete Shear Walls	low-rise	1 - 3	2	20
20	C2M		mid-rise	4 - 7	5	50
21	C2H		high-rise	8+	12	120
22	C3L	Concrete Frame with Unreinforced Masonry Infill Walls	low-rise	1 - 3	2	20
23	C3M		mid-rise	4 - 7	5	50
24	C3H		high-rise	8+	12	120
25	PC1	Precast Concrete Tilt-Up Walls		all	1	15
26	PC2L	Precast Concrete Frames with Concrete Shear Walls	low-rise	1 - 3	2	20
27	PC2M		mid-rise	4 - 7	5	50
28	PC2H		high-rise	8+	12	120
29	RM1L	Reinforced Masonry Bearing Walls with Wood or Metal Deck Diaphragms	low-rise	1 - 3	2	20
30	RM1M		mid-rise	4+	5	50
31	RM2L	Reinforced Masonry Bearing Walls with Precast Concrete Diaphragms	low-rise	1 - 3	2	20
32	RM2M		mid-rise	4 - 7	5	50
33	RM2H		high-rise	8+	12	120
34	URML	Unreinforced Masonry Bearing Walls	low-rise	1 - 2	1	15
35	URMM		mid-rise	3+	3	35
36	MH	Mobile Homes		all	1	10

#### EMS-98 building classification scheme (Grünthal, 1998)

Type of Structure	Vulnerability Class							
	A	B	C	D	E	F		
MASONRY	<ul style="list-style-type: none"> <li>rubble stone, fieldstone</li> <li>adobe (earth brick)</li> <li>simple stone</li> <li>massive stone</li> <li>unreinforced, with manufactured stone units</li> <li>unreinforced, with RC floors</li> <li>reinforced or confined</li> </ul>	○	○—	○—	○—	○—	○—	
	REINFORCED CONCRETE (RC)	<ul style="list-style-type: none"> <li>frame without earthquake-resistant design (ERD)</li> <li>frame with moderate level of ERD</li> <li>frame with high level of ERD</li> <li>walls without ERD</li> <li>walls with moderate level of ERD</li> <li>walls with high level of ERD</li> </ul>	○—	○—	○—	○—	○—	○—
		STEEL	<ul style="list-style-type: none"> <li>steel structures</li> </ul>	○—	○—	○—	○—	○—
			WOOD	<ul style="list-style-type: none"> <li>timber structures</li> </ul>	○—	○—	○—	○—

○ most likely vulnerability class; — probable range;  
 ○— range of less probable, exceptional cases

# Rete dei Laboratori Universitari di Ingegneria Sismica e strutturale

## OBIETTIVI nel biennio 2022-2024

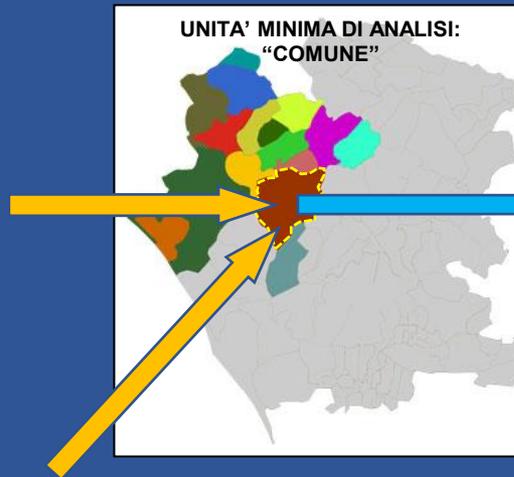
### TASK 2.3.1 ESPOSIZIONE

**DB ISTAT**

**POPOLAZIONE E ABITAZIONI**

CENSIMENTI PERMANENTI | Istat Istituto Nazionale di Statistica

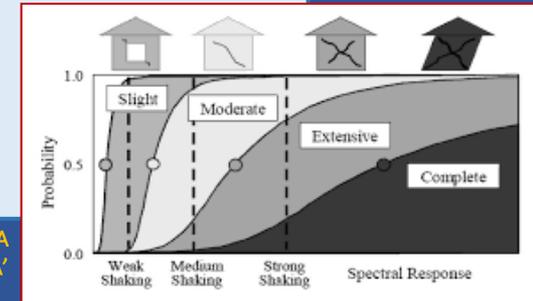
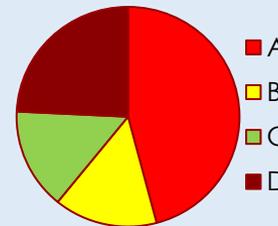
DATI AGGREGATI E DISAGGREGATI



