

1980
novembre
2010

30° anniversario



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

Centro Studi PLINIVS
Università di Napoli



A trent'anni dal Terremoto dell'80 La Prevenzione del Rischio Sismico tra Memoria e Innovazione

Potenza, Venerdì, 19 Novembre 2010
Università degli Studi della Basilicata

**La valutazione della vulnerabilità: dalle DPM
basate sui dati rilevati nel sisma '80 agli
attuali approcci numerico-meccanici**

Domenico Liberatore¹, Giulio Zuccaro²

¹ Università di Roma "La Sapienza"

² Università di Napoli "Federico II"

1980
novembre
2010

30[°] anniversario

Il rischio sismico

Il **rischio sismico** è la misura dei **danni** che, in base al tipo di **sismicità**, di **resistenza delle costruzioni** e di **antropizzazione**, ci si può attendere in un dato intervallo di tempo.

1980
novembre
2010

30[°] anniversario

Il rischio sismico

Il **rischio sismico** è la misura dei **danni** che, in base al tipo di **sismicità**, di **resistenza delle costruzioni** e di **antropizzazione**, ci si può attendere in un dato intervallo di tempo.

Esso è determinato dalla combinazione della:

1980
novembre
2010

30° anniversario

Il rischio sismico

Il **rischio sismico** è la **misura dei danni** che, **in base al tipo di sismicità, di resistenza delle costruzioni e di antropizzazione, ci si può attendere** in un dato intervallo di tempo.

Esso è determinato dalla combinazione della:

- **pericolosità sismica del territorio**, rappresentata dalla **frequenza** e dall'**intensità dei terremoti** che lo interessano;

1980
novembre
2010

30[°] anniversario

Il rischio sismico

Il **rischio sismico** è la **misura dei danni** che, **in base al tipo di sismicità, di resistenza delle costruzioni e di antropizzazione, ci si può attendere** in un dato intervallo di tempo.

Esso è determinato dalla combinazione della:

- **pericolosità sismica del territorio**, rappresentata dalla **frequenza** e dall'**intensità** dei **terremoti** che lo interessano;
- **vulnerabilità sismica**, ossia la **propensione** di una **struttura** a **subire** un **danno** di un determinato **livello** a fronte di un **evento sismico** di una data **intensità**;

1980
novembre
2010

30° anniversario

Il rischio sismico

Il **rischio sismico** è la **misura dei danni** che, **in base al tipo di sismicità, di resistenza delle costruzioni e di antropizzazione, ci si può attendere** in un dato intervallo di tempo.

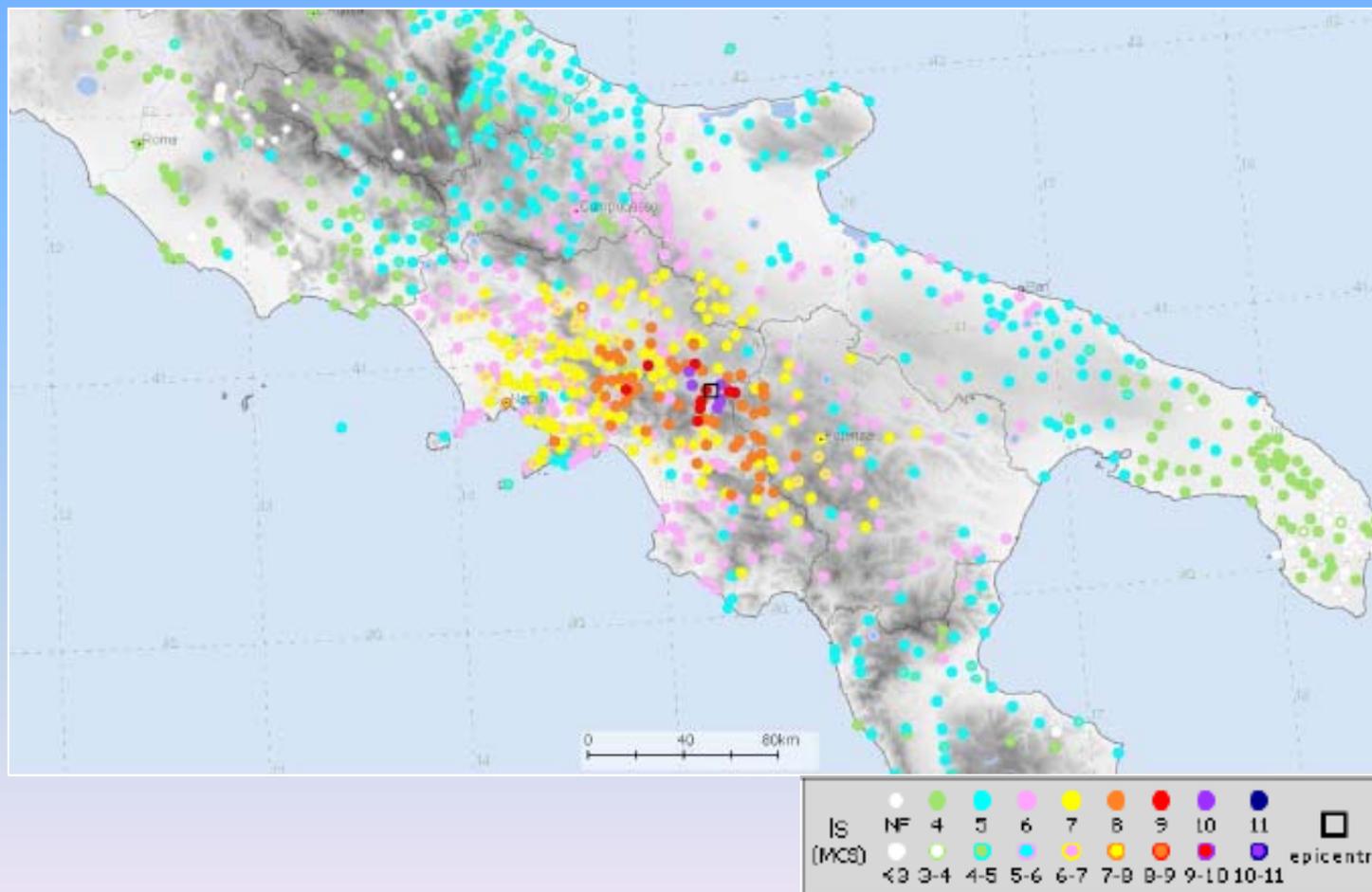
Esso è determinato dalla combinazione della:

- **pericolosità sismica del territorio**, rappresentata dalla **frequenza** e dall'**intensità** dei **terremoti** che lo interessano;
- **vulnerabilità sismica**, ossia la **propensione** di una **struttura** a **subire** un **danno** di un determinato **livello** a fronte di un **evento sismico** di una data **intensità**;
- **esposizione**; gli elementi esposti al rischio sono **tutto ciò che è stato realizzato dall'uomo**, la cui condizione e il cui funzionamento **può essere danneggiato, alterato o distrutto** dall'evento sismico.

1980
novembre
2010

30° anniversario

Intensità MCS del terremoto Irpinia-Basilicata del 23/11/1980



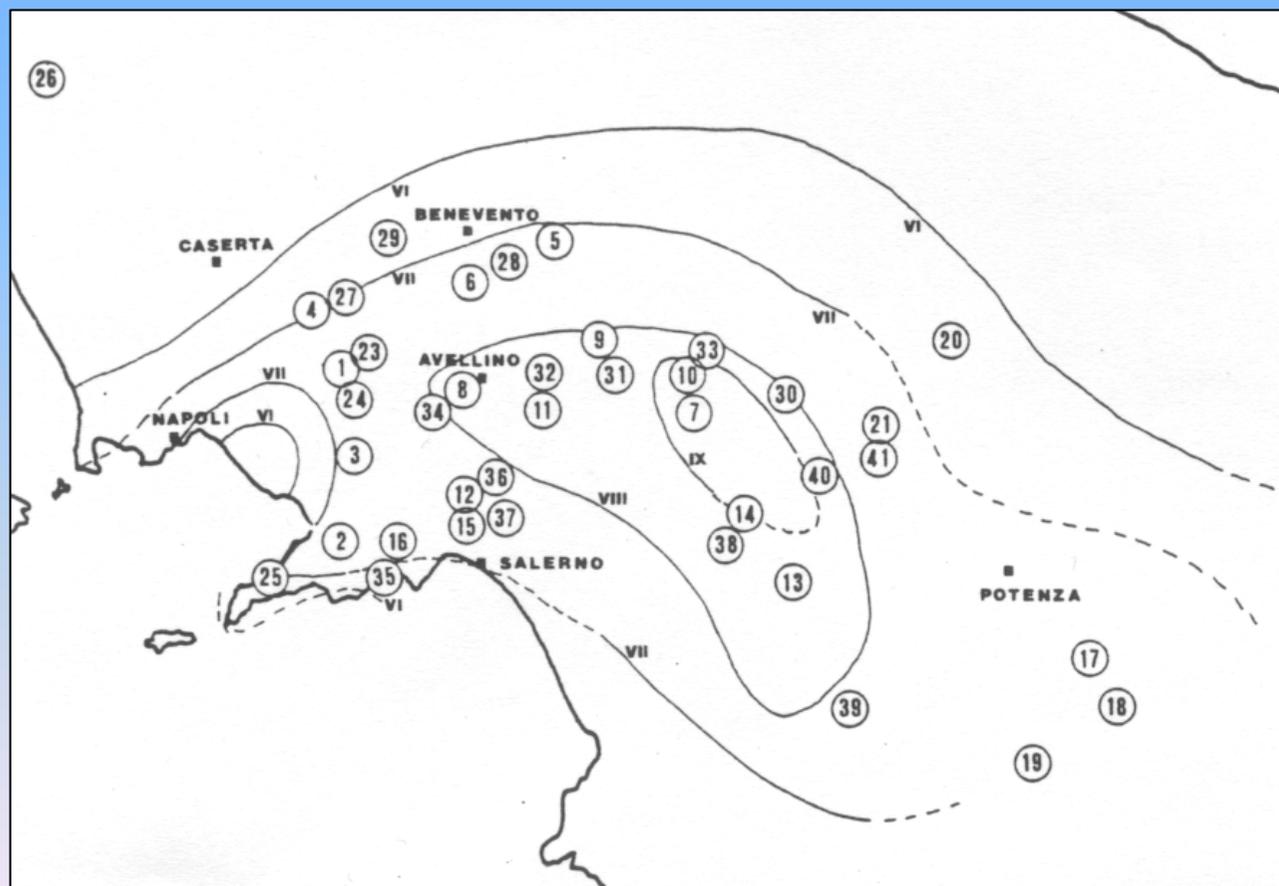
Boschi E., Guidoboni E., Ferrari G., Valensise G. and Gasperini P. (eds.), 1997. Catalogo dei forti terremoti in Italia dal 461 a.C. al 1980, vol. 2. ING-SGA, Bologna, 644 pp.

