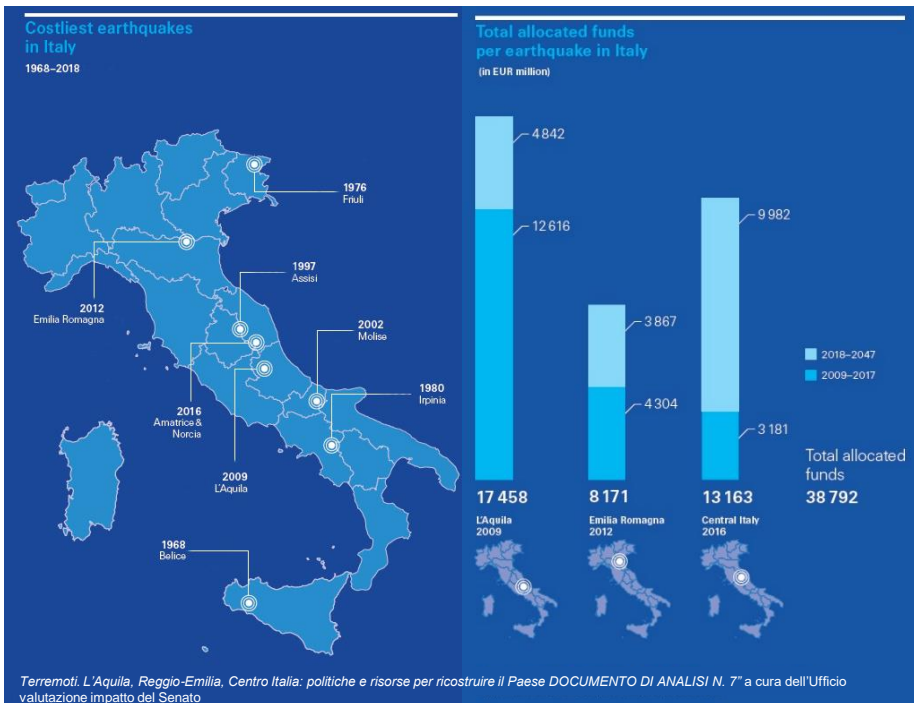
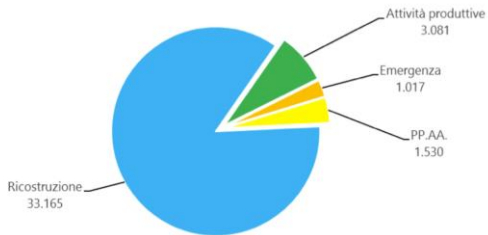


***Vulnerabilità sismica alla scala sovraregionale
mediante analisi condotte su archetipi***



IL TERREMOTO UN PROBLEMA SOCIALE....



....ED ECONOMICO



OBIETTIVO DELLA RICERCA:

Valutazione dell'esposizione multi-scala: scala regionale, sovra regionale, nazionale:

- NUOVO MODELLO DI ESPOSIZIONE ALLE DIVERSE SCALE SU BASE CARTIS**
- INDIVIDUAZIONE DI EDIFICI ARCHETIPO**
- VALUTAZIONE DELLA VARIAZIONE DELLA VULNERABILITÀ IN BASE AL TIPO DI ESPOSIZIONE (che dipende dalla scala di analisi)**



ESPOSIZIONE DA CENSIMENTO/INVENTARIO

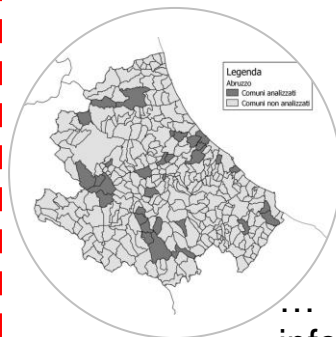
ISTAT



Informazioni a livello nazionale:

- N. piani
- Materiale costruzione
- Epoca di costruzione

CARTIS



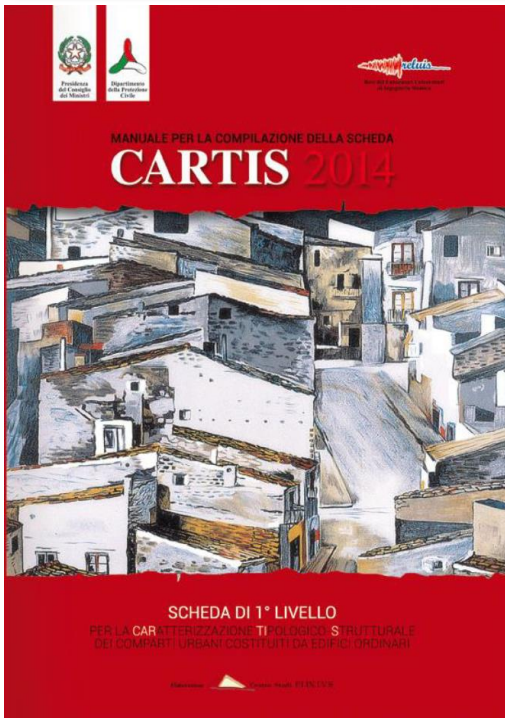
Informazioni a livello comunale:

- N. piani
- Materiale costruzione
- Epoca di costruzione
-

... e tantissime altre informazioni per caratterizzare le tipologie edilizie in dettaglio

COS'È CARTIS?

Scheda per la caratterizzazione tipologico-strutturale dell'edilizia residenziale




PROTEZIONE CIVILE
 Presidenza del Consiglio dei Ministri
 Dipartimento della Protezione Civile


CARTIS 2014
 SCHEDA DI 1° LIVELLO PER LA CARATTERIZZAZIONE TIPOLOGICO-STRUTTURALE
 DEI COMPARTI URBANI COSTITUITI DA EDIFICI ORDINARI

SEZIONE 0: Identificazione Comune e Comparti
PARTE A

DATA: ____/____/____

a. DATI DI LOCALIZZAZIONE Regione: _____ Codice ISTAT [____]

Provincia: _____ Codice ISTAT [____]

Comune: _____ Codice ISTAT [____]

Municipalità/ Frazione/ Località (denominazione ISTAT) _____

b. DATI GENERALI COMUNE Numero totale residenti del Comune [____] Piano Particolareggiato

Anno di prima classificazione sismica [____] Centro Storico

Anno di approvazione Piano Regolatore Generale [____] SI NO

Anno di approvazione Programma di fabbricazione [____]

Numero totale abitazioni _____

Dato ISTAT [____] Dato rilevato [____]

Numero totale edifici _____

Dato ISTAT [____] Dato rilevato [____]

c. NUMERO ZONE OMOGENEE (COMPARTI) [____]

d. DATI IDENTIFICATIVI Codice UR: [____]

UNITÀ DI RICERCA (UR) RELUIS Referente: _____ Mail: _____

Ente di appartenenza: _____


Qualifica: _____

Titolo di studio: _____


Indirizzo: _____

Cell: _____

Mail: _____


PROTEZIONE CIVILE
 Presidenza del Consiglio dei Ministri
 Dipartimento della Protezione Civile

CARTIS 2014



SEZIONE 0: Identificazione Comune e Comparti
PARTE B

Tel./Cell.: _____

Prinzipal: _____

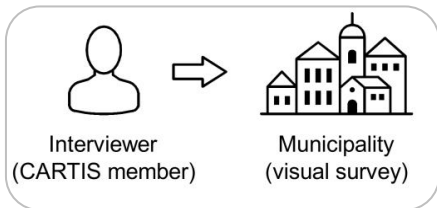
Cell.: _____

INVS A1/4

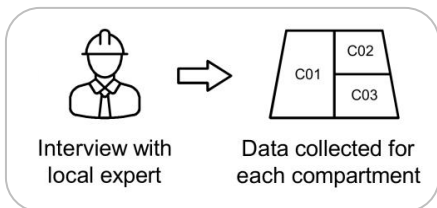
A4/4
Laboratori Centro Studi PLINUS

FILOSOFIA CARTIS

1. Sopralluogo



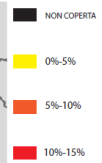
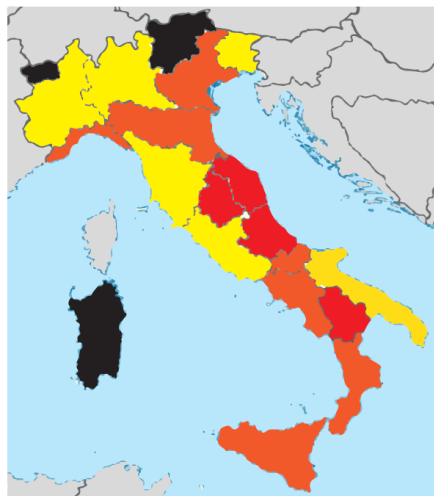
2. Intervista ad un tecnico locale e suddivisione in comparti



