



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DIDA
DIPARTIMENTO DI
ARCHITETTURA



DIPARTIMENTO
INGEGNERIA CIVILE, CHIMICA, AMBIENTALE
E DEI MATERIALI - DICAM



UNIVERSITÀ DI PISA
SCUOLA DI INGEGNERIA



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DICEA
DIPARTIMENTO
DI INGEGNERIA CIVILE
E AMBIENTALE

PRIN 2015 – Progetto MICHe

*Mitigating the Impacts of natural hazards
on Cultural Heritage sites, structures and
artefacts*

**Fabio Castelli, Chiara Arrighi,
Dip. Ingegneria Civile e Ambientale (DICEA),
Università degli Studi di Firenze**

Firenze, 17 dicembre 2019

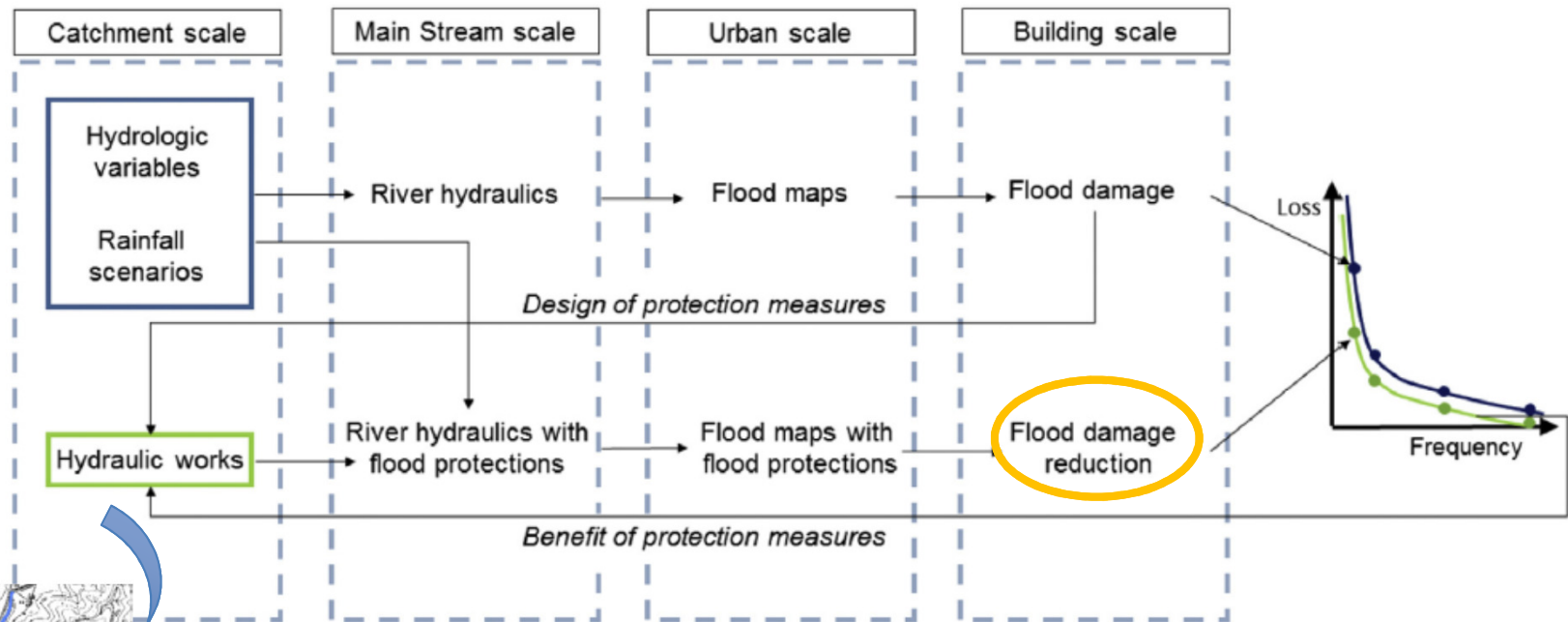
Indice

Prevenzione e mitigazione del rischio alluvione

- Prevenzione con opere strutturali
- Mitigazione con strategie non strutturali
- Benefici in termini di danni economici e visitatori



Misure di Prevenzione del rischio



Arrighi, C., Rossi, L., Trasforini, E., Rudari, R., Ferraris, L., Brugioni, M., Franceschini, S., Castelli, F. (2018). Quantification of flood risk mitigation benefits: A building-scale damage assessment through the RASOR platform. *JOURNAL OF ENVIRONMENTAL MANAGEMENT*, vol. 207, p. 92-104, ISSN: 0301-4797, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.11.017>