1980
novembre
2010

30° anniversario

Analisi del danneggiamento del terremoto Irpinia-Basilicata

Rilevamento a tappeto vulnerabilità e danno su 41 Comuni
Oltre 40.000 edifici rilevati



1980
novembre
2010

30° anniversario

Analisi del danneggiamento del terremoto Irpinia-Basilicata

Scheda di rilevamento

DATA	1	7	10
G	M	A	N° ORDINE
LOCALIZZAZIONE EDIFICIO LOCATION OF THE BUILDING		PROVINCIA	CAP
COMUNE	21		
FRAZIONE	47		
VIA/PIAZZA	80		N°
LOCALITA'	105		
EDIFICIO IN CENTRO		NUCLEO	CASA SPARSA
100	101	102	103
1	2	3	4
RIFERIMENTO CARTOGRAFICO		RIFERIMENTO CATASTALE	
110		FOGLIO	
111		MAPPAL	
IN CENTRO STORICO		SI	NO
121		122	123
1		2	ED. URBANO
124		RURALE	
125		126	
1		2	
DATI METRICI MEASUREMENTS		FRONTI COMUNI AD ALTRI EDIFICI	
SUPERFICIE (MQ)		N°	
127		128	
1		PIANI FUORI TERRA	
ALTEZZA (M)		N°	
129		130	
1		PIANI CANTINATI	
VOLUME (MC)		N°	
131		132	
1		SOTTOTETTO PRATICABILE	
133		N°	
1		134	
DESTINAZIONE D'USO PURPOSE		ATTIVITA' PRODUTTIVE (NUMERO)	
ABITAZIONE		ANNESSI (NUMERO)	
N° ALLOGGI		ARTIGIANATO	
142		149	
1		150	
N° SCALE		COMMERCIO	
143		151	
1		152	
N° VANI		TURISMO	
144		153	
1		154	
COMPLESSIVI		ALTRO	
145		155	
1		156	
		OPIFICI	
		157	
		1	
		MAGAZZINI	
		158	
		1	
		STALLE	
		159	
		1	
		ALTRO	
		160	
		1	
		161	
		1	
		162	
		1	

1980
novembre
2010

30^o anniversario

Analisi del danneggiamento del terremoto Irpinia-Basilicata

Scheda di rilevamento

DATA	1	7	10		
G	M	A	N° ORDINE		
LOCALIZZAZIONE EDIFICIO LOCATION OF THE BUILDING		PROVINCIA	CAP		
COMUNE					
FRAZIONE					
VIA/PIAZZA			N°		
LOCALITA'					
EDIFICIO IN CENTRO	NUCLEO	CASA SPARSA	RIFERIMENTO CARTOGRAFICO		
1	2	3	110		
		RIFERIMENTO CATASTALE	FOGLIO		
			115		
			MAPPALE		
			119		
IN CENTRO STORICO	SI	NO	ED. URBANO	RURALE	
	1	2	1	2	
DATI METRICI MEASUREMENTS		FRONTI COMUNI AD ALTRI EDIFICI		N°	
SUPERFICIE (MQ)	124	PIANI FUORI TERRA	N°	126	
ALTEZZA (M)	128	PIANI CANTINATI	N°	137	
VOLUME (MC)	130	SOTTOTETTO PRATICABILE	N°	140	
				142	
DESTINAZIONE D'USO PURPOSE					
ABITAZIONE		ATTIVITA' PRODUTTIVE (NUMERO)		ANNESSI (NUMERO)	
N° ALLOGGI	143	ARTIGIANATO	149	OPIFICI	157
N° SCALE	145	COMMERCIO	151	MAGAZZINI	159
N° VANI COMPLESSIVI	146	TURISMO	153	STALLE	161
		ALTRO	155	ALTRO	163

1980
novembre
2010

30° anniversario

Analisi del danneggiamento del terremoto Irpinia-Basilicata

Scheda di rilevamento

DATA ¹ _____ ⁷ _____ ¹⁰ _____
G M A SQUADRA N° ORDINE

LOCALIZZAZIONE EDIFICIO LOCATION OF THE BUILDING PROVINCIA ¹⁴ _____ CAP ¹⁸ _____

COMUNE ²¹ _____

FRAZIONE ⁴⁷ _____

VIA/PIAZZA ⁸⁰ _____ N° ¹⁰⁵ _____

LOCALITA' _____

RIFERIMENTO CARTOGRAFICO ¹¹⁰ _____

EDIFICIO IN CENTRO ¹⁰³ NUCLEO ¹⁰⁹ CASA SPARSA ¹⁰⁰ RIFERIMENTO CATASTALE _____

FOGLIO ¹¹⁵ _____

MAPPALE ¹¹⁹ _____

IN CENTRO STORICO ¹²¹ SI ¹²² NO ED. URBANO ¹²³ RURALE ¹²⁴

DATI METRICI MEASUREMENTS

FRONTI COMUNI AD ALTRI EDIFICI N° ¹²⁶ _____

PIANI FUORI TERRA N° ¹³⁷ _____

PIANI CANTINATI N° ¹⁴⁰ _____

SOTTOTETTO PRATICABILE N° ¹⁴² _____

SUPERFICIE (MQ) ¹²⁴ _____

ALTEZZA (M) ¹²⁸ _____

VOLUME (MC) ¹³⁰ _____

DESTINAZIONE D'USO PURPOSE

ABITAZIONE	ATTIVITA' PRODUTTIVE (NUMERO)	ANNESI (NUMERO)
N° ALLOGGI ¹⁴³ _____	ARTIGIANATO ¹⁴⁹ _____	OPIFICI ¹⁵⁷ _____
N° SCALE ¹⁴⁵ _____	COMMERCIO ¹⁵¹ _____	MAGAZZINI ¹⁵⁹ _____
N° VANI COMPLESSIVI ¹⁴⁶ _____	TURISMO ¹⁵³ _____	STALLE ¹⁶¹ _____
	ALTRO ¹⁵⁵ _____	ALTRO ¹⁶³ _____

CARATTERISTICHE STRUTTURALI STRUCTURAL CHARACTERISTICS

ANNO DI COSTRUZIONE ¹⁶⁸ _____ YEAR OF CONSTRUCTION

STRUTTURE	STRUTTURE	COPERTURA ROOF	OPPURE OR
STRUTTURA PORTANTE VERT. STRUCTURE ¹⁵⁵	ORIZZONTALI HORIZ. STRUCTURE ¹⁶⁶	LEGNO E TEGOLE ¹⁶⁷	PRIMA - 1900 ¹⁷²
MURATURA PIETRAMME ¹	VOLTA ¹	C. A. ²	1901 - 1943 ²
MURATURA TUFO ²	SOLAIO IN LEGNO ³	ALTRO ³	1944 - 1962 ³
MURATURA MATTONI ³	SOLAIO IN FERRO ⁴	DIVERSE ⁴	1963 - 1971 ⁴
CEMENTO ARMATO ⁴	SOLAIO IN C. A. ⁵		DOPO - 1971 ⁵
STRUTTURA MISTA ⁵			IGNOTA ⁶

ENTITA' DEL DANNO DAMAGE

	STRUTTURA PORTANTE (1)	SOLAIO	FLOORS	TETTI	ROOF	TAMPONATURE ESTERNE (2)	PANCI INTERNE PARTIT.	SCALE STAIRS
NESSUN DANNO NO DAMAGE	1	1	1	1	1	1	1	1
IRRILEVANTE - RIPARAZIONE NON URGENTE INSIGNIFICANT	2	2	2	2	2	2	2	2
LIEVE - DA RIPARARE SLIGHT	3	3	3	3	3	3	3	3
NOTEVOLE - DA SGOMBRARE PARZIALMENTE - RIPARABILE CONSIDERABLE	4	4	4	4	4	4	4	4
GRAVE - DA SGOMBRARE - RIPARABILE SERIOUS	5	5	5	5	5	5	5	5
GRAVISSIMO - DA SGOMBRARE E DEMOLIRE VERY SERIOUS	6	6	6	6	6	6	6	6
ROLLATO PARZIALMENTE - DA DEMOLIRE PARTIALLY COLLAPSED	7	7	7	7	7	7	7	7
DISTRUTTO TOTALLY COLLAPSED	8	8	8	8	8	8	8	8
	173	174	175	176	177	178		