3. Raccolta in database



COPERTURA SCHEDA CARTIS IN ITALIA



421 COMUNI
(5,2% del totale dei comuni presenti in Italia*)

| | | |
|----|-------------|-----------------------------------|
| 1 | UNINA-a | Zuccaro Giulio |
| 2 | IUAV | Paolo Faccio/ Anna Saetta |
| 3 | POLIBA | Giuseppina Uve |
| 4 | POLIMI | Giuliana Cardani |
| 5 | POLITO | Bernardino Chiaia |
| 6 | UNIBAS | Angelo Masi |
| 7 | UNIBO | Marco Savoia |
| 8 | UNICAL-a | Giovanni Garcea |
| 9 | UNICAL-b | Renato S. Olivito |
| 10 | UNICCH-a | Giuseppe Brando |
| 11 | UNICH-b | Ivo Vanzì |
| 12 | UNIFE-a | Fabio Minghini |
| 13 | UNIFE-b | Nerio Tullini |
| 14 | UNIFI-a | Andrea Vignoli |
| 15 | UNIFI-b | Mario De Stefano |
| 16 | UNIGE | Sergio Lagomarsino |
| 17 | UNIMOI | Carlo Callari |
| 18 | UNICAMPANIA | Gianfranco De Matteis |
| 19 | UNINA-b | Bruno Calderoni |
| 20 | UNINA-c | Raffaele Landolfo |
| 21 | UNINA-d | Di Ludovico/ Polese/Prata |
| 22 | UNINA-e | Gerardo Mario Verderame |
| 23 | UNINA-f | Antonio Formisano |
| 24 | UNIPA | Piero Colajanni/ Liborio Cavaleri |
| 25 | UNIPD-a | Francesca da Porto |
| 26 | UNIPD-b | Maria Rosaria Valluzzi |
| 27 | UNIPG | Antonio Borri |
| 28 | UNIRC | Paolo Fuschi |
| 29 | UNITN | Maurizio Piazza |
| 30 | UNIVPM | Stefano Lenci |
| 31 | UNICAS | Maura Imbimbo |
| 32 | UNICUSANO | Barbara Ferracuti |

UR COINVOLTE NEL PROGETTO:

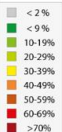
Dal 2014 si è passati da **14 UR** coinvolte nel progetto a **32 UR**

*Zuccaro G, Dolce M, Perelli FL, De Gregorio D and Speranza E (2023), CARTIS: a method for the typologicalstructural characterization of Italian ordinary buildings in urban areas. Front. Built Environ. 9:1129176. doi: 10.3389/fbuil.2023.1129176

DISTRIBUZIONE DELLE CARATTERISTICHE DELL'EDIFICATO NELLE DIVERSE REGIONI:

TIPO DI MURATURA

BLOCKS



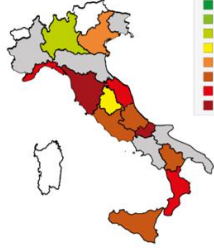
ROUGH-HEWN MASONRY
Without courses



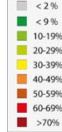
SQUARE CUT STONE



IRREGULAR MASONRY
Without courses



IRREGULAR MASONRY
With courses

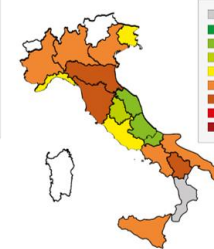


NUMERO PIANI

1 STORIES



2 STORIES



3 STORIES

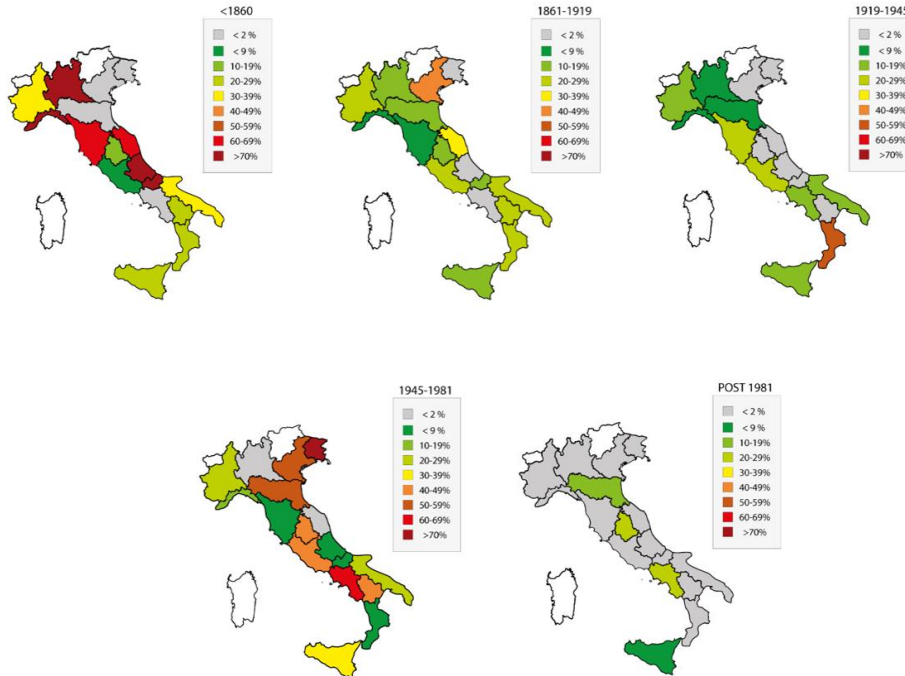


5 STORIES



6 STORIES



DISTRIBUZIONE DELLE CARATTERISTICHE DELL'EDIFICATO NELLE DIVERSE REGIONI:**EPOCA DI COSTRUZIONE**

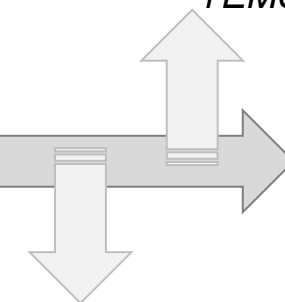
CARTIS*(Livello urbano)*

*Analisi delle
 caratteristiche
 dell'edificato a
 livello comunale*

**SOVRA-
REGIONALIZZAZIONE**

*Estensione delle
 informazioni per un
 inventario regionale e
 sovraregionale basato su
ARCHETIPI (tipologie
 prevalenti)*

*Definizione classi di vulnerabilità
 tipologiche in accordo con
 l'EMS98*



***Definizione di
 nuovi modelli
 di vulnerabilità
 regionalizzati***



*Confronto con i risultati
 ottenuti a livello nazionale*

DAI DATI CARTIS

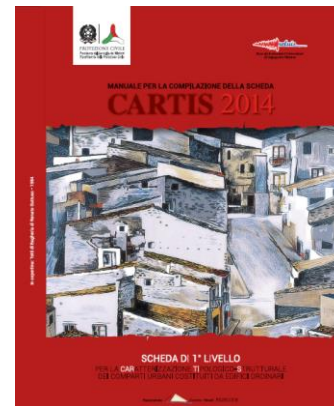
Scheda di rilevamento per la caratterizzazione tipologico-strutturale dell'edilizia residenziale