Misure di Mitigazione del rischio

Low point of entry assessment (FEMA)

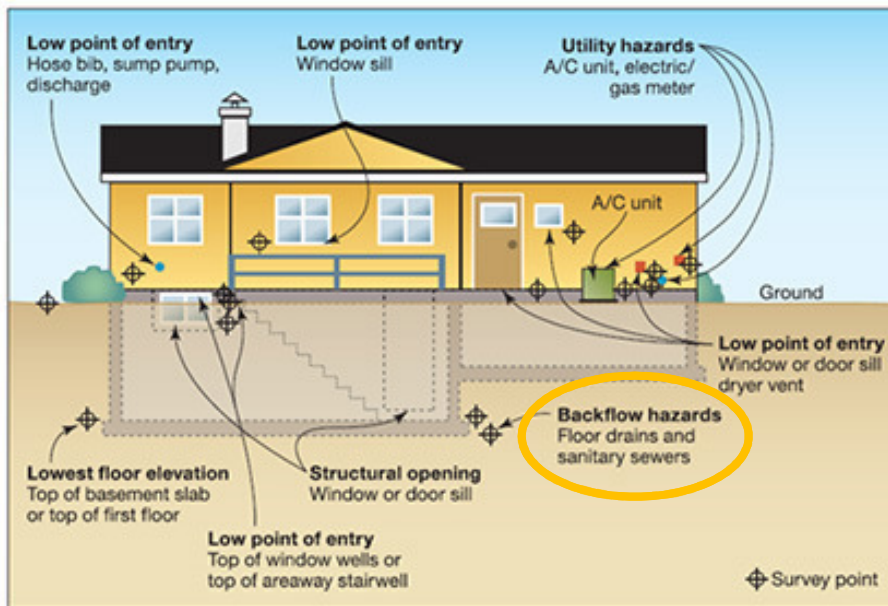


Figure 3-2. Survey to identify the low point of floodwater entry into a typical residential structure
<https://emilms.fema.gov/IS0280/unit3-lesson-summary.htm>

Accorgimenti per limitare i danni dovuti ad allagamento di piani seminterrati e/cantine.

Riguardano:

- aperture strutturali o finestre di piani interrati
- Sistemi di drenaggio e fognature
- Impianti di riscaldamento, raffreddamento e elettrici



Misure di Prevenzione

Si valutano i danni nello scenario di funzionamento delle casse di espansione di Figline (Tr 200 anni) dove i battenti attesi sono più contenuti