FONTI DI INFORMAZIONE SU EDIFICI DISTRUTTI

1 INFORMAZIONE DIRETTA

2 FOTO

3 STUDI PRECEDENTI

179

FIRMA LEGGIBILE E QUALIFICA

DESTINATARIO: ROMA 1

1980
novembre
2010

30° anniversario

Analisi del danneggiamento del terremoto Irpinia-Basilicata

Scheda di rilevamento

DATA ¹ _____ ⁷ _____ ¹⁰ _____
G M A SQUADRA N° ORDINE

LOCALIZZAZIONE EDIFICIO LOCATION OF THE BUILDING PROVINCIA ¹⁴ _____ CAP ¹⁸ _____

COMUNE ²¹ _____

FRAZIONE ⁴⁷ _____

VIA/PIAZZA ⁸⁰ _____ N° ¹⁰⁵ _____

LOCALITA' _____

RIFERIMENTO CARTOGRAFICO ¹¹⁰ _____

EDIFICIO IN CENTRO ¹⁰³ NUCLEO ¹⁰⁹ CASA SPARSA ¹⁰⁰ RIFERIMENTO CATASTALE _____

FOGLIO ¹¹⁵ _____

MAPPALE ¹¹⁹ _____

IN CENTRO STORICO ¹²¹ SI ¹²² NO ED. URBANO ¹²³ RURALE ¹²⁴

DATI METRICI MEASUREMENTS

FRONTI COMUNI AD ALTRI EDIFICI N° ¹²⁶ _____

PIANI FUORI TERRA N° ¹³⁷ _____

PIANI CANTINATI N° ¹⁴⁰ _____

SOTTOTETTO PRATICABILE N° ¹⁴² _____

SUPERFICIE (MQ) ¹²⁴ _____

ALTEZZA (M) ¹²⁸ _____

VOLUME (MC) ¹³⁰ _____

DESTINAZIONE D'USO PURPOSE

ABITAZIONE	ATTIVITA' PRODUTTIVE (NUMERO)	ANNESI (NUMERO)
N° ALLOGGI ¹⁴³ _____	ARTIGIANATO ¹⁴⁹ _____	OPIFICI ¹⁵⁷ _____
N° SCALE ¹⁴⁵ _____	COMMERCIO ¹⁵¹ _____	MAGAZZINI ¹⁶⁰ _____
N° VANI COMPLESSIVI ¹⁴⁶ _____	TURISMO ¹⁵³ _____	STALLE ¹⁶¹ _____
	ALTRO ¹⁵⁵ _____	ALTRO ¹⁶³ _____

CARATTERISTICHE STRUTTURALI STRUCTURAL CHARACTERISTICS

ANNO DI COSTRUZIONE ¹⁶⁸ _____ YEAR OF CONSTRUCTION

STRUTTURA PORTANTE VERT. STRUCTURE ¹⁵⁵	STRUTTURE ORIZZONTALI HORIZ. STRUCTURE ¹⁶⁶	COPERTURA ROOF ¹⁶⁷	OPPURE OR PRIMA - 1900 ¹⁷²
MURATURA PIETRAMME <input type="checkbox"/> 1	VOLTA <input type="checkbox"/> 1	LEGNO E TEGOLE <input type="checkbox"/> 1	PRIMA - 1900 <input type="checkbox"/> 1
MURATURA TUFO <input type="checkbox"/> 2	SOLAIO IN LEGNO <input type="checkbox"/> 2	C. A. <input type="checkbox"/> 2	1901 - 1943 <input type="checkbox"/> 2
MURATURA MATTONI <input type="checkbox"/> 3	SOLAIO IN FERRO <input type="checkbox"/> 3	ALTRO <input type="checkbox"/> 3	1944 - 1962 <input type="checkbox"/> 3
CEMENTO ARMATO <input type="checkbox"/> 4	SOLAIO IN C. A. <input type="checkbox"/> 4	DIVERSE <input type="checkbox"/> 4	1963 - 1971 <input type="checkbox"/> 4
STRUTTURA MISTA <input type="checkbox"/> 5			DOPO - 1971 <input type="checkbox"/> 5
			IGNOTA <input type="checkbox"/> 6

ENTITA' DEL DANNO DAMAGE

	STRUTTURA PORTANTE VERT. STRUCTURE ¹⁷³	SOLAIO FLOORS ¹⁷⁴	TETTI ROOF ¹⁷⁵	TAMPONATURE ESTERNE EXTER. PART. ¹⁷⁶	PANCI INTERNE PART. ¹⁷⁷	SCALE STAIRS ¹⁷⁸
NESSUN DANNO NO DAMAGE	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1
IRRILEVANTE - RIPARAZIONE NON URGENTE INSIGNIFICANT	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 2
LIEVE - DA RIPARARE SLIGHT	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 3
NOTEVOLE - DA SGOMBRARE PARZIALMENTE - RIPARABILE CONSIDERABLE	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 4
GRAVE - DA SGOMBRARE - RIPARABILE SERIOUS	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 5
GRAVISSIMO - DA SGOMBRARE E DEMOLIRE VERY SERIOUS	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 6
CROLLATO PARZIALMENTE - DA DEMOLIRE PARTIALLY COLLAPSED	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 7
DISTRUTTO TOTALLY COLLAPSED	<input type="checkbox"/> 8	<input type="checkbox"/> 8	<input type="checkbox"/> 8	<input type="checkbox"/> 8	<input type="checkbox"/> 8	<input type="checkbox"/> 8

DESTINATARIO : ROMA 1

FONTI DI INFORMAZIONE SU EDIFICI DISTRUTTI

1 INFORMAZIONE DIRETTA

2 FOTO

3 STUDI PRECEDENTI

179

FIRMA LEGGIBILE E QUALIFICA

1980
novembre
2010

30° anniversario

La scala di intensità sismica Medvedev-Sponheuer-Karnik-76 (MSK-76)

Intensity grade	Classes of structures		
	A	B	C
V	Single - 1		
VI	Single - 2 Many - 1	Single - 1	
VII	Single - 4 Many - 3	Many - 2	Many - 1
VIII	Single - 5 Many - 4	Single - 4 Many - 3	Single - 3 Many - 2
IX	Many - 5	Single - 5 Many - 4	Single - 4 Many - 3
X	Most - 5	Many - 5	Single - 5 Many - 4

Algoritmo di analisi basato sulla massimizzazione della funzione di verosimiglianza

Intensità sismica MSK

Comune	IMCS	IMSK	N. edifici
Lioni	10	8	1420
S. Angelo dei Lombardi	10	8	1737
Guardia Lombardi	9	7	927
Baronissi	8	7	1359
Buccino	8	7	1813
Cairano	8	7	338
Castelgrande	8	7	576
Colliano	8	7	955
Monteforte Irpino	8	7	816
Ruvo del Monte	8	7	426
Volturara Irpina	8	7	1125
Contursi	8	6	606
Mercogliano	8	6	776
S. Fele	8	6	763
Apice	7	7	869
Arpaia	7	7	229
Galvanico	7	7	286
Casola di Napoli	7	7	366
Castelfranci	7	7	553
Ceppaloni	7	7	806

Paternopoli	7	7	823
Arienzo	7	6	950
Chiusano S. Domenico	7	6	449
Striano	7	6	926
Tramonti	7	6	884
Tocco Claudio	6.5	7	302
S. Agnello	6.5	6	898
Laurenzana	6	7	924
Anzi	6	6	665
Liveri	6	6	319
S. Mauro Forte	5	6	683
Calvi	-	7	398
Castiglione del Genovesi	-	7	182
Atrani	-	6	123
Casamarciano	-	6	434
Comiziano	-	6	291
Conca della Campania	-	6	497
Marsicovetere	-	6	1032
Pellezzano	-	6	791
Rapolla	-	6	456
S. Pietro al Tanagro	-	6	702

Algoritmo di analisi basato sulla massimizzazione della funzione di verosimiglianza

Classi di vulnerabilità

Struttura orizzontale	Struttura verticale			
	Muratura pietrame	Muratura tufo	Muratura mattoni	Cemento armato
Volta	A	A	A	–
Solaio in legno	A	A	C	–
Solaio in ferro	B	B	C	–
Solaio in c.a.	C	C	C	C

Algoritmo di analisi basato sulla massimizzazione della funzione di verosimiglianza

Matrici di probabilità di danno (DPM)

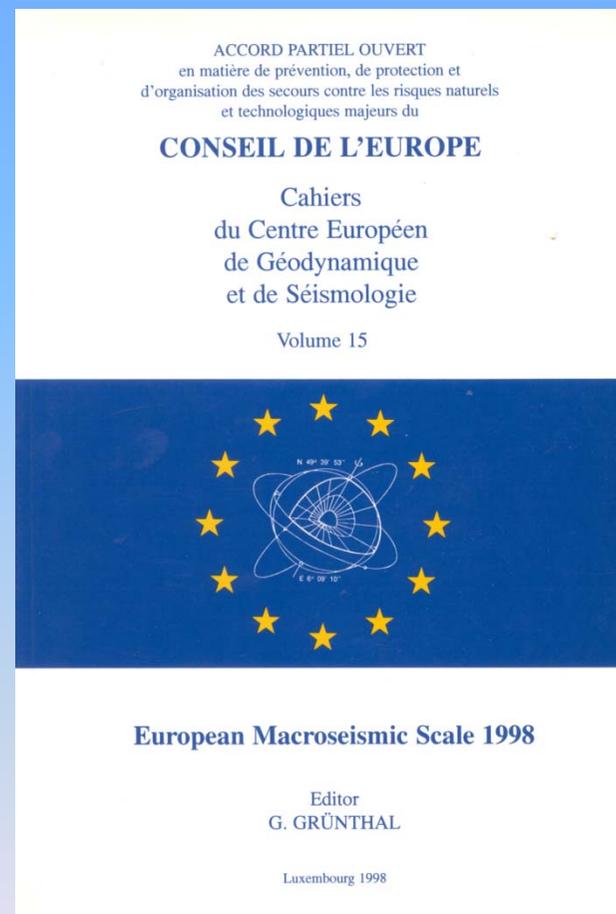


1980
novembre
2010

30^e anniversaire

La European Macroseismic Scale (EMS)

La base della European Macroseismic Scale (EMS) è la scala Medvedev-Sponheuer-Karnik (MSK), che a sua volta si basa sull'esperienza dell'applicazione delle scale MCS, Modified Mercalli (MM) e Medvedev, nota anche come GEOFIAN.