SCRIPT MATLAB
(Basaglia et al.2021*)



AGLI ARCHETIPI

Rappresentativi dell'ambiente costruito a scala regionale/sovraregionale



*Basaglia, A., Cianchino, G., Cocco, G., Rapone, D., Terrenzi, M., Spacone, E., & Brando, G. (2021). An automatic procedure for deriving building portfolios using the Italian "CARTIS" online database. *Structures*, 34(June), 2974–2986. <https://doi.org/10.1016/j.istruc.2021.09.054>

LA SCALA DI ANALISI

INTERROGAZIONE DEL DB A PARTIRE DA DATI INPUT DIFFERENTI SCELTI DALL'UTENTE:

❑ INTERROGAZIONE PER REGIONE

Valutazione degli archetipi in una specifica regione



❑ INTERROGAZIONE PER AREE

Valutazione degli archetipi rappresentativi di una macro-area



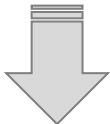
❑ INTERROGAZIONE PER L'INTERA NAZIONE

Valutazione degli archetipi rappresentativi dell'intera nazione

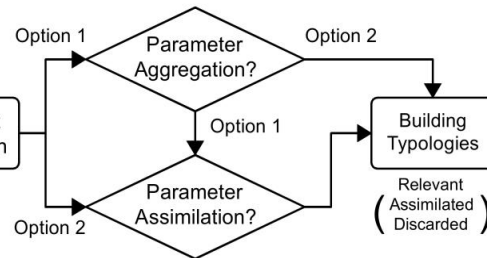
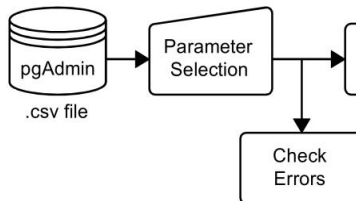


QUANTO VARIA IL RISULTATO?

SCRIPT MATLAB
(Basaglia et al.2021)

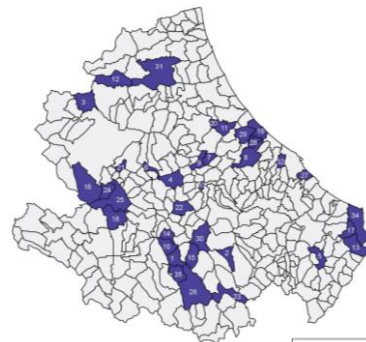


**PRIMA APPLICAZIONE:
REGIONE ABRUZZO**



Major UKM sub-typologies for the Abruzzo Region based on CARTIS data.

| Sub-typology | Masonry type* | Number of storeys | Construction period | Ring beams and tie rods | Slab type | Roof material | Wall thickness at the ground floor | Distance between walls |
|--------------|---------------|-------------------|---------------------|-------------------------|------------|---------------|------------------------------------|------------------------|
| 1 | A1 | 3 | < 1860 | Absent | Flexible | Light | >60 cm | <5 m |
| 2 | A1 | 3 | < 1860 | Present | Semi-rigid | Light | >60 cm | <5 m |
| 3 | A1 | 3 | < 1860 | Absent | Semi-rigid | Light | >60 cm | <5 m |
| 4 | A1 | 3 | < 1860 | Present | Flexible | Light | >60 cm | <5 m |
| 5 | A1 | 4 | < 1860 | Present | Semi-rigid | Light | >60 cm | <5 m |
| 6 | A1 | 3 | < 1860 | Absent | Flexible | Heavy | >60 cm | <5 m |
| 7 | A1 | 4 | < 1860 | Present | Flexible | Light | >60 cm | <5 m |
| 8 | A1 | 3 | < 1860 | Absent | Semi-rigid | Heavy | >60 cm | <5 m |
| 9 | A1 | 4 | < 1860 | Absent | Flexible | Light | >60 cm | <5 m |
| 10 | C3 | 2 | 1945-1981 | Absent | Semi-rigid | Heavy | <60 cm | <5 m |
| 11 | C3 | 3 | 1945-1981 | Present | Rigid | Heavy | <60 cm | >5 m |
| 12 | A1 | 3 | < 1860 | Present | Semi-rigid | Heavy | >60 cm | <5 m |
| 13 | A1 | 3 | < 1860 | Present | Flexible | Heavy | >60 cm | <5 m |
| 14 | C3 | 4 | 1945-1981 | Present | Rigid | Heavy | <60 cm | >5 m |
| 15 | A1 | 4 | < 1860 | Absent | Semi-rigid | Light | >60 cm | <5 m |
| 16 | C3 | 2 | < 1860 | Present | Flexible | Light | <60 cm | <5 m |
| 17 | C3 | 2 | < 1860 | Absent | Flexible | Light | <60 cm | <5 m |
| 18 | C3 | 3 | < 1860 | Present | Flexible | Light | <60 cm | <5 m |
| 19 | C3 | 3 | < 1860 | Absent | Flexible | Light | <60 cm | <5 m |
| 20 | C3 | 4 | < 1860 | Present | Flexible | Light | <60 cm | <5 m |
| 21 | C3 | 4 | < 1860 | Absent | Flexible | Light | <60 cm | <5 m |
| 22 | A1 | 2 | < 1860 | Absent | Flexible | Light | >60 cm | <5 m |
| 23 | C3 | 3 | 1945-1981 | Absent | Rigid | Heavy | <60 cm | >5 m |
| 24 | A1 | 4 | < 1860 | Present | Flexible | Heavy | >60 cm | <5 m |
| 25 | A1 | 4 | < 1860 | Absent | Flexible | Heavy | >60 cm | <5 m |
| 26 | C3 | 4 | 1945-1981 | Absent | Rigid | Heavy | <60 cm | >5 m |



- | | |
|---------------------------|--------------------------|
| 1. Anversa degli Abruzzi | 18. Ovindoli |
| 2. Campo di Giove | 19. Pescara |
| 3. Campotosto | 20. Picciano |
| 4. Capestrano | 21. Poggio Picenze |
| 5. Carpineto Sinello | 22. Popoli |
| 6. Castelvecchio Calvisio | 23. Rivisondoli |
| 7. Catignano | 24. Rocca di Cambio |
| 8. Chieti | 25. Rocca di Mezzo |
| 9. Civitavecchia | 26. San Giovanni Teatino |
| 10. Cocullo | 27. San Vito Chietino |
| 11. Collecervino | 28. Scanno |
| 12. Cortino | 29. Spoltore |
| 13. Cupello | 30. Sulmona |
| 14. Goriano Sicoli | 31. Teramo |
| 15. Introdacqua | 32. Tollo |
| 16. Lucoli | 33. Torre de' Passeri |
| 17. Montedorsorio | 34. Vasto |
| | 35. Villalago |

LE TIPOLOGIE INDIVIDUABILI SUL TERRITORIO NAZIONALE AL VARIARE DELLA SCALA:

PER MACROAREE

MACROAREA ITALIA SETTENTRIONALE

| ID | SISTEMA RESISTENTE PRINCIPALE | N. PIANI | EPOCA DI COSTRUZIONE | CORDOLIE CATENE | CARATTERISTICHE SOLAIO | MATERIALE COPERTURA | SPESSORE MEDIO PARETI/PT | INTERASSE PARETI | CUMULATIVA ASSIMILATA |
|-----|---------------------------------------|-------------|----------------------|-----------------|------------------------|---------------------|--------------------------|------------------|-----------------------|
| 1 N | 'Blocks' | '3 Stories' | '1945-1981' | 'Present' | 'Rigid' | 'Heavy' | '< 60 cm' | < 5 m | 15.8 |
| 2 N | 'Blocks' | '2 Stories' | '1945-1981' | 'Present' | 'Rigid' | 'Heavy' | '< 60 cm' | < 5 m | 26.94 |
| 3 N | 'Blocks' | '4 Stories' | '1945-1981' | 'Present' | 'Rigid' | 'Heavy' | '< 60 cm' | < 5 m | 36.18 |
| 4 N | 'Blocks' | '2 Stories' | '1945-1981' | 'Absent' | 'Rigid' | 'Heavy' | '< 60 cm' | < 5 m | 43.5 |
| 5 N | 'Irregular masonry - Without courses' | '3 Stories' | '1861-1919' | 'Present' | 'Rigid' | 'Heavy' | '< 60 cm' | < 5 m | 51.29 |
| 6 N | 'Irregular masonry - Without courses' | '2 Stories' | '1861-1919' | 'Present' | 'Rigid' | 'Heavy' | '< 60 cm' | < 5 m | 58.73 |
| 7 N | 'Blocks' | '3 Stories' | '1945-1981' | 'Absent' | 'Rigid' | 'Heavy' | '< 60 cm' | < 5 m | 63.46 |
| 8 N | 'Block' | '2 Stories' | 'Post 1981' | 'Absent' | 'Rigid' | 'Heavy' | '< 60 cm' | < 5 m | 65.88 |
| 9 N | | | | | | | | | |