**DISTRIBUZIONE DELLE CLASSI DI VULNERABILITA' PER "COMUNE"**

APPLICAZIONE DI CORRELAZIONI STATISTICHE AI DATI ISTAT E VALUTAZIONE DELLE DISTRIBUZIONI DELLE CLASSI DI VULNERABILITA' PER CIASCUN COMUNE

**DB CARTIS + DB CARTIS EDIFICIO**



SET DI CURVE PER CIASCUNA CLASSE DI VULNERABILITA'

# Rete dei Laboratori Universitari di Ingegneria Sismica e strutturale

## OBIETTIVI nel biennio 2022-2024

### TASK 2.3.1 ESPOSIZIONE | ASSEGNAZIONE DELLA CLASSE DI VULNERABILITA'

# SAVE

Determinare le distribuzioni di edifici in **classi di vulnerabilità** in funzione dei **parametri tipologico strutturale** che li caratterizzano.

- definizione delle **classi di vulnerabilità**
- valutazione dell'influenza delle caratteristiche tipologiche sul **parametro di danno**

1 Il parametro sintetico di danno **S.P.D.** è definito come:

$$SPD_v = \frac{\sum_{i=1}^5 N_{Di} \cdot i}{N_{TOT}}$$

in cui:

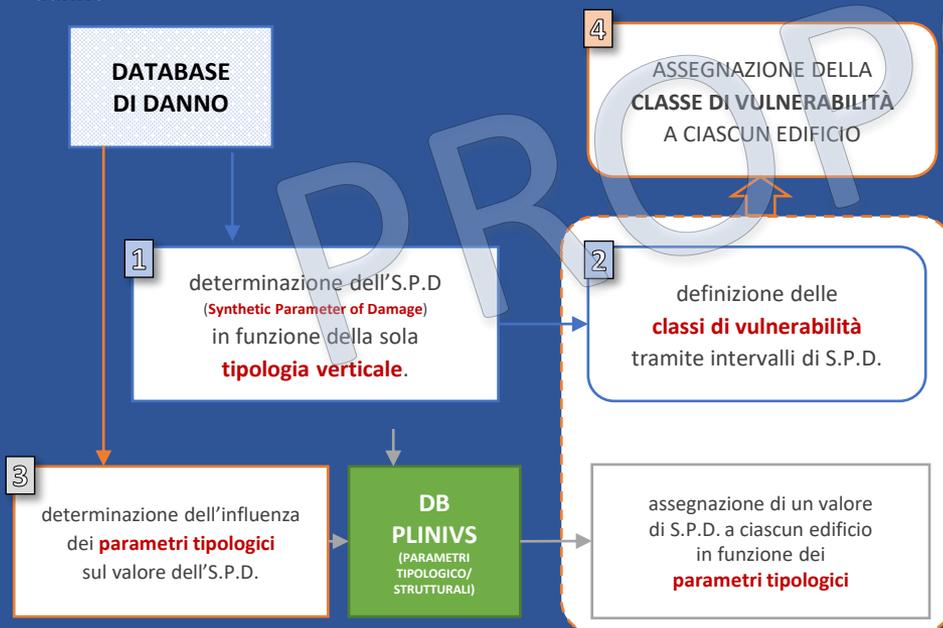
- ❖  $N_{Di}$  è il numero di edifici aventi danno  $D_i$ ;
- ❖  $i$  è il livello di danno;
- ❖  $N_{TOT}$  è il numero totale di edifici.

Una corretta valutazione dell'SPD può essere effettuata solo su un **campione esaustivo** dei livelli di danno.

2 Noto il range di valori in cui variano mediamente gli SPD per tipologia verticale, si definiscono opportunamente le classi di vulnerabilità

3 Gli edifici appartenenti a ciascuna tipologia verticale sono suddivisi in funzione del valore di un ulteriore parametro, ad esempio l'epoca di costruzione. Per ciascuna combinazione tra struttura verticale e valore del parametro scelto, viene valutato un ulteriore SPD. La differenza tra questo SPD e l'SPD della tipologia verticale considerata rappresenta l'influenza del parametro.