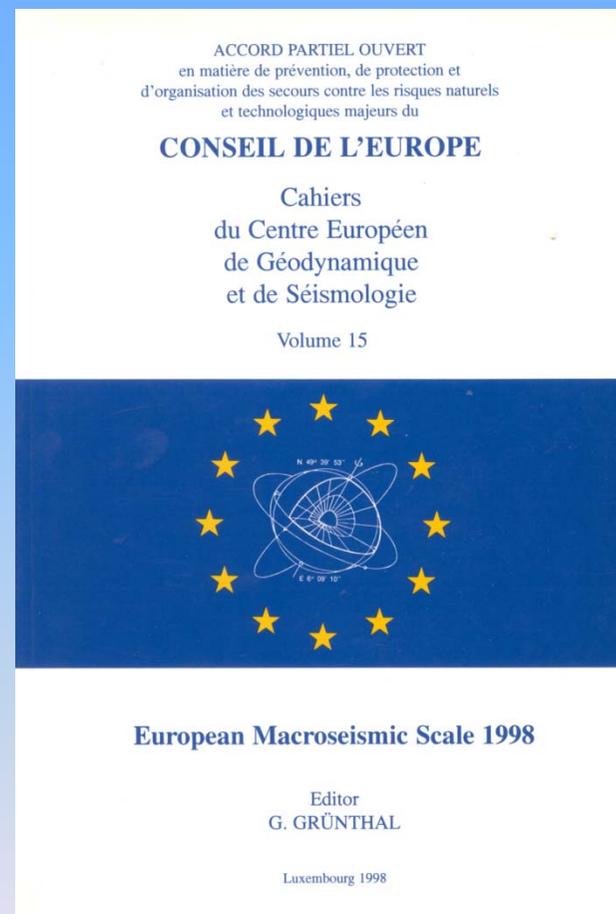
1980
novembre
2010

30^e anniversario

La European Macroseismic Scale (EMS)

La base della European Macroseismic Scale (EMS) è la scala Medvedev-Sponheuer-Karnik (MSK), che a sua volta si basa sull'esperienza dell'applicazione delle scale MCS, Modified Mercalli (MM) e Medvedev, nota anche come GEOFIAN.

Con alcune piccole modifiche negli anni '70 e '80, la scala MSK è stata ampiamente utilizzata in Europa. Nei primi anni '90, la European Seismological Commission (ESC) utilizzò molti dei principi formulati nella Scala MSK per lo sviluppo della EMS, che attualmente è lo standard per la valutazione dell'intensità in Europa.



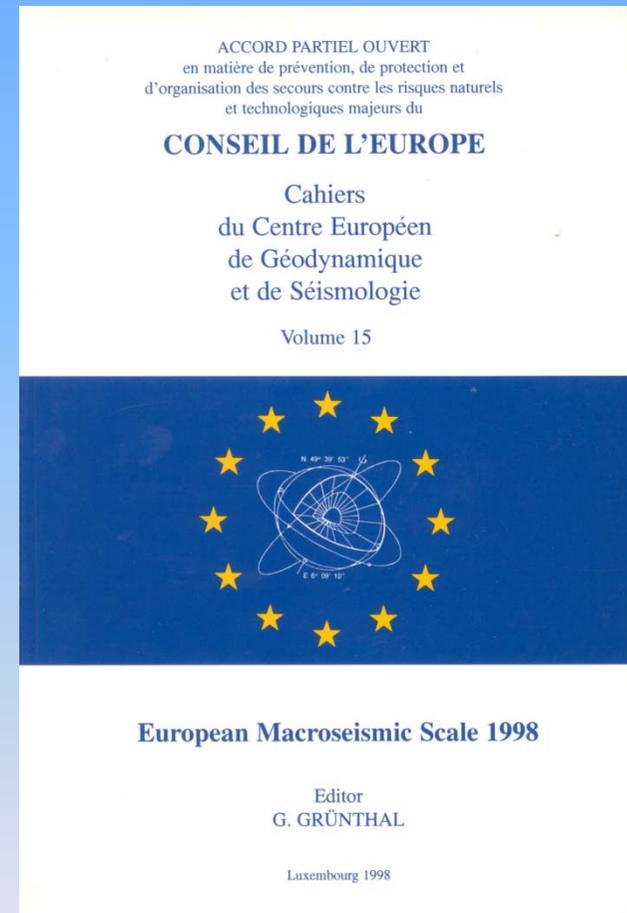
1980
novembre
2010

30^e anniversario

La European Macroseismic Scale (EMS)

Gli obiettivi perseguiti dalla EMS sono:

- la robustezza della scala; piccole differenze nella valutazione del danno non devono indurre grandi differenze nella valutazione dell'intensità;
- il carattere locale dell'intensità, rappresentativa per un villaggio, una piccola città o parte di una grande città, ma non per un singolo edificio;
- la semplicità d'uso.



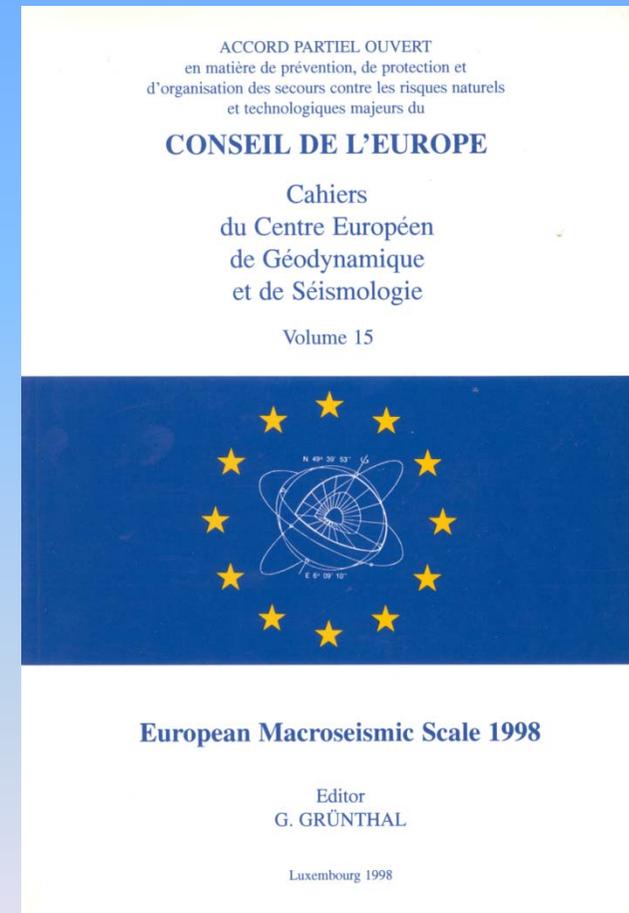
1980
novembre
2010

30^e anniversario

La European Macroseismic Scale (EMS)

Problemi specifici risolti dalla EMS sono:

- soddisfare le esigenze non solo sismologiche, ma anche ingegneristiche, grazie a una migliore definizione dei tipi edilizi, della corrispondente vulnerabilità e del danno;
- introdurre nuovi tipi di edifici, specialmente quelli progettati secondo norme sismiche (ERD: earthquake resistant design), non coperti dalle scale precedenti;
- definire una scala adatta anche alla valutazione dell'intensità di terremoti storici.



1980
novembre
2010

30^o anniversario

La European Macroseismic Scale (EMS)

EMS intensity	Definition	Description of typical observed effects (abstracted)
I	Not felt	Not felt.
II	Scarcely felt	Felt only by very few individual people at rest in houses.
III	Weak	Felt indoors by a few people. People at rest feel a swaying or light trembling.
IV	Largely observed	Felt indoors by many people, outdoors by very few. A few people are awakened. Windows, doors and dishes rattle.
V	Strong	Felt indoors by most, outdoors by few. Many sleeping people awake. A few are frightened. Buildings tremble throughout. Hanging objects swing considerably. Small objects are shifted. Doors and windows swing open or shut.
VI	Slightly damaging	Many people are frightened and run outdoors. Some objects fall. Many houses suffer slight non-structural damage like hair-line cracks and fall of small pieces of plaster.
VII	Damaging	Most people are frightened and run outdoors. Furniture is shifted and objects fall from shelves in large numbers. Many well built ordinary buildings suffer moderate damage: small cracks in walls, fall of plaster, parts of chimneys fall down; older buildings may show large cracks in walls and failure of fill-in walls.
VIII	Heavily damaging	Many people find it difficult to stand. Many houses have large cracks in walls. A few well built ordinary buildings show serious failure of walls, while weak older structures may collapse.
IX	Destructive	General panic. Many weak constructions collapse. Even well built ordinary buildings show very heavy damage: serious failure of walls and partial structural failure.
X	Very destructive	Many ordinary well built buildings collapse.
XI	Devastating	Most ordinary well built buildings collapse, even some with good earthquake resistant design are destroyed.
XII	Completely devastating	Almost all buildings are destroyed.

1980
novembre
2010

30^o anniversario

La European Macroseismic Scale (EMS)

Classi di vulnerabilità



	Type of Structure	Vulnerability Class					
		A	B	C	D	E	F
MASONRY	rubble stone, fieldstone	○					
	adobe (earth brick)	○	—				
	simple stone	⋯	○				
	massive stone		—	○	⋯		
	unreinforced, with manufactured stone units	⋯	○	—			
	unreinforced, with RC floors reinforced or confined		—	○	⋯		
REINFORCED CONCRETE (RC)	frame without earthquake-resistant design (ERD)	⋯	○	—			
	frame with moderate level of ERD		⋯	○	—		
	frame with high level of ERD			⋯	○	—	
	walls without ERD	⋯	○	—			
REINFORCED CONCRETE (RC)	walls with moderate level of ERD		⋯	○	—		
	walls with high level of ERD			⋯	○	—	
	steel structures		⋯	○	—		
WOOD	timber structures	⋯	○	—			

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

1980
novembre
2010

30[°] anniversario

E' possibile estendere le DPM così determinate ad altre situazioni costruttive?