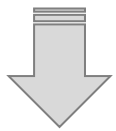
MACROAREA ITALIA CENTRALE

| ID | SISTEMA RESISTENTE PRINCIPALE | N. PIANI | EPOCA DI COSTRUZIONE | CORDOLIE CATENE | CARATTERISTICHE SOLAIO | MATERIALE COPERTURA | SPESSORE MEDIO PARETI/PT | INTERASSE PARETI | CUMULATIVA ASSIMILATA |
|------|---------------------------------------|-------------|----------------------|-----------------|------------------------|---------------------|--------------------------|------------------|-----------------------|
| 10 N | 'Irregular masonry - Without courses' | '3 Stories' | '< 1860' | 'Present' | 'Flexible' | 'Light' | '> 60 cm' | < 5 m | 20.33 |
| 11 N | 'Irregular masonry - Without courses' | '4 Stories' | '< 1860' | 'Present' | 'Flexible' | 'Light' | '> 60 cm' | < 5 m | 35.21 |
| 12 N | 'Irregular masonry - Without courses' | '3 Stories' | '1861-1919' | 'Present' | 'Flexible' | 'Light' | '> 60 cm' | < 5 m | 42.64 |
| 13 N | 'Blocks' | '2 Stories' | '1861-1919' | 'Present' | 'Flexible' | 'Light' | '> 60 cm' | < 5 m | 47.9 |
| 14 N | 'Blocks' | '2 Stories' | '1861-1919' | 'Present' | 'Rigid' | 'Light' | '> 60 cm' | < 5 m | 52.85 |
| 15 N | 'Blocks' | '3 Stories' | '1861-1919' | 'Present' | 'Rigid' | 'Light' | '> 60 cm' | < 5 m | 56.98 |
| 16 N | 'Irregular masonry - Without courses' | '3 Stories' | '< 1860' | 'Absent' | 'Flexible' | 'Light' | '> 60 cm' | < 5 m | 59.45 |
| 17 N | 'Irregular masonry - Without courses' | '3 Stories' | '< 1860' | 'Present' | 'Flexible' | 'Heavy' | '> 60 cm' | < 5 m | 61.2 |
| 18 N | 'Blocks' | '2 Stories' | '1861-1919' | 'Absent' | 'Flexible' | 'Light' | '> 60 cm' | < 5 m | 63.05 |
| 19 N | 'Blocks' | '3 Stories' | | | | | | | |

MACROAREA ITALIA MERIDIONALE

| ID | SISTEMA RESISTENTE PRINCIPALE | N. PIANI | EPOCA DI COSTRUZIONE | CORDOLIE CATENE | CARATTERISTICHE SOLAIO | MATERIALE COPERTURA | SPESSORE MEDIO PARETI/PT | INTERASSE PARETI | CUMULATIVA ASSIMILATA |
|------|---------------------------------------|-------------|----------------------|-----------------|------------------------|---------------------|--------------------------|------------------|-----------------------|
| 10 C | 'Blocks' | '3 S' | | | | | | | |
| 11 C | 'Irregular masonry - Without courses' | '4 S' | | | | | | | |
| 12 C | 'Irregular masonry - Without courses' | '4 S' | | | | | | | |
| 13 C | 'Blocks' | '3 S' | | | | | | | |
| 14 C | 'Blocks' | '2 S' | | | | | | | |
| 15 C | 'Blocks' | '3 S' | | | | | | | |
| 16 C | 'Blocks' | '4 S' | | | | | | | |
| 1 S | 'Irregular masonry - Without courses' | '3 Stories' | '< 1860' | 'Absent' | 'Flexible' | 'Light' | '> 60 cm' | < 5 m | 17.9 |
| 2 S | 'Irregular masonry - Without courses' | '2 Stories' | '1919-1945' | 'Absent' | 'Semi-rigid' | 'Light' | '< 60 cm' | < 5 m | 25.43 |
| 3 S | 'Irregular masonry - Without courses' | '2 Stories' | '< 1860' | 'Absent' | 'Flexible' | 'Light' | '> 60 cm' | < 5 m | 28.38 |
| 4 S | 'Blocks' | '2 Stories' | '1945-1981' | 'Absent' | 'Rigid' | 'Heavy' | '< 60 cm' | < 5 m | 36.65 |
| 5 S | 'Irregular masonry - Without courses' | '3 Stories' | '1861-1919' | 'Absent' | 'Flexible' | 'Light' | '> 60 cm' | < 5 m | 39.23 |
| 6 S | 'Square cut stone - Without courses' | '2 Stories' | '1945-1981' | 'Absent' | 'Rigid' | 'Heavy' | '< 60 cm' | < 5 m | 49.32 |
| 7 S | 'Irregular masonry - Without courses' | '3 Stories' | '1861-1919' | 'Absent' | 'Flexible' | 'Light' | '< 60 cm' | < 5 m | 50.64 |
| 8 S | 'Square cut stone - Without courses' | '3 Stories' | '1945-1981' | 'Absent' | 'Rigid' | 'Heavy' | '< 60 cm' | < 5 m | 55.1 |
| 9 S | 'Square cut stone - Without courses' | '3 Stories' | '1945-1981' | 'Present' | 'Rigid' | 'Heavy' | '< 60 cm' | < 5 m | 57.12 |
| 10 S | 'Irregular masonry - Without courses' | '4 Stories' | '< 1860' | 'Absent' | 'Flexible' | 'Light' | '> 60 cm' | < 5 m | 58.69 |

41 TIPOLOGIE RAPPRESENTATIVE



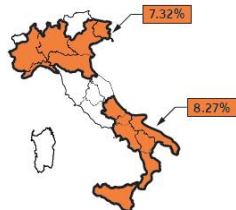
37 TIPOLOGIE RAPPRESENTATIVE del territorio nazionale



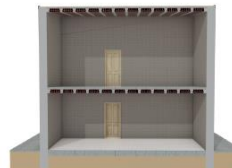
DISTRIBUZIONE DELLE TIPOLOGIE RICORRENTI:

| ID | FREQUENZA | | | | N.EDIFICI | SISTEMA RESISTENTE PRINCIPALE | N. PIANI | PERIODO DI COSTRUZIONE | CORDOLI E CATENE | CARATTERISTICHE SOLAIO | MATERIALE COPERTURA | SPESSORE MEDIO PARETI PT |
|-----|-----------|------------|------------|-----------------------|-----------|-------------------------------|-------------|------------------------|------------------|------------------------|---------------------|--------------------------|
| | ORIGINALE | CUMULATIVA | ASSIMILATA | CUMULATIVA ASSIMILATA | | | | | | | | |
| 4 N | 7.19 | 32.6 | 7.32 | 43.5 | 14784 | 'Blocks' | '2 Stories' | '1945-1981' | 'Absent' | 'Rigid' | 'Heavy' | '< 60 cm' |
| 4 S | 1.28 | 6.24 | 8.27 | 36.65 | 1985 | 'Blocks' | '2 Stories' | '1945-1981' | 'Absent' | 'Rigid' | 'Heavy' | '< 60 cm' |

| ID | FREQUENZA ASSIMILATA | N.EDIFICI |
|-----|----------------------|-----------|
| 4 N | 7.32 | 14784 |
| 4 S | 8.27 | 1985 |