*oggi (con platee abbassate
ma senza casse)*

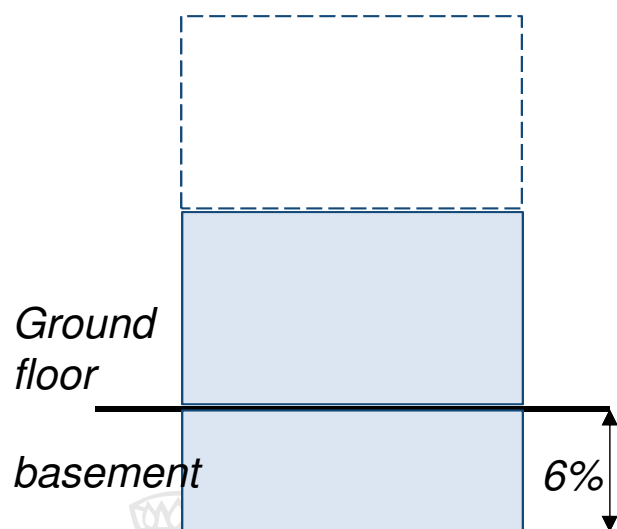


*Domani (con le casse di
espansione)*



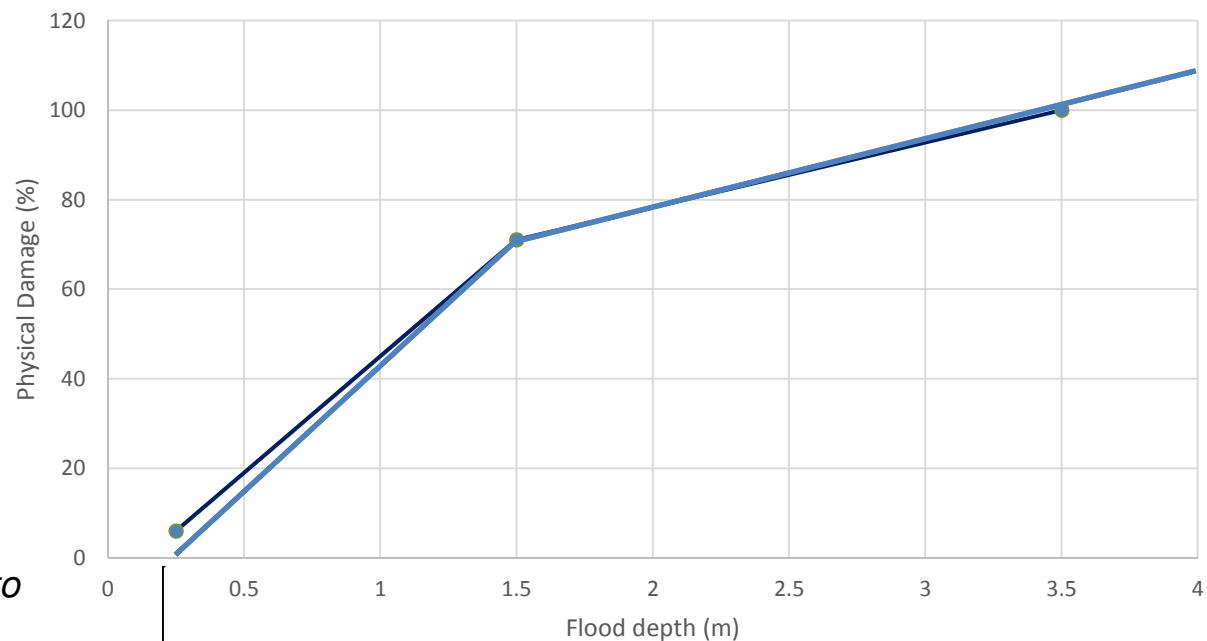
Misure di Mitigazione

Si ipotizza che le strutture siano protette contro l'allagamento da rigurgito fognario e quindi si cambia la curva di vulnerabilità applicata



Basements are affected for low H due to possible backwater effects (Arrighi et al., 2013)

Stage damage curve- Residential (with basement)





UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE
DIDA
DIPARTIMENTO DI
ARCHITETTURA