1980
novembre
2010

30^o anniversario

E' possibile estendere le DPM così determinate ad altre situazioni costruttive?

Caratteristiche costruttive regionali e locali (particolarmente importanti per le costruzioni in muratura)

1980
novembre
2010

30° anniversario

E' possibile estendere le DPM così determinate ad altre situazioni costruttive?

Caratteristiche costruttive regionali e locali (particolarmente importanti per le costruzioni in muratura)

Epoca di costruzione (importante sia per gli edifici in muratura che in c.a.)

1980
novembre
2010

30
anniversario

E' possibile estendere le DPM così determinate ad altre situazioni costruttive?

Caratteristiche costruttive regionali e locali (particolarmente importanti per le costruzioni in muratura)

Epoca di costruzione (importante sia per gli edifici in muratura che in c.a.)

Dati forniti da terremoti successivi a quello del 1980:

1984 Appennino abruzzese	$M_w = 5.93$
1997 Appennino umbro-marchigiano	$M_w = 6.05$
2002 Molise	$M_w = 5.78$
2009 L'Aquila	$M_w = 6.3$

1980
novembre
2010

30
anniversario

E' possibile estendere le DPM così determinate ad altre situazioni costruttive?

Caratteristiche costruttive regionali e locali (particolarmente importanti per le costruzioni in muratura)

Epoca di costruzione (importante sia per gli edifici in muratura che in c.a.)

Dati forniti da terremoti successivi a quello del 1980:

1984 Appennino abruzzese	$M_w = 5.93$
1997 Appennino umbro-marchigiano	$M_w = 6.05$
2002 Molise	$M_w = 5.78$
2009 L'Aquila	$M_w = 6.3$

Giudizio esperto

1980
novembre
2010

30
anniversario

E' possibile estendere le DPM così determinate ad altre situazioni costruttive?

Caratteristiche costruttive regionali e locali (particolarmente importanti per le costruzioni in muratura)

Epoca di costruzione (importante sia per gli edifici in muratura che in c.a.)

Dati forniti da terremoti successivi a quello del 1980:

1984 Appennino abruzzese	$M_w = 5.93$
1997 Appennino umbro-marchigiano	$M_w = 6.05$
2002 Molise	$M_w = 5.78$
2009 L'Aquila	$M_w = 6.3$

Giudizio esperto

Modelli meccanici

1980
novembre
2010

30^o anniversario

E' possibile ridurre la dispersione intrinseca delle
DPM?

1980
novembre
2010

30^o anniversario

E' possibile ridurre la dispersione intrinseca delle DPM?

Scheda di 2° livello

1980
novembre
2010

30[°] anniversario

E' possibile ridurre la dispersione intrinseca delle DPM?

Scheda di 2° livello

Modelli meccanici

1980
novembre
2010

30° anniversario

E' possibile ridurre la dispersione intrinseca delle DPM?

Scheda di 2° livello

Modelli meccanici

DPM per meccanismi di danno

1980
novembre
2010

30° anniversario

Il danneggiamento dei monumenti della Basilicata a seguito del terremoto del 23/11/1980

Pochi mesi dopo il terremoto del 23/11/1980, il danno subito dal patrimonio monumentale della Basilicata venne rilevato utilizzando una scheda appositamente messa a punto.

SOPRINTENDENZA AI BENI AMBIENTALI E ARCHITETTONICI		Scheda compilata il _____	
POTENZA		da _____	
Pr. _____	Comune _____	Località _____	ACCESSIBILITA'
Denominazione _____			<input type="checkbox"/> chiusura affidabile
Proprietà _____			<input type="checkbox"/> chiusura non affidabile
IGMF _____	TAV _____	Dati catastali F. _____	Part. n. _____
			<input type="checkbox"/> chiusura assente
			<input type="checkbox"/> sistemi antifurto
TIPOLOGIA	PIANI E DIMENSIONI DI MASSIMA		
<input type="checkbox"/> palazzo	<input type="checkbox"/> interrato		
<input type="checkbox"/> edilizia tradizionale	<input type="checkbox"/> seminterrato		
<input type="checkbox"/> castello	<input type="checkbox"/> fuoriterza		
<input type="checkbox"/> mura	<input type="checkbox"/> sottotetto		
<input type="checkbox"/> torre	<input type="checkbox"/> altezza gronda H _____		
<input type="checkbox"/> chiesa	<input type="checkbox"/> sup. coperta mq _____		
<input type="checkbox"/> campanile	<input type="checkbox"/> cubatura mc _____		
<input type="checkbox"/> casa canonica			
<input type="checkbox"/> convento			
<input type="checkbox"/> cappella - edicola			

1980
novembre
2010

30° anniversario

Il danneggiamento dei monumenti della Basilicata a seguito del terremoto del 23/11/1980

Pochi mesi dopo il terremoto del 23/11/1980, il danno subito dal patrimonio monumentale della Basilicata venne rilevato utilizzando una scheda appositamente messa a punto.

SOPRINTENDENZA AI BENI AMBIENTALI E ARCHITETTONICI
POTENZA

Scheda compilata il _____

Pr. _____ Comune _____ Località _____
Denominazione _____
Proprietà _____
IGMF _____ TAV _____ Dati catastali F. _____ Part. n. _____

ACCESSIBILITA'

- chiusura affidabile
- chiusura non affidabile
- chiusura assente
- sistemi antifurto

TIPOLOGIA	PIANI E DIMENSIONI DI MASSIMA
<input type="checkbox"/> palazzo <input type="checkbox"/> edilizia tradizionale <input type="checkbox"/> castello <input type="checkbox"/> mura <input type="checkbox"/> torre <input type="checkbox"/> chiesa <input type="checkbox"/> campanile <input type="checkbox"/> casa canonica <input type="checkbox"/> convento <input type="checkbox"/> cappella - edicola	<input type="checkbox"/> interrato <input type="checkbox"/> seminterrato <input type="checkbox"/> fuoriterra <input type="checkbox"/> sottotetto <input type="checkbox"/> altezza gronda H _____ <input type="checkbox"/> sup. coperta mq _____ <input type="checkbox"/> cubatura mc _____

1980
novembre
2010

30° anniversario

Il danneggiamento dei monumenti della Basilicata a seguito del terremoto del 23/11/1980

Pochi mesi dopo il terremoto del 23/11/1980, il danno subito dal patrimonio monumentale della Basilicata venne rilevato utilizzando una scheda appositamente messa a punto.

SOPRINTENDENZA AI BENI AMBIENTALI E ARCHITETTONICI
POTENZA

Scheda compilata il _____

Pr. _____ Comune _____ Località _____
Denominazione _____
Proprietà _____
IGMF _____ TAV _____ Dati catastali F. _____ Part. n. _____

ACCESSIBILITA'
 chiusura affidabile
 chiusura non affidabile
 chiusura assente
 sistemi antifurto

TIPOLOGIA	PIANI E DIMENSIONI DI MASSIMA
<input type="checkbox"/> palazzo <input type="checkbox"/> edilizia tradizionale <input type="checkbox"/> castello <input type="checkbox"/> mura <input type="checkbox"/> torre <input type="checkbox"/> chiesa <input type="checkbox"/> campanile <input type="checkbox"/> casa canonica <input type="checkbox"/> convento <input type="checkbox"/> cappella - edicola	<input type="checkbox"/> interrato <input type="checkbox"/> seminterrato <input type="checkbox"/> fuoriterra <input type="checkbox"/> sottotetto <input type="checkbox"/> altezza gronda H _____ <input type="checkbox"/> sup. coperta mq _____ <input type="checkbox"/> cubatura mc _____

1980
novembre
2010

30° anniversario

Il danneggiamento dei monumenti della Basilicata a seguito del terremoto del 23/11/1980

Pochi mesi dopo il terremoto del 23/11/1980, il danno subito dal patrimonio monumentale della Basilicata venne rilevato utilizzando una scheda appositamente messa a punto.

SOPRINTENDENZA AI BENI AMBIENTALI E ARCHITETTONICI
POTENZA

Scheda compilata il _____

Pr. _____ Comune _____ Località _____
Denominazione _____
Proprietà _____
IGMF _____ TAV _____ Dati catastali F. _____ Part. n. _____

ACCESSIBILITA'
 chiusura affidabile
 chiusura non affidabile
 chiusura assente
 sistemi antifurto

TIPOLOGIA	PIANI E DIMENSIONI DI MASSIMA
<input type="checkbox"/> palazzo <input type="checkbox"/> edilizia tradizionale <input type="checkbox"/> castello <input type="checkbox"/> mura <input type="checkbox"/> torre <input type="checkbox"/> chiesa <input type="checkbox"/> campanile <input type="checkbox"/> casa canonica <input type="checkbox"/> convento <input type="checkbox"/> cappella - edicola	<input type="checkbox"/> interrato <input type="checkbox"/> seminterrato <input type="checkbox"/> fuoriterra <input type="checkbox"/> sottotetto <input type="checkbox"/> altezza gronda H _____ <input type="checkbox"/> sup. coperta mq _____ <input type="checkbox"/> cubatura mc _____

1980
novembre
2010

30° anniversario

Il danneggiamento dei monumenti della Basilicata a seguito del terremoto del 23/11/1980