4 In funzione della tipologia strutturale e dell'influenza dei parametri considerati, si determina il punteggio di vulnerabilità di ciascun edificio, e ne viene assegnata la classe.



# Rete dei Laboratori Universitari di Ingegneria Sismica e strutturale

## OBIETTIVI nel biennio 2022-2024

### TASK 2.3.1 ESPOSIZIONE | ASSEGNAZIONE DELLA CLASSE DI VULNERABILITA'

A	B	C	D
-	2.0	1.7	1.4
2.0	1.7	1.4	-

Classe struttura verticale

B

Spd medio della classe

1.87

Caratteristiche note:

Ps1: solaio in acciaio  
 Ps5 : presenza di catene  
 Pg5: geometria regolare  
 .....  
 Pij :

Variazione di spd

1.54

Assegnazione classe

C

La procedura è applicabile indipendentemente dal numero di parametri noti

# Rete dei Laboratori Universitari di Ingegneria Sismica e strutturale

## OBIETTIVI nel biennio 2022-2024

### TASK 2.3.2 VULNERABILITÀ DELLE TIPOLOGIE IN MURATURA

### TASK 2.3.3 VULNERABILITÀ DELLE TIPOLOGIE IN CEMENTO ARMATO

Catalogo di modelli di vulnerabilità (curve di fragilità) a scala locale per **classi tipologiche** costruite sulla base del database CARTIS, attraverso:

- **metodi meccanici** su modelli costruiti nel rispetto delle caratteristiche tipologico-strutturali definite attraverso il DB CARTIS;
- **metodi empirici** sulla base di database di danno disponibili (ad es. DADO, PLINIVS, etc.);
- **metodi ibridi**.

### TASK 2.3.6 MECCANICA E DINAMICA COMPUTAZIONALE APPLICATA AD ANALISI DI VULNERABILITÀ REGIONALE

**CONFRONTO DEI MODELLI  
DI VULNERABILITA' PER  
CLASSI TIPOLOGICHE**



**EVENTUALE CORREZIONE DEL  
MODELLO DI ESPOSIZIONE  
(ASSEGNAZIONE CLASSE)**

# Rete dei Laboratori Universitari di Ingegneria Sismica e strutturale

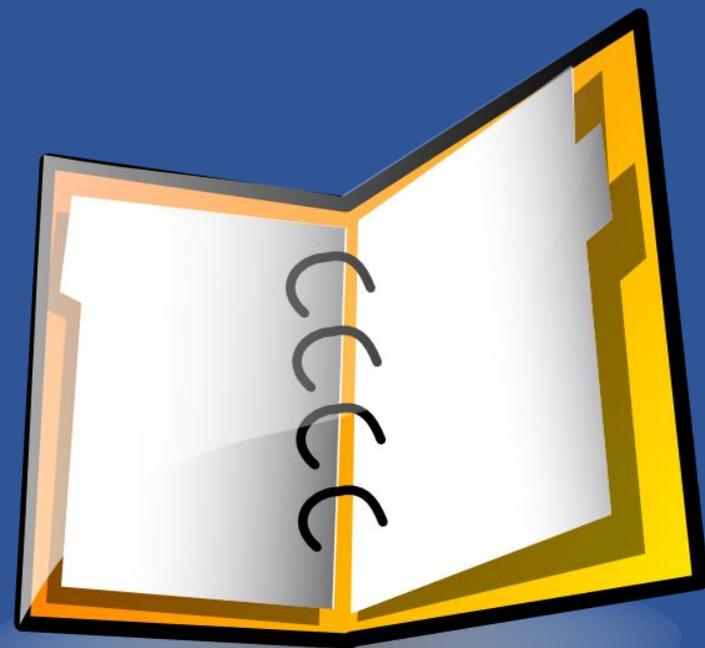
## OBIETTIVI nel biennio 2022-2024

### TASK 2.3.4 VULNERABILITÀ DELLE TIPOLOGIE GRANDI LUCI

**Catalogo di modelli di vulnerabilità** (classi e curve) a scala locale per **classi tipologiche** di "grande luce" costruite sulla base del database CARTIS, attraverso metodi meccanici, empirici o ibridi.