DIPARTIMENTO
INGEGNERIA CIVILE, CHIMICA, AMBIENTALE
E DEI MATERIALI - DICAM



UNIVERSITÀ DI PISA
SCUOLA DI INGEGNERIA



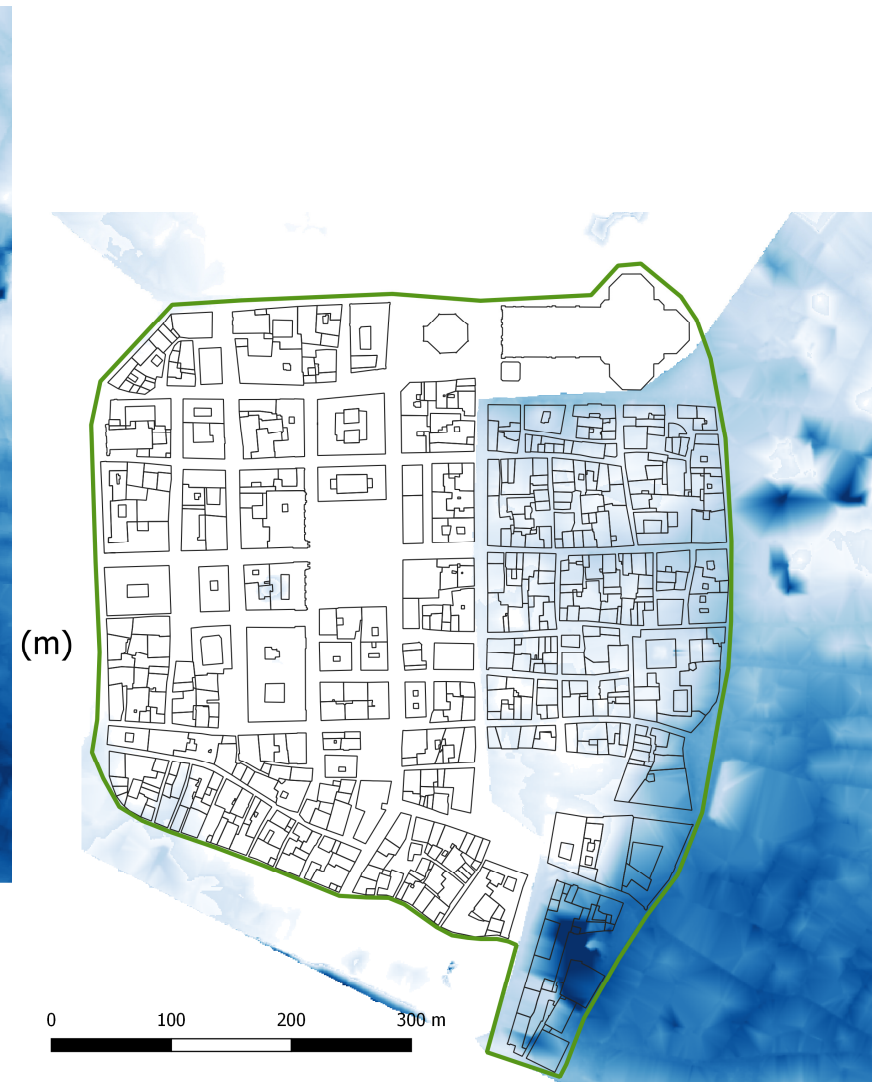
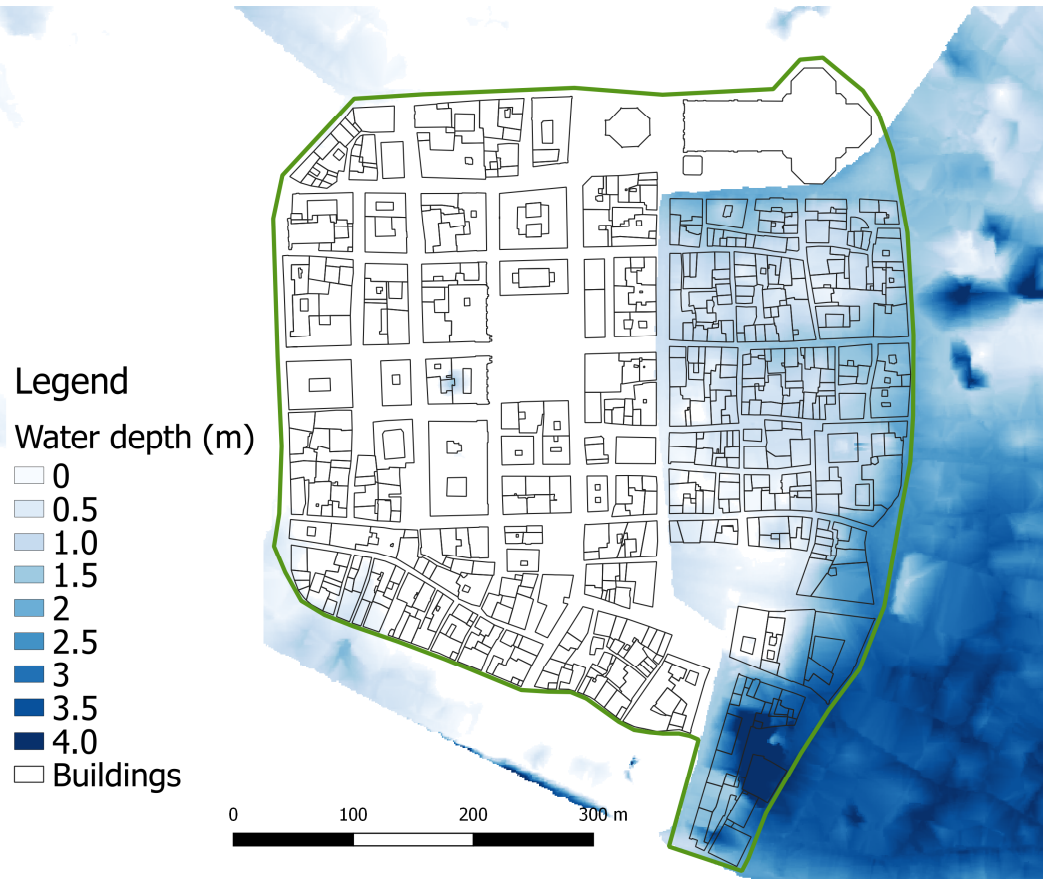
SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE
DICEA
DIPARTIMENTO
DI INGEGNERIA CIVILE
E AMBIENTALE