TIPOLOGIA		PIANI E DIMENSIONI DI MASSIMA			
VERTICALI	ORIZZONTALI	MANTI DI COPERTURA		PAVIMENTI	
<input type="checkbox"/> pietra <input type="checkbox"/> mattoni <input type="checkbox"/> listata <input type="checkbox"/> paramenti/tufo <input type="checkbox"/> paramento/pietra	<input type="checkbox"/> solai lat. cem <input type="checkbox"/> solai misti <input type="checkbox"/> solai legno <input type="checkbox"/> volte portanti <input type="checkbox"/> volte leggere <input type="checkbox"/> incannicc. <input type="checkbox"/> mattoni in folio <input type="checkbox"/> tetti in C.A. <input type="checkbox"/> tetti in legno	<input type="checkbox"/> coppi <input type="checkbox"/> tegole marsigliesi <input type="checkbox"/> terrazze <input type="checkbox"/> maiolicato	<input type="checkbox"/> cotto <input type="checkbox"/> maiolicato <input type="checkbox"/> graniglia <input type="checkbox"/> pietra		
STATO DI CONSERVAZIONE			BENI MOBILI ANNESSI		
	Lesioni Leggere	Lesioni Gravi	Perico- losità	Crollo	<input type="checkbox"/> dipinti murali <input type="checkbox"/> sculture lignee; pietra <input type="checkbox"/> stucchi <input type="checkbox"/> soffitti lignei <input type="checkbox"/> cori lignei <input type="checkbox"/> organi <input type="checkbox"/> pulpiti <input type="checkbox"/> tele; tavole <input type="checkbox"/> reperti <input type="checkbox"/> campane <input type="checkbox"/>
strutture verticali					
strutture orizzontali					
coperture					
archi - architravi					
volte					
cornicioni					
manto di copertura					
pinnacoli - camp. a vela					
controsoffitto ligneo					
volte incannicciate					
paramenti					
intonaci					
infissi					
pavimenti					

1980
novembre
2010

30° anniversario

Il danneggiamento dei monumenti della Basilicata a seguito del terremoto del 23/11/1980

TIPOLOGIA		PIANI E DIMENSIONI DI MASSIMA			
VERTICALI	ORIZZONTALI	MANTI DI COPERTURA		PAVIMENTI	
<input type="checkbox"/> pietrame <input type="checkbox"/> mattoni <input type="checkbox"/> listata <input type="checkbox"/> paramenti/tufo <input type="checkbox"/> paramento/pietra	<input type="checkbox"/> solai lat. cem <input type="checkbox"/> solai misti <input type="checkbox"/> solai legno <input type="checkbox"/> volte portanti <input type="checkbox"/> volte leggere <input type="checkbox"/> incannicc. <input type="checkbox"/> mattoni in folio <input type="checkbox"/> tetti in C.A. <input type="checkbox"/> tetti in legno	<input type="checkbox"/> coppi <input type="checkbox"/> tegole marsigliesi <input type="checkbox"/> terrazze <input type="checkbox"/> maiolicato	<input type="checkbox"/> cotto <input type="checkbox"/> maiolicato <input type="checkbox"/> graniglia <input type="checkbox"/> pietra		
STATO DI CONSERVAZIONE			BENI MOBILI ANNESSI		
	Lesioni Leggere	Lesioni Gravi	Perico- losità	Crollo	<input type="checkbox"/> dipinti murali <input type="checkbox"/> sculture lignee; pietra <input type="checkbox"/> stucchi <input type="checkbox"/> soffitti lignei <input type="checkbox"/> cori lignei <input type="checkbox"/> organi <input type="checkbox"/> pulpiti <input type="checkbox"/> tele; tavole <input type="checkbox"/> reperti <input type="checkbox"/> campane <input type="checkbox"/>
strutture verticali					
strutture orizzontali					
coperture					
archi - architravi					
volte					
cornicioni					
manto di copertura					
pinnacoli - camp. a vela					
controsoffitto ligneo					
volte incannicciate					
paramenti					
intonaci					
infissi					
pavimenti					

1980
novembre
2010

30° anniversario

Il danneggiamento dei monumenti della Basilicata a seguito del terremoto del 23/11/1980

TIPOLOGIA		PIANI E DIMENSIONI DI MASSIMA			
VERTICALI	ORIZZONTALI	MANTI DI COPERTURA		PAVIMENTI	
<input type="checkbox"/> pietrame <input type="checkbox"/> mattoni <input type="checkbox"/> listata <input type="checkbox"/> paramenti/tufo <input type="checkbox"/> paramento/pietra	<input type="checkbox"/> solai lat. cem <input type="checkbox"/> solai misti <input type="checkbox"/> solai legno <input type="checkbox"/> volte portanti <input type="checkbox"/> volte leggere <input type="checkbox"/> incannicc. <input type="checkbox"/> mattoni in folio <input type="checkbox"/> tetti in C.A. <input type="checkbox"/> tetti in legno	<input type="checkbox"/> coppi <input type="checkbox"/> tegole marsigliesi <input type="checkbox"/> terrazze <input type="checkbox"/> maiolicato	<input type="checkbox"/> cotto <input type="checkbox"/> maiolicato <input type="checkbox"/> graniglia <input type="checkbox"/> pietra		
STATO DI CONSERVAZIONE					BENI MOBILI ANNESSI
	Lesioni Leggere	Lesioni Gravi	Perico- losità	Crollo	<input type="checkbox"/> dipinti murali <input type="checkbox"/> sculture lignee; pietra <input type="checkbox"/> stucchi <input type="checkbox"/> soffitti lignei <input type="checkbox"/> cori lignei <input type="checkbox"/> organi <input type="checkbox"/> pulpiti <input type="checkbox"/> tele; tavole <input type="checkbox"/> reperti <input type="checkbox"/> campane <input type="checkbox"/>
strutture verticali					
strutture orizzontali					
coperture					
archi - architravi					
volte					
cornicioni					
manto di copertura					
pinnacoli - camp. a vela					
controsoffitto ligneo					
volte incannicciate					
paramenti					
intonaci					
infissi					
pavimenti					

1980
novembre
2010

30° anniversario

Il danneggiamento dei monumenti della Basilicata a seguito del terremoto del 23/11/1980

TIPOLOGIA		PIANI E DIMENSIONI DI MASSIMA			
VERTICALI	ORIZZONTALI	MANTI DI COPERTURA		PAVIMENTI	
<input type="checkbox"/> pietrame <input type="checkbox"/> mattoni <input type="checkbox"/> listata <input type="checkbox"/> paramenti/tufo <input type="checkbox"/> paramento/pietra	<input type="checkbox"/> solai lat. cem <input type="checkbox"/> solai misti <input type="checkbox"/> solai legno <input type="checkbox"/> volte portanti <input type="checkbox"/> volte leggere <input type="checkbox"/> incannicc. <input type="checkbox"/> mattoni in folio <input type="checkbox"/> tetti in C.A. <input type="checkbox"/> tetti in legno	<input type="checkbox"/> coppi <input type="checkbox"/> tegole marsigliesi <input type="checkbox"/> terrazze <input type="checkbox"/> maiolicato	<input type="checkbox"/> cotto <input type="checkbox"/> maiolicato <input type="checkbox"/> graniglia <input type="checkbox"/> pietra		
STATO DI CONSERVAZIONE			BENI MOBILI ANNESSI		
	Lesioni Leggere	Lesioni Gravi	Perico- losità	Crollo	<input type="checkbox"/> dipinti murali <input type="checkbox"/> sculture lignee; pietra <input type="checkbox"/> stucchi <input type="checkbox"/> soffitti lignei <input type="checkbox"/> cori lignei <input type="checkbox"/> organi <input type="checkbox"/> pulpiti <input type="checkbox"/> tele; tavole <input type="checkbox"/> reperti <input type="checkbox"/> campane <input type="checkbox"/>
strutture verticali					
strutture orizzontali					
coperture					
archi - architravi					
volte					
cornicioni					
manto di copertura					
pinnacoli - camp. a vela					
controsoffitto ligneo					
volte incannicciate					
paramenti					
intonaci					
infissi					
pavimenti					

1980
novembre
2010

30° anniversario

Il danneggiamento dei monumenti della Basilicata a seguito del terremoto del 23/11/1980

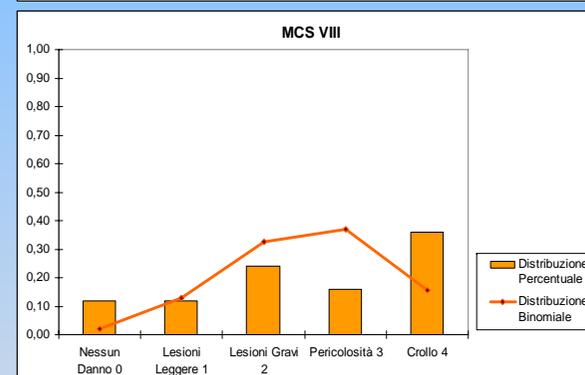
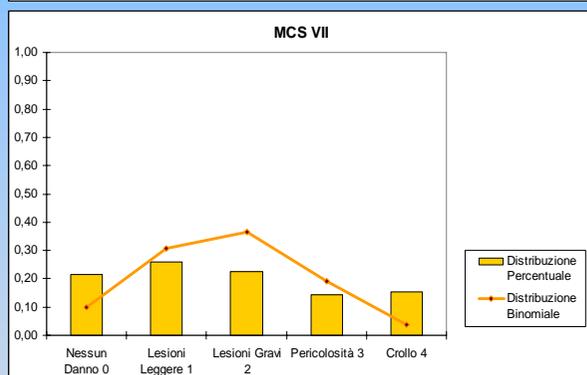
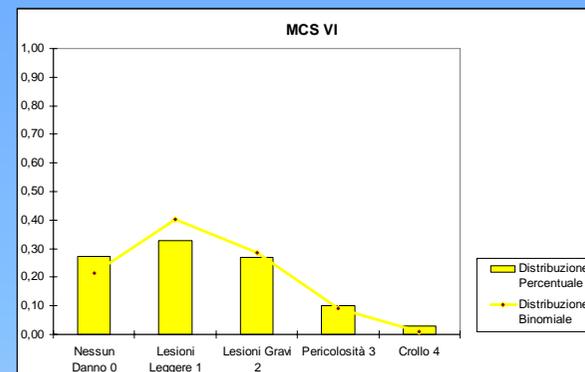
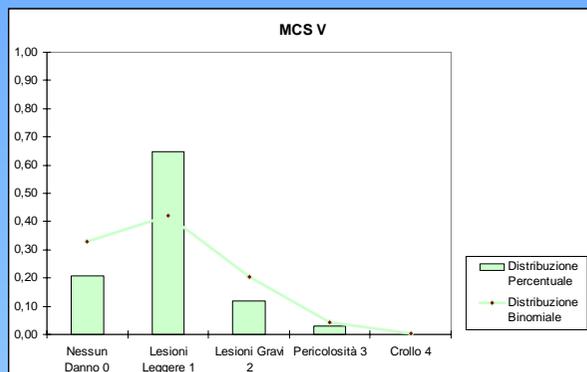