### TASK 2.3.5 VULNERABILITÀ DELLE CHIESE

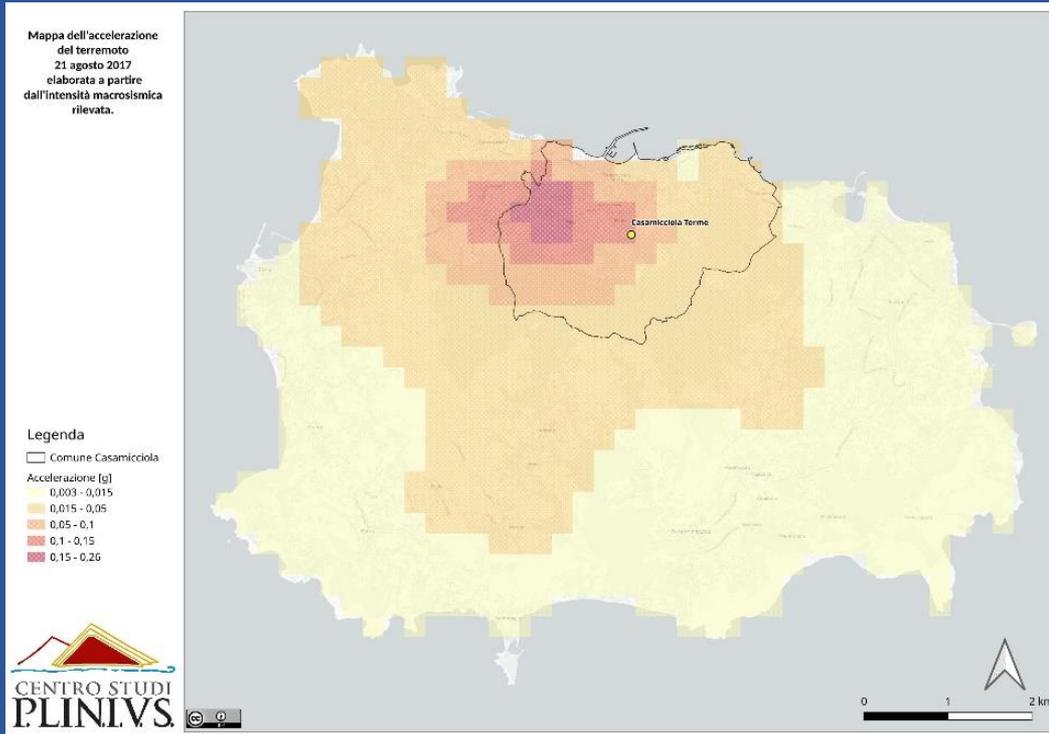
**Catalogo di modelli di vulnerabilità** (classi e curve) a scala locale per classi tipologiche di "chiese" costruite sulla base del database CARTIS, attraverso metodi meccanici, empirici o ibridi.



# Rete dei Laboratori Universitari di Ingegneria Sismica e strutturale

## OBIETTIVI nel biennio 2022-2024

### TASK 2.3.7 ANALISI DI RISCHIO A SCALA TERRITORIALE



- Sviluppo di analisi di rischio a scala territoriale (comunale e regionale) con l'ausilio dei modelli di vulnerabilità (esposizione e vulnerabilità) desunti a partire dal database CARTIS dalla le curve di vulnerabilità
- Comparazione dei risultati ottenuti con le analisi di rischio e scenario prodotte con la piattaforma IRMA.

# Rete dei Laboratori Universitari di Ingegneria Sismica e strutturale

## Prodotti attesi

### PRODOTTI

#### TASK 2.1

#### SCHEDA CARTIS ATTIVITÀ DI RILIEVO E RACCOLTA DATI IN APPOSITO DATABASE

*Sviluppo di nuove attività di indagine attraverso le schede CARTIS, CARTIS EDIFICIO, CARTIS GRANDI LUCI e CARTIS CHIESE*

- REPORT
- COMPILAZIONE DB

#### TASK 2.2

#### SVILUPPO DATABASE E IMPLEMENTAZIONE DATI

*Manutenzione evolutiva e correttiva della web application CARTIS.*

- MODULI SOFTWARE

#### TASK 2.3

#### UTILIZZO DEL DB CARTIS NELLA VALUTAZIONE DI MODELLI DI VULNERABILITÀ SISMICA

*Sviluppo di analisi concernenti i modelli di vulnerabilità sismica sulla base delle informazioni raccolte nel database CARTIS.*

- REPORT