Prospetto Frontale



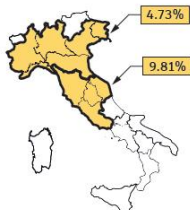
Sezione Trasversale



Sezione Longitudinale

| ID | FREQUENZA | | | | N.EDIFICI | SISTEMA RESISTENTE PRINCIPALE | N. PIANI | PERIODO DI COSTRUZIONE | CORDOLI E CATENE | CARATTERISTICHE SOLAIO | MATERIALE COPERTURA | SPESSORE MEDIO PARETI PT |
|------|-----------|------------|------------|-----------------------|-----------|-------------------------------|-------------|------------------------|------------------|------------------------|---------------------|--------------------------|
| | ORIGINALE | CUMULATIVA | ASSIMILATA | CUMULATIVA ASSIMILATA | | | | | | | | |
| 7 N | 4.66 | 50.83 | 4.73 | 63.46 | 9580 | 'Blocks' | '3 Stories' | '1945-1981' | 'Absent' | 'Rigid' | 'Heavy' | '< 60 cm' |
| 13 C | 1.13 | 52.94 | 9.81 | 78.77 | 782 | 'Blocks' | '3 Stories' | '1945-1981' | 'Absent' | 'Rigid' | 'Heavy' | '< 60 cm' |

| ID | FREQUENZA ASSIMILATA | N.EDIFICI |
|------|----------------------|-----------|
| 7 N | 4.73 | 9580 |
| 13 C | 9.81 | 782 |



Prospetto Frontale



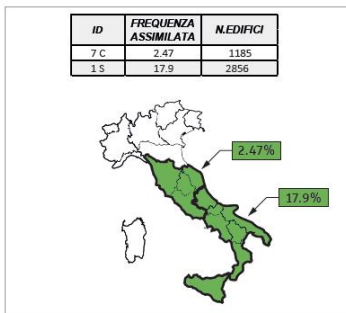
Sezione Trasversale



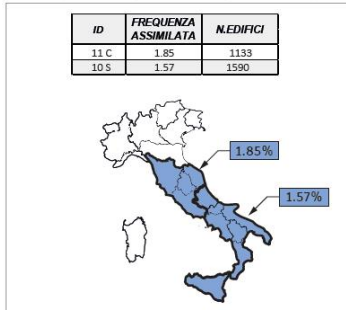
Sezione Longitudinale

DISTRIBUZIONE DELLE TIPOLOGIE RICORRENTI:

| ID | FREQUENZA | | | | N.EDIFICI | SISTEMA RESISTENTE PRINCIPALE | N. PIANI | PERIODO DI COSTRUZIONE | CORDOLI E CATENE | CARATTERISTICHE SOLAIO | MATERIALE COPERTURA | SPESSORE MEDIO PARETI PT |
|-----|-----------|------------|------------|-----------------------|-----------|---------------------------------------|-------------|------------------------|------------------|------------------------|---------------------|--------------------------|
| | ORIGINALE | CUMULATIVA | ASSIMILATA | CUMULATIVA ASSIMILATA | | | | | | | | |
| 7 C | 1.71 | 43.61 | 2.47 | 59.45 | 1185 | 'Irregular masonry - Without courses' | '3 Stories' | '< 1860' | 'Absent' | 'Flexible' | 'Light' | '> 60 cm' |
| 1 S | 1.85 | 1.85 | 17.9 | 17.9 | 2856 | 'Irregular masonry - Without courses' | '3 Stories' | '< 1860' | 'Absent' | 'Flexible' | 'Light' | '> 60 cm' |



| ID | FREQUENZA | | | | N.EDIFICI | SISTEMA RESISTENTE PRINCIPALE | N. PIANI | PERIODO DI COSTRUZIONE | CORDOLI E CATENE | CARATTERISTICHE SOLAIO | MATERIALE COPERTURA | SPESSORE MEDIO PARETI PT |
|------|-----------|------------|------------|-----------------------|-----------|---------------------------------------|-------------|------------------------|------------------|------------------------|---------------------|--------------------------|
| | ORIGINALE | CUMULATIVA | ASSIMILATA | CUMULATIVA ASSIMILATA | | | | | | | | |
| 11 C | 1.63 | 50.2 | 1.85 | 67.32 | 1133 | 'Irregular masonry - Without courses' | '4 Stories' | '< 1860' | 'Absent' | 'Flexible' | 'Light' | '> 60 cm' |
| 10 S | 1.03 | 13.33 | 1.57 | 58.69 | 1590 | 'Irregular masonry - Without courses' | '4 Stories' | '< 1860' | 'Absent' | 'Flexible' | 'Light' | '> 60 cm' |



LE TIPOLOGIE INDIVIDUABILI SUL TERRITORIO NAZIONALE AL VARIARE DELLA SCALA:

NAZIONALE



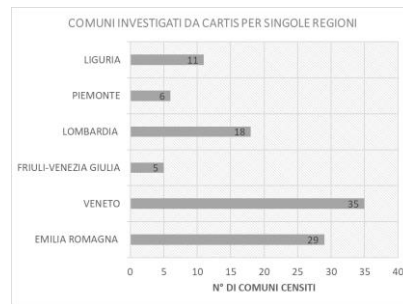
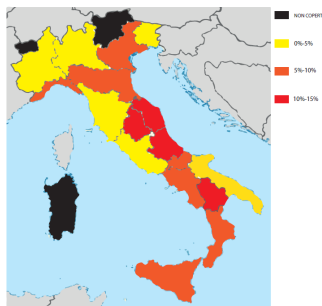
INTERA NAZIONE

11 TIPOLOGIE RAPPRESENTATIVE

| ID | SISTEMA RESISTENTE PRINCIPALE | N. PIANI | EPOCA DI COSTRUZIONE | CORDOLI E CATENE | CARATTERISTICHE SOLAIO | MATERIALE COPERTURA | SPESSORE MEDIO PARETI PT | INTERASSE PARETI | CUMULATIVA ASSIMILATA |
|----|---------------------------------------|-------------|----------------------|------------------|------------------------|---------------------|--------------------------|------------------|-----------------------|
| 1 | 'Blocks' | '3 Stories' | '1945-1981' | 'Present' | 'Rigid' | 'Heavy' | '< 60 cm' | '< 5 m' | 11,99 |
| 2 | 'Blocks' | '2 Stories' | '1945-1981' | 'Present' | 'Rigid' | 'Heavy' | '< 60 cm' | '< 5 m' | 18,41 |
| 3 | 'Blocks' | '2 Stories' | '1945-1981' | 'Absent' | 'Rigid' | 'Heavy' | '< 60 cm' | '< 5 m' | 22,64 |
| 4 | 'Blocks' | '4 Stories' | '1945-1981' | 'Present' | 'Rigid' | 'Heavy' | '< 60 cm' | '< 5 m' | 27,25 |
| 5 | 'Irregular masonry - Without courses' | '3 Stories' | '1861-1919' | 'Present' | 'Rigid' | 'Heavy' | '< 60 cm' | '< 5 m' | 33,87 |
| 6 | 'Irregular masonry - Without courses' | '2 Stories' | '1861-1919' | 'Present' | 'Rigid' | 'Heavy' | '< 60 cm' | '< 5 m' | 37,81 |
| 7 | 'Irregular masonry - Without courses' | '3 Stories' | '< 1860' | 'Present' | 'Flexible' | 'Light' | '> 60 cm' | '< 5 m' | 51,23 |
| 8 | 'Irregular masonry - Without courses' | '4 Stories' | '< 1860' | 'Present' | 'Flexible' | 'Light' | '> 60 cm' | '< 5 m' | 54,56 |
| 9 | 'Blocks' | '3 Stories' | '1945-1981' | 'Absent' | 'Rigid' | 'Heavy' | '< 60 cm' | '< 5 m' | 57,15 |
| 10 | 'Blocks' | '2 Stories' | 'Post 1981' | 'Absent' | 'Rigid' | 'Heavy' | '< 60 cm' | '< 5 m' | 58,44 |
| 11 | 'Irregular masonry - Without courses' | '3 Stories' | '< 1860' | 'Absent' | 'Flexible' | 'Light' | '> 60 cm' | '< 5 m' | 60,55 |

Quanto differiscono dalle valutazioni per macro-area?