Balvano:
Chiesa di S.
Maria Assunta



Muro Lucano:
Castello

Matrici di probabilità di danno (DPM) per le chiese



Distribuzione binomiale

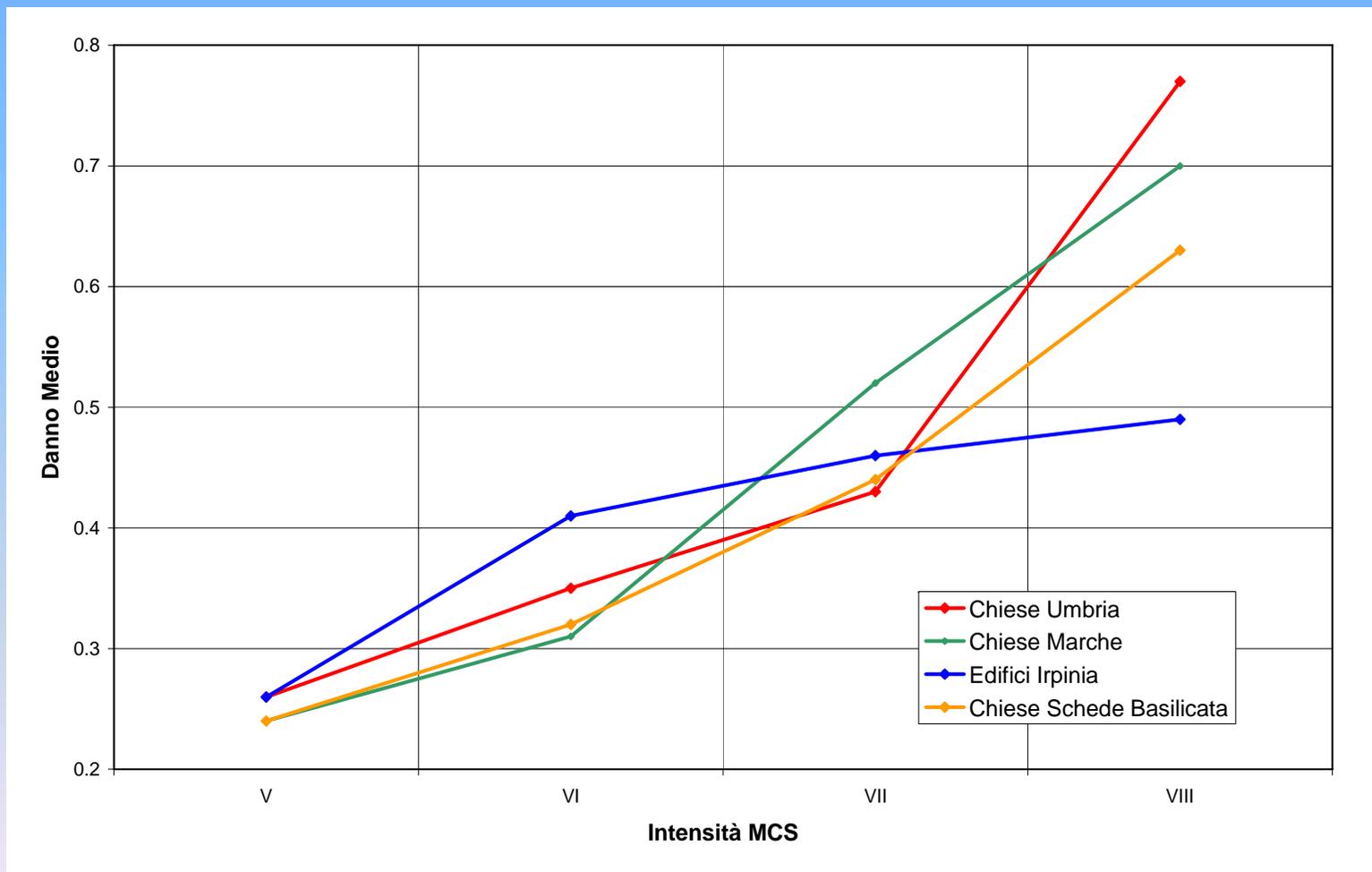
$$d_k = \frac{4!}{k!(4-k)!} p^k (1-p)^{4-k} \quad (k = 0, 1, 2, 3, 4)$$

MCS intensity	p	d_m
V	0.24	0.96
VI	0.32	1.28
VII	0.44	1.76
VIII	0.63	2.52

1980
novembre
2010

30° anniversario

DPM chiese Basilicata, Chiese Umbria, chiese Marche, edifici ordinari classe A



1980
novembre
2010

30° anniversario

Analisi per macroelementi e meccanismi di danno

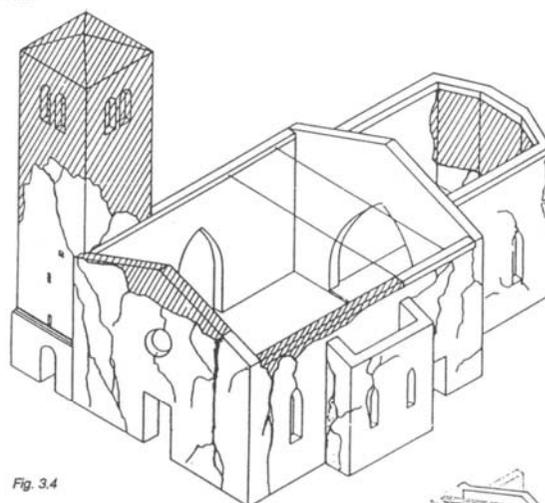


Fig. 3.4 - Chiesa di S. Stefano a Valeriano. Assonometria con indicato lo stato di danno al 6.5.76.

Fig. 3.5 - Chiesa di S. Stefano a Valeriano, suddivisione in parti costitutive denominate macroelementi.

- A- Macroelemento facciata
- B- Macroelemento pareti laterali
- C- Macroelemento cappella laterale
- D- Macroelemento arco trionfale
- E- Macroelemento abside
- F- Macroelemento campanile (a sua volta suddiviso in fusto e cella campanaria)
- Ab- Fascia di sovrapposizione-interazione del macroelemento facciata con la parete laterale
- Af- Fascia di sovrapposizione-interazione del macroelemento facciata con il campanile

Fig. 3.4

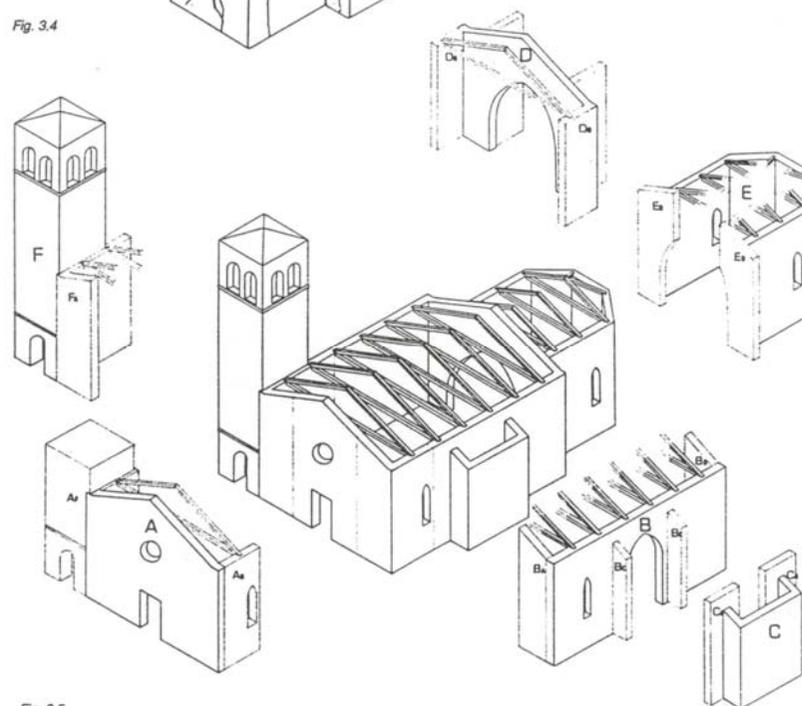


Fig. 3.5

1980
novembre
2010

30° anniversario

DPM per meccanismi di danno

Ribaltamento della facciata



1980
novembre
2010

30° anniversario

DPM per meccanismi di danno

Ribaltamento della facciata

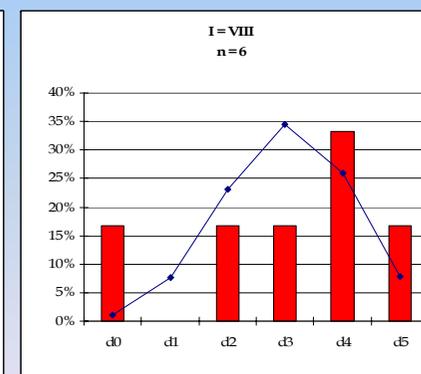
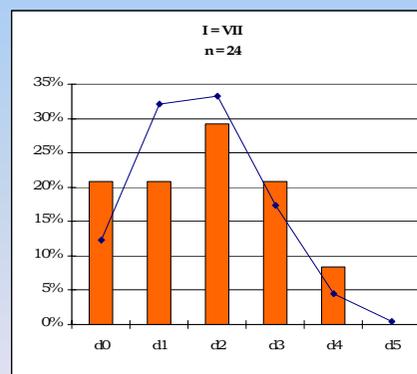
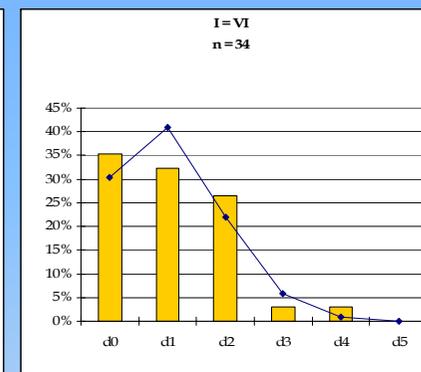
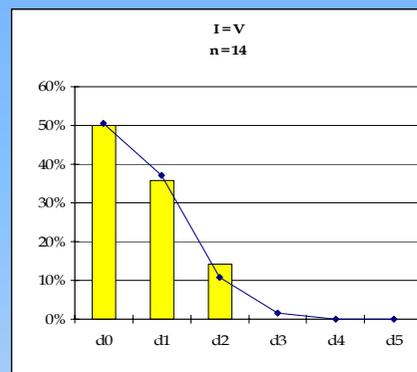