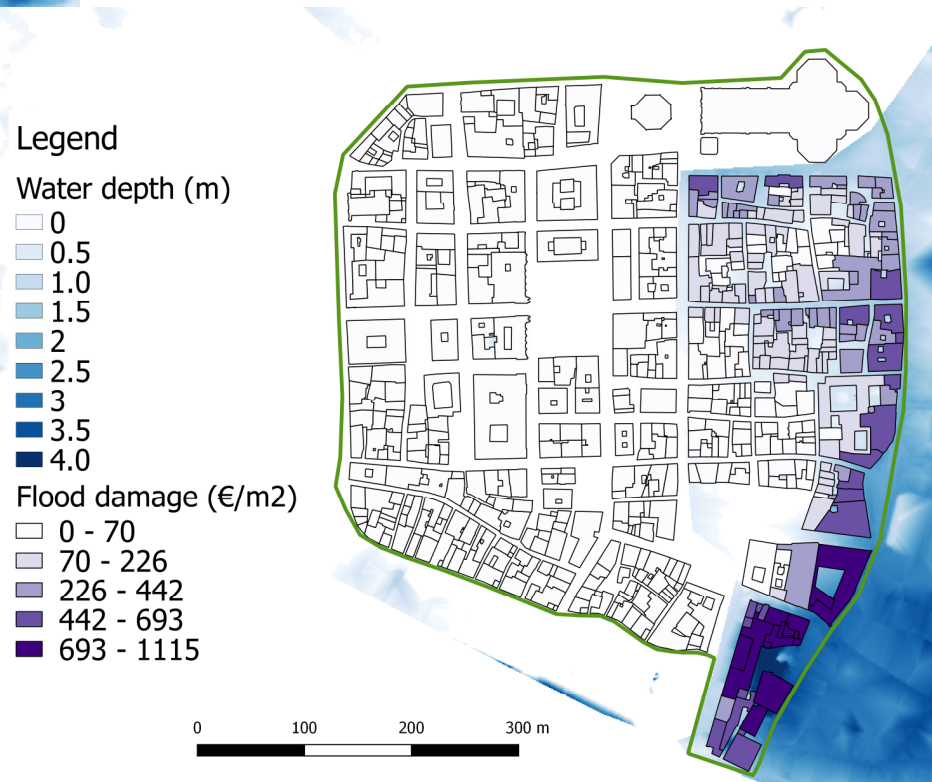
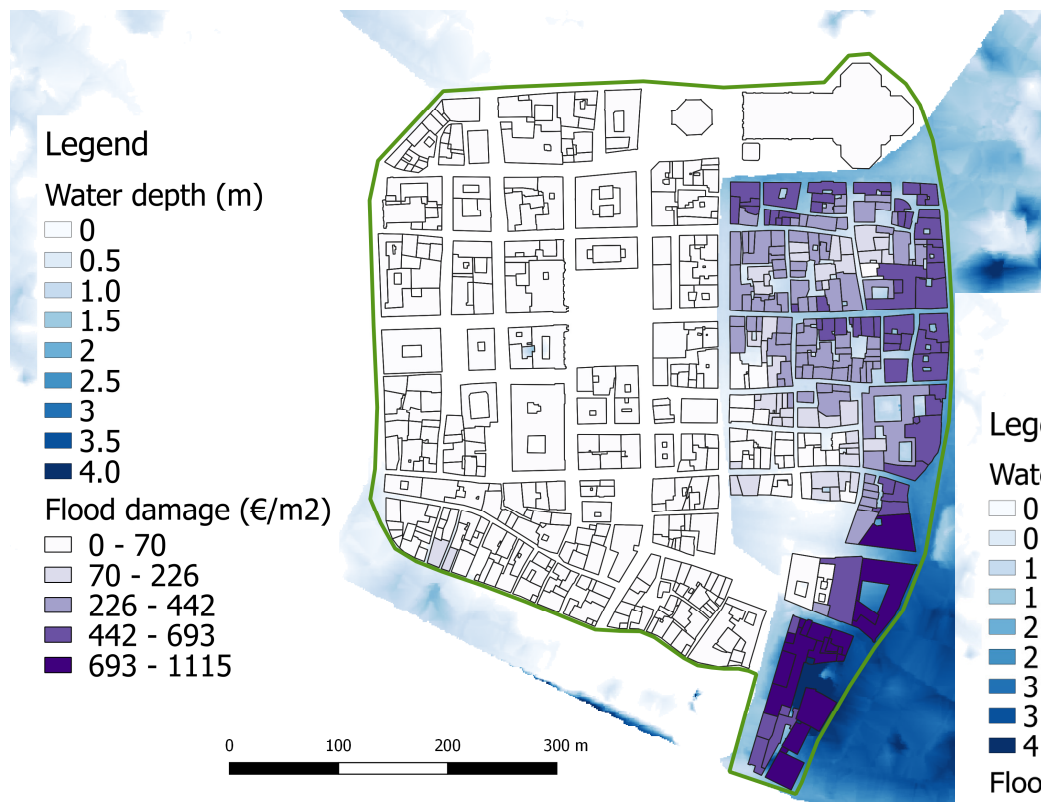
Risultati: Misure di prevenzione del rischio idraulico