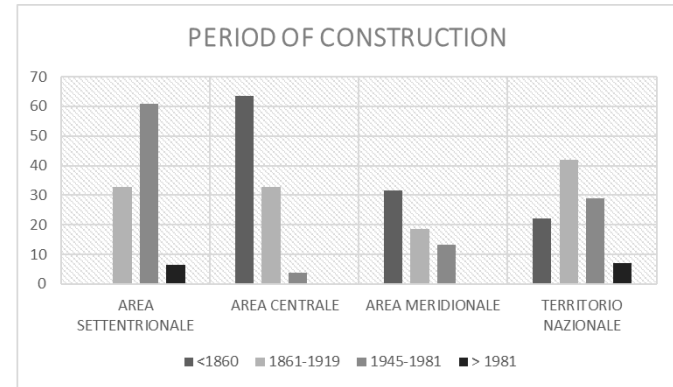
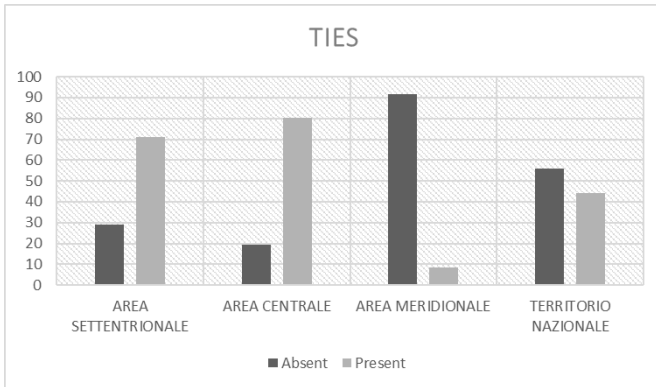
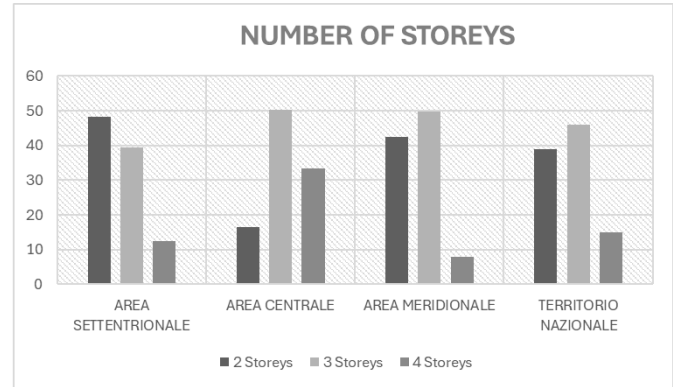
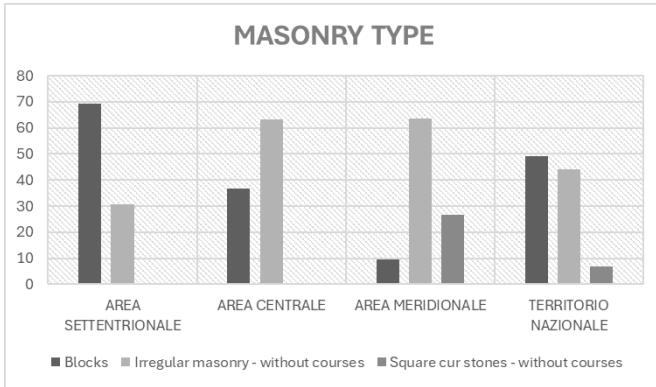
La rappresentatività delle tipologie è fortemente influenzata dal **numero di comuni** e dalla loro **estensione** analizzati per ciascuna area



MACROAREA ITALIA SETTENTRIONALE

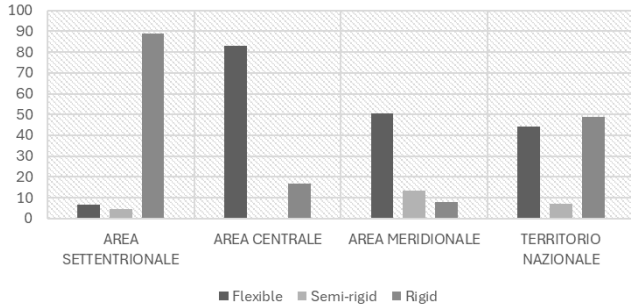
| ID | N. EDIFICI | TIPOLOGIE MURARIE | N. PIANI | EPOCA DI COSTRUZIONE | CORDOLI E CATENE | CARATTERISTICHE SOLAIO | MATERIALE COPERTURA | SPESSORE MEDIO PARETI PT | INTERASSE PARETI |
|-----|------------|-------------------|-----------|----------------------|------------------|------------------------|---------------------|--------------------------|------------------|
| 1 N | 18289 | Blocks | 3 Stories | 1945-1981 | Present | Rigid | Heavy | < 60 cm | < 5 m |
| 2 N | 17933 | Blocks | 2 Stories | 1945-1981 | Present | Rigid | Heavy | < 60 cm | < 5 m |