Riduzione del battente per tempo di ritorno 200 anni



Risultati: Misure di prevenzione del rischio idraulico

Riduzione del danno per tempo di ritorno 200 anni





UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE
DIDA
DIPARTIMENTO DI
ARCHITETTURA



DIPARTIMENTO
INGEGNERIA CIVILE, CHIMICA, AMBIENTALE
E DEI MATERIALI - DICAM



UNIVERSITÀ DI PISA
SCUOLA DI INGEGNERIA



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

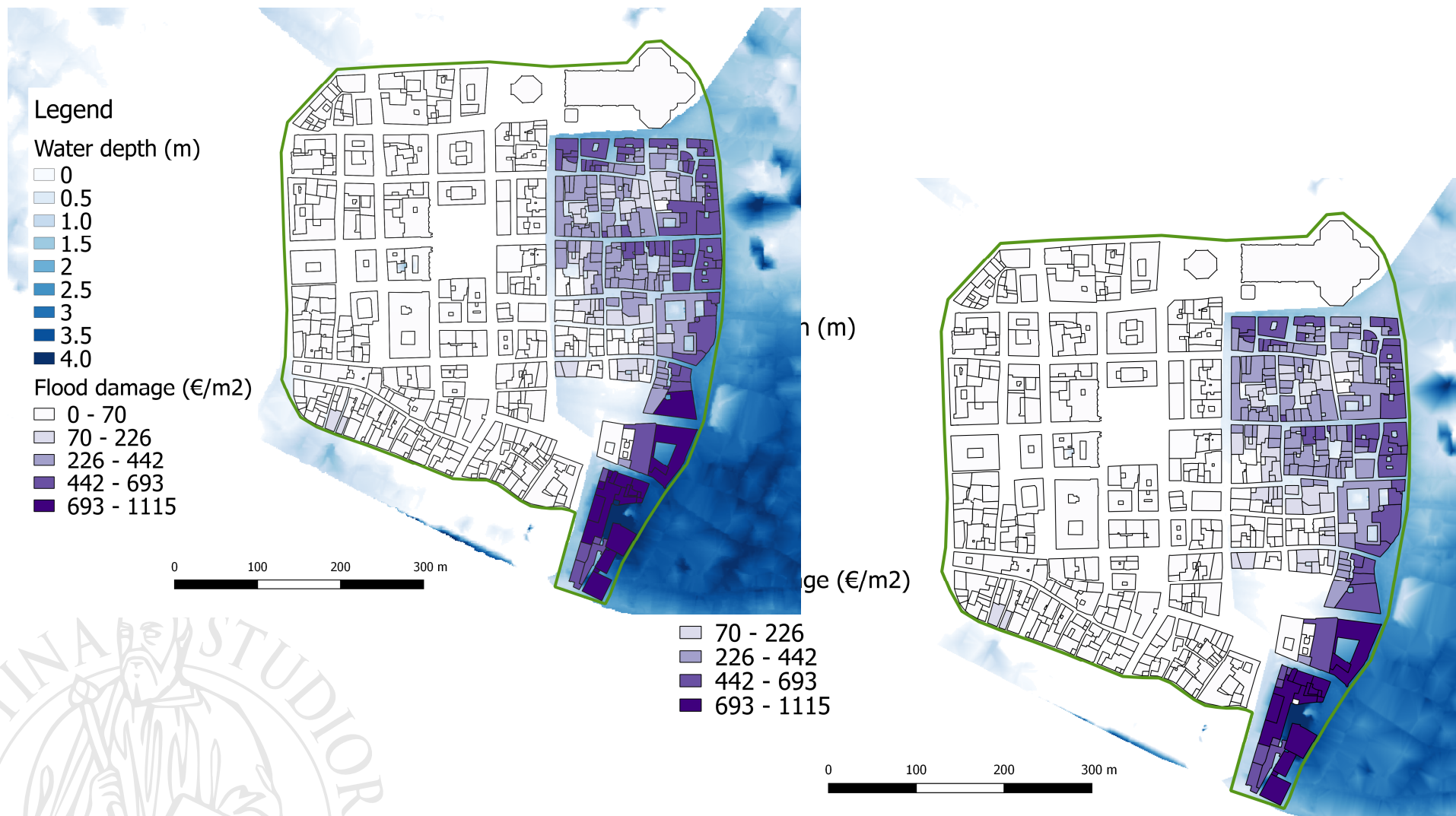


UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DICEA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE
E AMBIENTALE

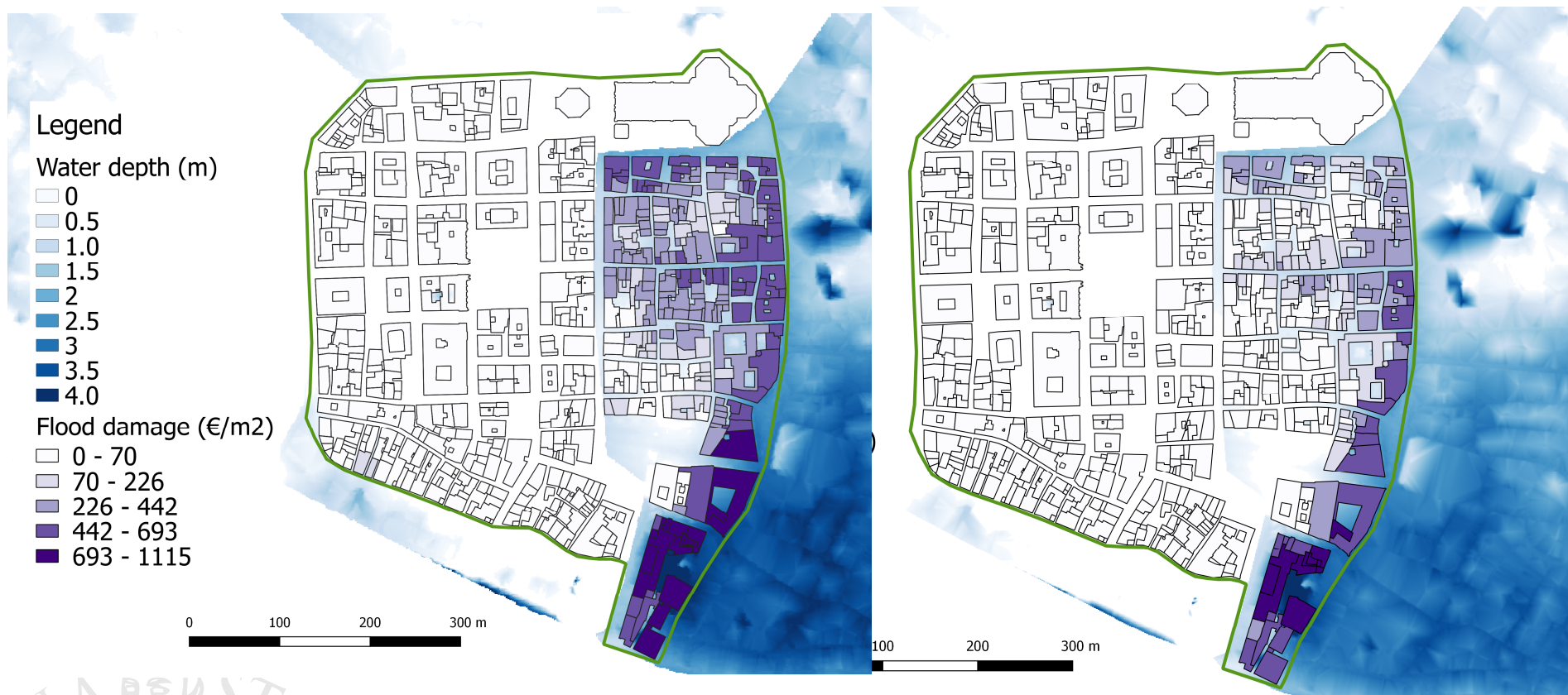
Risultati: Misure di mitigazione del rischio idraulico