CONFRONTO RISULTATI: distribuzione delle caratteristiche

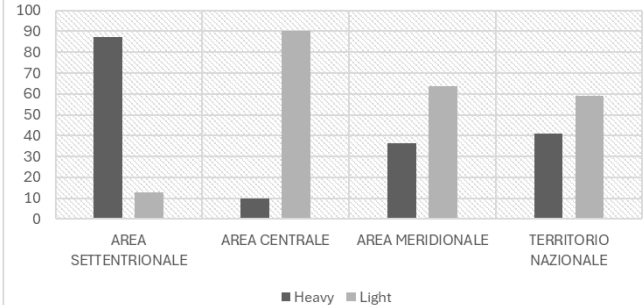


CONFRONTO RISULTATI: distribuzione delle caratteristiche

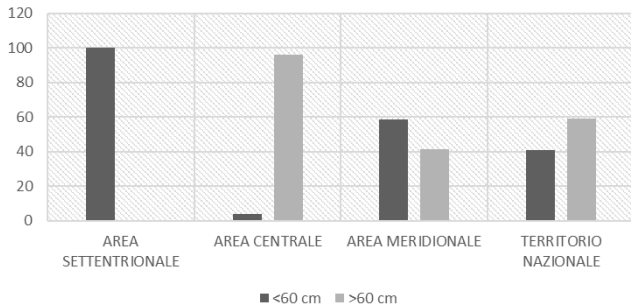
SLABS



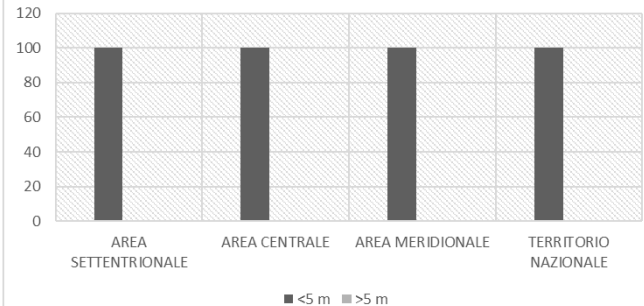
ROOF MATERIAL



THICKNESS OF GROUND FLOOR WALLS

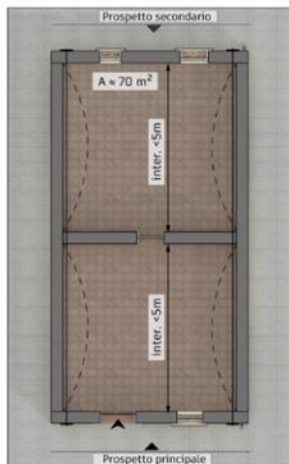


WALL DISTANCE

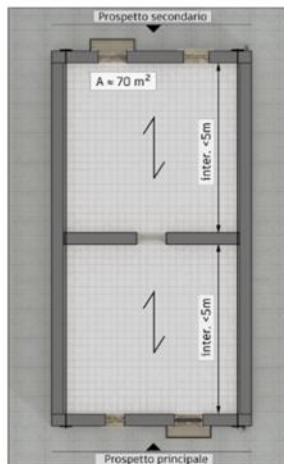


RAPPRESENTAZIONE DELL'ARCHETIPO

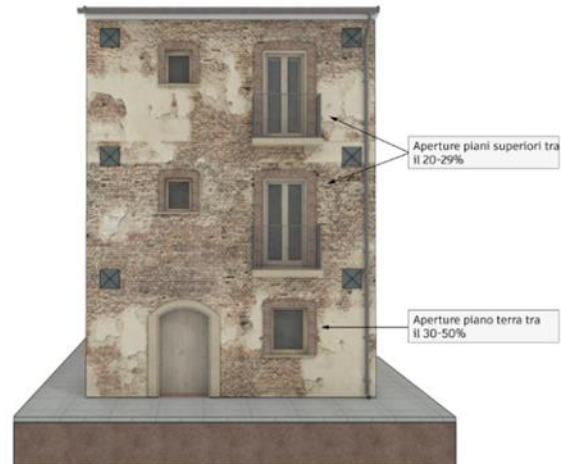
PIANTA PIANO TERRA



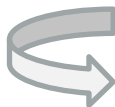
PIANTA PIANO TIPO



PROSPETTO PRINCIPALE



APPROCCIO ANALITICO E NUMERICO:



ANALISI LOCALI E GLOBALI



MECCANISMI FUORI PIANO

MECCANISMI NEL PIANO

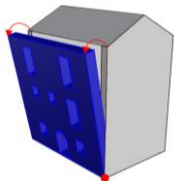
ANALISI CINEMATICHE LINEARI E NON LINEARI

ANALISI STATICA NON LINEARE

Vulnerabilità sismica alla scala sovraregionale mediante analisi condotte su archetipi

Step 1: Analisi cinematica lineare

MECCANISMI FUORI PIANO

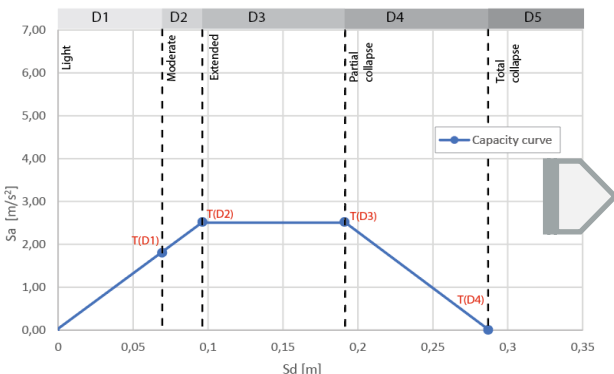


| Horizontal load multiplier α | Spectral acceleration $a_0^*(g)$ | Ground Acceleration $a_{0g} (g)$ |
|-------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| 0.068 | 0.06 | 0.12 |

Step 2: Analisi cinematica non lineare

- Definizione curve di capacità trilineari
- Definizione soglie di danno

| Range | Damage Level | Description |
|--------------------|------------------|---|
| Demand < TD1 | Light Damage | Light damage level. This point corresponds to 70% of LD2 |
| LS1 < Demand < TD2 | Moderate Damage | Moderate damage level. Usually, this level corresponds to the peak of the capacity curve where the spectral acceleration value is reached. It represents the actual point of activation of the mechanism and the beginning of the plastic plateau |
| LS2 < Demand < TD3 | Extensive Damage | Extended damage level. It represents the last point before the decreasing branch of the curve; |
| LS3 < Demand < TD4 | Partial Collapse | Collapse. It corresponds to the complete collapse of the macroelement (zero acceleration). |
| Demand > TD4 | Total Collapse | If T(D4) is exceeded, total collapse occurs. |



Step 3: Definizione domanda sismica (125 accelerogrammi divisi in 9 famiglie a Pga crescente)

**MECCANISMI
FUORI PIANO**

- ❑ Dati estrapolati dal Progetto RELUIS-MARS;
- ❑ Accelerogrammi reali compatibili con I terremoti storici avvenuti in Italia.
- ❑ Record-to-record variability



| Family | Range of Pga [m/s ²] | Mean Pga [g] |
|----------|----------------------------------|--------------|
| Family 1 | 0.4 < Pga ≤ 1.0 | 0,07 |
| Family 2 | 1.0 < Pga ≤ 1.5 | 0,13 |
| Family 3 | 1.5 < Pga ≤ 2.0 | 0,18 |
| Family 4 | 2.0 < Pga ≤ 3.0 | 0,26 |
| Family 5 | 3.0 < Pga ≤ 4.0 | 0,34 |
| Family 6 | 4.0 < Pga ≤ 5.0 | 0,46 |
| Family 7 | 5.0 < Pga ≤ 6.0 | 0,56 |
| Family 8 | 6.0 < Pga ≤ 7.0 | 0,66 |
| Family 9 | 7.0 < Pga ≤ 12.0 | 0,95 |

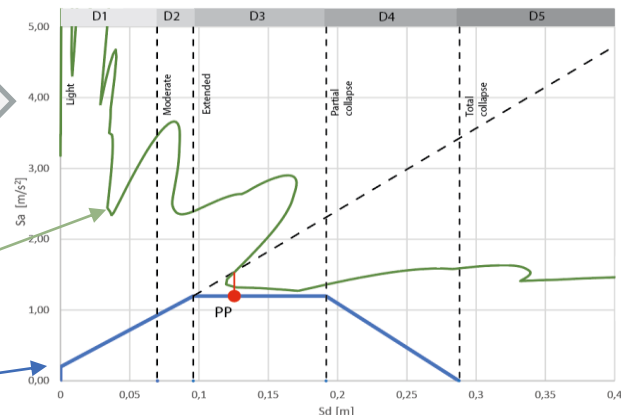
Step 4: Confronto capacità e domanda

- ❑ Identificazione del Performance Point (PP)



Seismic event with
PGA of 3,18 m/s²

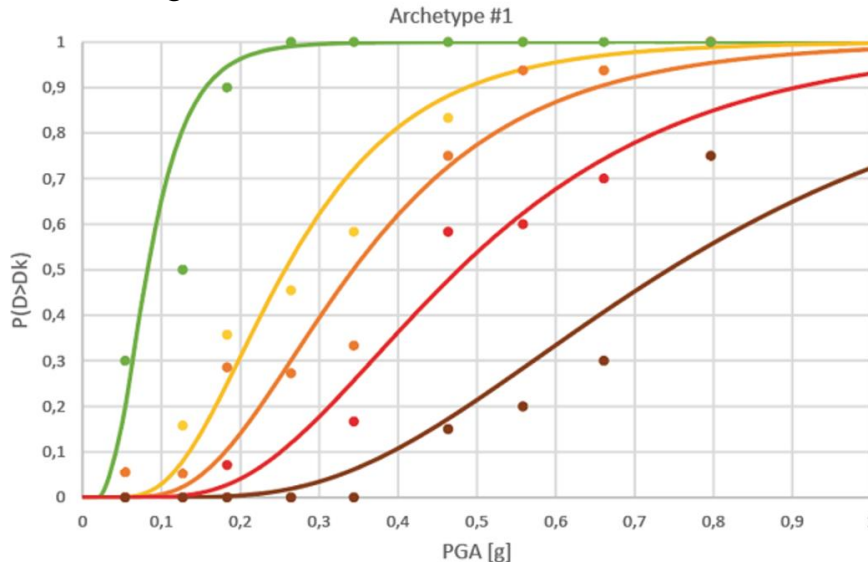
Capacity curve of
Archetype #1



Step 5: Curve di fragilità

**MECCANISMI
FUORI PIANO**

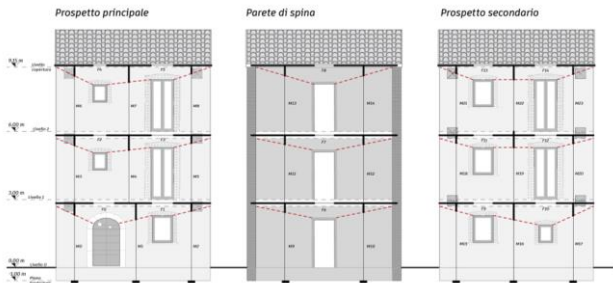
- ❑ Le frequenze di danno ottenute per ogni input sismico sono state cumulate per ottenere diversi punti (relativi ai 5 livelli di danno)
- ❑ Questi punti sono stati interpolati con una distribuzione lognomica al fine di ottenere curve di fragilità



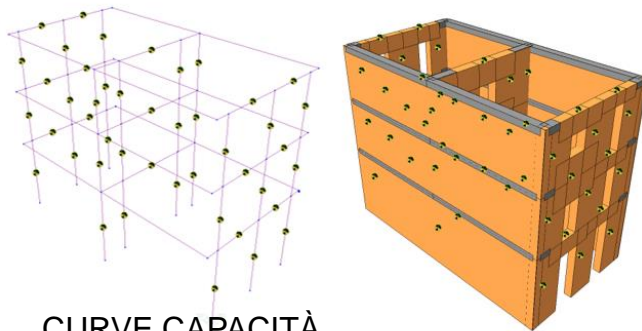
Step 1: Analisi numerica

MECCANISMI NEL PIANO

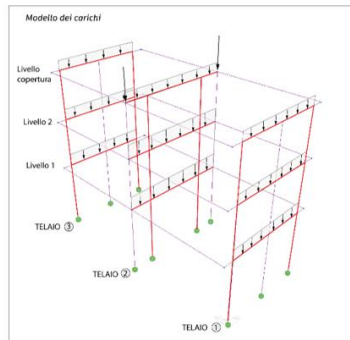
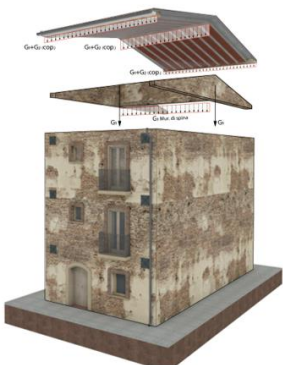
MODELLO A TELAIO



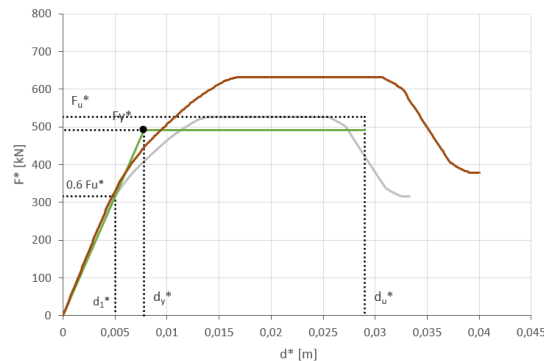
CERNIERE PLASTICHE



SCHEMA DEI CARICHI



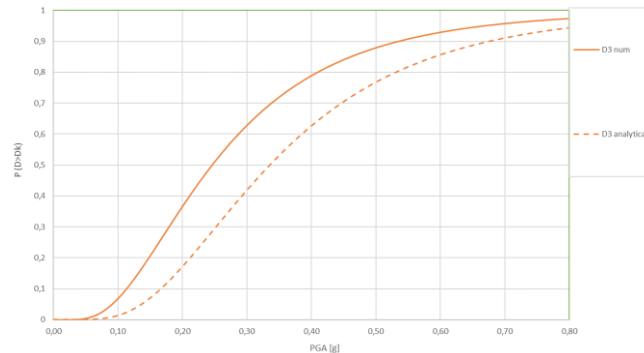
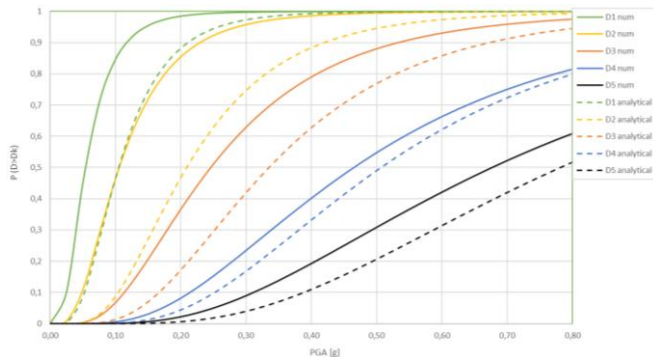
CURVE CAPACITÀ



— CURVA DI CAPACITA' SDOF — BILINEARE EQUIVALENTE — CURVA DI CAPACITA' MDOF

CONFRONTO RISULTATI

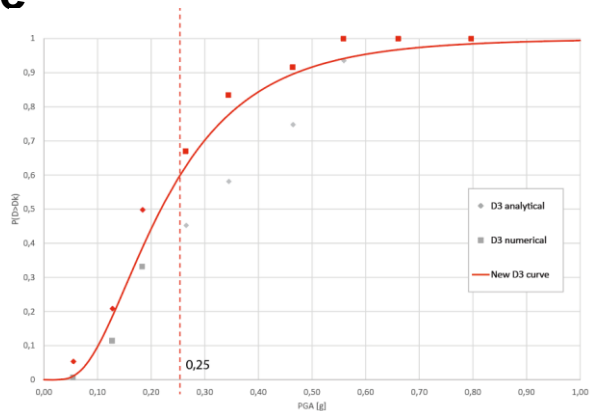
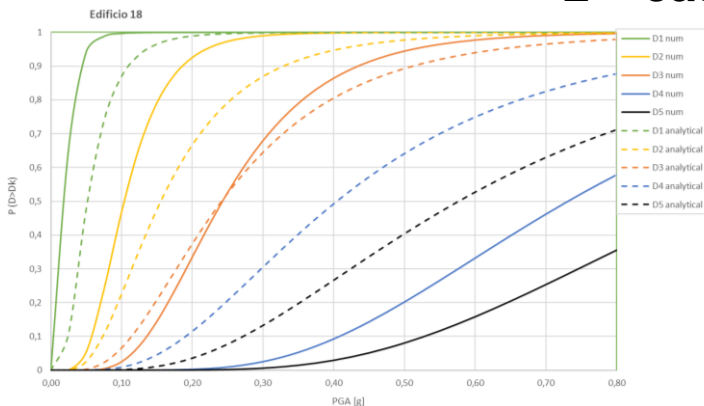
Metodo analitico vs metodo numerico

1st case

- ❑ Per ogni livello di danno, è stata selezionata la curva di fragilità più conservativa.
- ❑ Il valore di deviazione standard è stato uniformato (sia tra quelle analitiche che numeriche). È stato scelto il danno "esteso", in quanto considerato spartiacque tra i danni leggeri e quelli gravi.

CONFRONTO RISULTATI

Metodo analitico vs metodo numerico

2nd case

- Intersezione di curve: viene tracciata una nuova curva.
- Valore unico della dispersione di β , per tutto l'insieme delle curve di fragilità.

CONCLUSIONI

- ❑ Il nuovo database italiano CARTIS è stato utilizzato per identificare archetipi per la valutazione della vulnerabilità sismica a diverse scale
- ❑ Il metodo si basa su dati in costante aggiornamento. La disomogeneità delle interviste CARTIS sul territorio conducono a diversi risultati di esposizione che sono proprio frutto del numero e dell'estensione dei comuni analizzati
- ❑ Il metodo utilizzato permette di capire quali sono gli edifici rappresentativi più vulnerabili e che meritano risorse economiche aggiuntive o prioritarie per una mitigazione generale del rischio sismico

GRAZIE PER L'ATTENZIONE!