Riduzione del danno per tempo di ritorno 200 anni



Risultati: mitigazione e prevenzione del rischio

Riduzione del danno per tempo di ritorno 200 anni



Risultati: Riduzione del rischio monetario

Rischio

Stato attuale	209153 €/anno
Casse Espansione	146389 €/anno
Retrofitting	187165 €/anno
Casse+retrofitting	129892 €/anno

Danno Tr200 anni

Attuale 23 Mio€

Casse 15.6 Mio€

Retrofitting 21.4 Mio€

Casse+retrofitting 13.7 Mio€

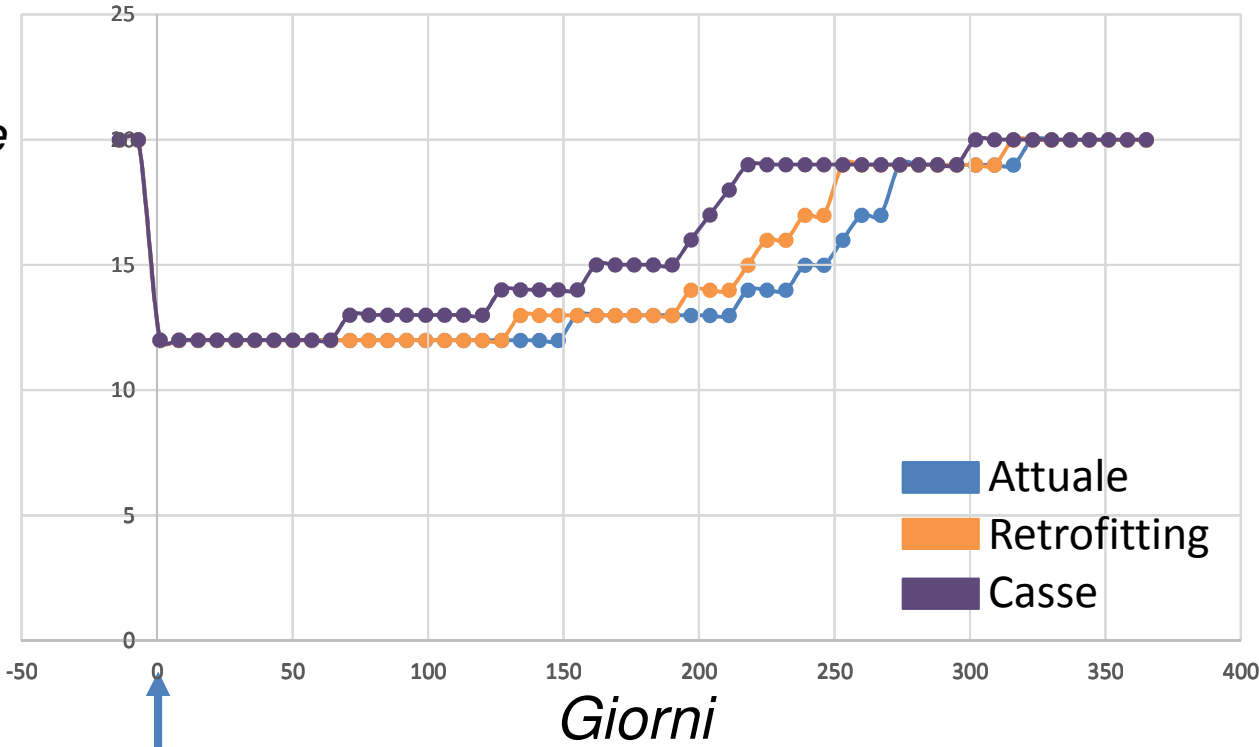
* Per scenari con casse Tr100 e Tr500 si ipotizza una riduzione del danno (battenti non disponibili)

Risultati

Edifici Aperti Tr 200

Livello normale

Edifici Aperti



Shock
Alluvione Tr 200 anni



Risultati: Riduzione della Perdita di visitatori

Rischio [visitatori persi anno]

Stato attuale	41582
Casse Espansione	34760
Retrofitting	30713

Danno Tr200 anni, [Mio visitatori persi]

Attuale 3.94

Casse 3.26

Retrofitting 3.66

Casse+retrofitting 2.96

* Per scenari con casse Tr100 e Tr500 si ipotizza una riduzione del danno (battenti non disponibili)