1980
novembre
2010

30° anniversario

DPM per meccanismi di danno

Ribaltamento della facciata

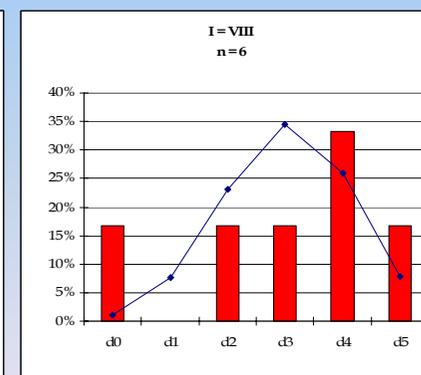
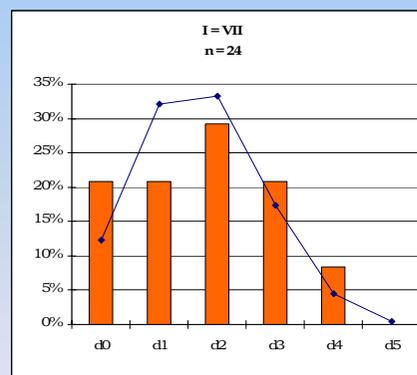
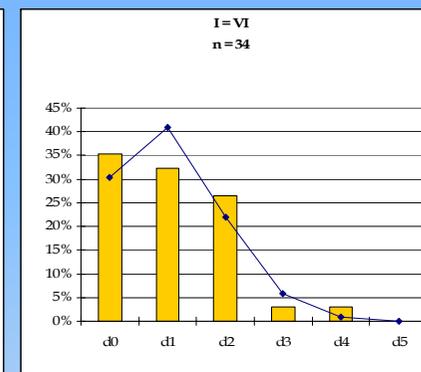
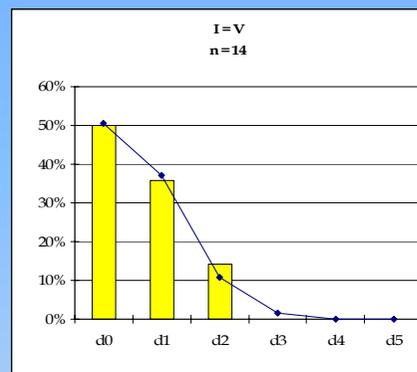
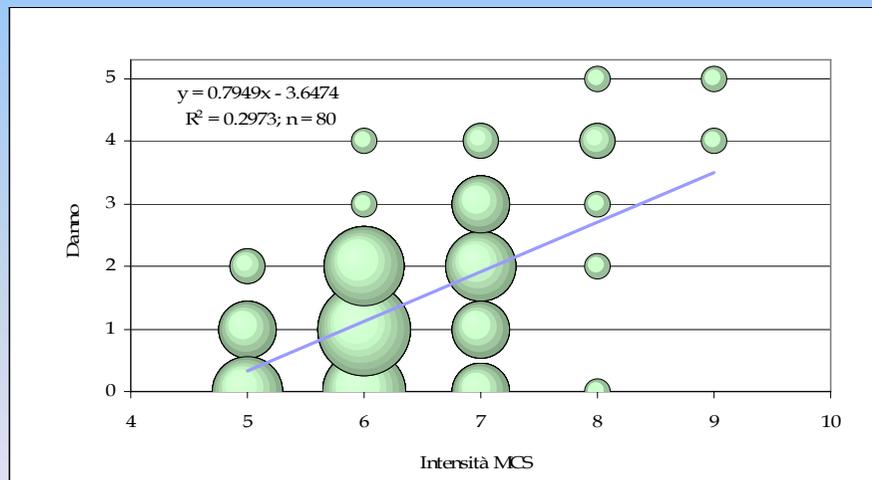


1980
novembre
2010

30° anniversario

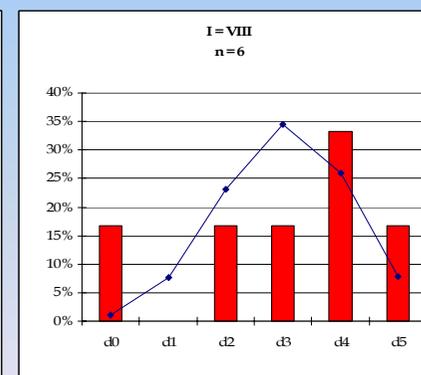
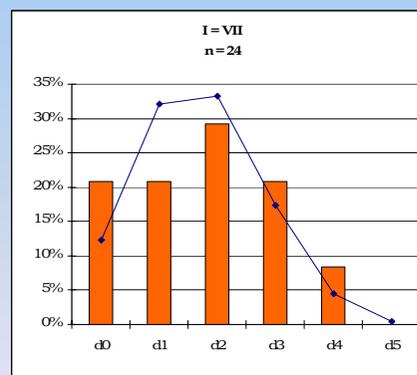
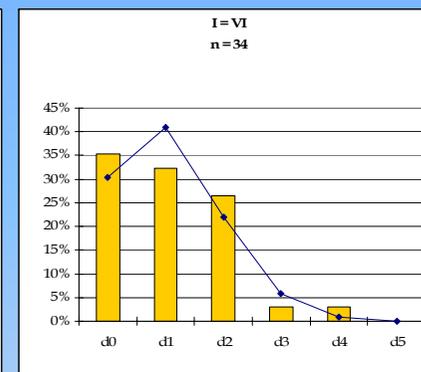
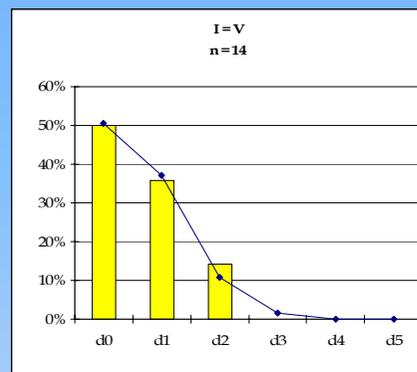
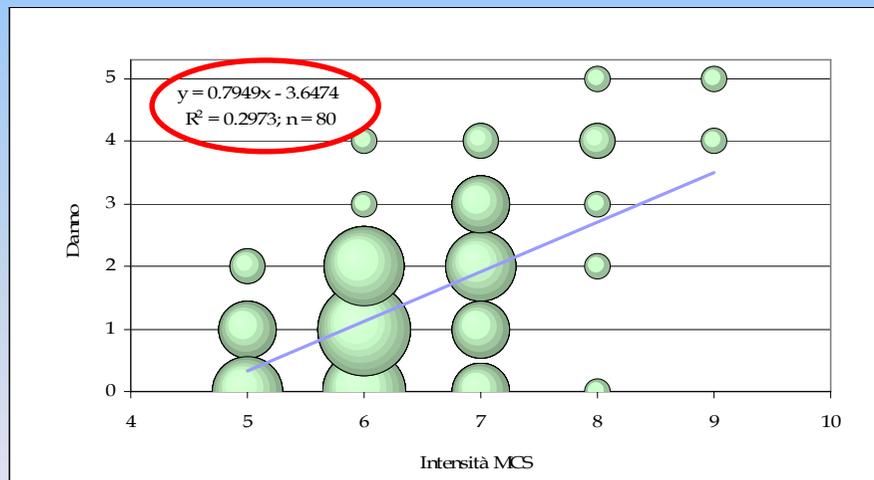
DPM per meccanismi di danno

Ribaltamento della facciata



DPM per meccanismi di danno

Ribaltamento della facciata



DPM per meccanismi di danno

Ribaltamento della facciata: analisi dei fattori di vulnerabilità

		<i>Coefficienti</i>	<i>R²</i>	<i>Errore standard</i>	<i>Stat t</i>	<i>Valore di significatività</i>	<i>Statistica della regressione</i>	
q	Intercetta	0	/	0.0618	0	1	R multiplo	0.840
x ₁	Intensità MCS	0.49	0.297	0.0624	7.88	1.8315E-11	R²	0.706
x ₂	Ammorsamento	0.32	0.150	0.0625	5.11	0.000	R² corretto	0.694
x ₃	Contrafforti	0.53	0.350	0.0625	8.49	0.000	n	80

DPM per meccanismi di danno

Ribaltamento della facciata: analisi dei fattori di vulnerabilità

		<i>Coefficienti</i>	<i>R²</i>	<i>Errore standard</i>	<i>Stat t</i>	<i>Valore di significatività</i>	<i>Statistica della regressione</i>	
q	Intercetta	0	/	0.0618	0	1	R multiplo	0.840
x ₁	Intensità MCS	0.49	0.297	0.0624	7.88	1.8315E-11	R²	0.706
x ₂	Ammorsamento	0.32	0.150	0.0625	5.11	0.000	R² corretto	0.694
x ₃	Contrafforti	0.53	0.350	0.0625	8.49	0.000	n	80

DPM per meccanismi di danno

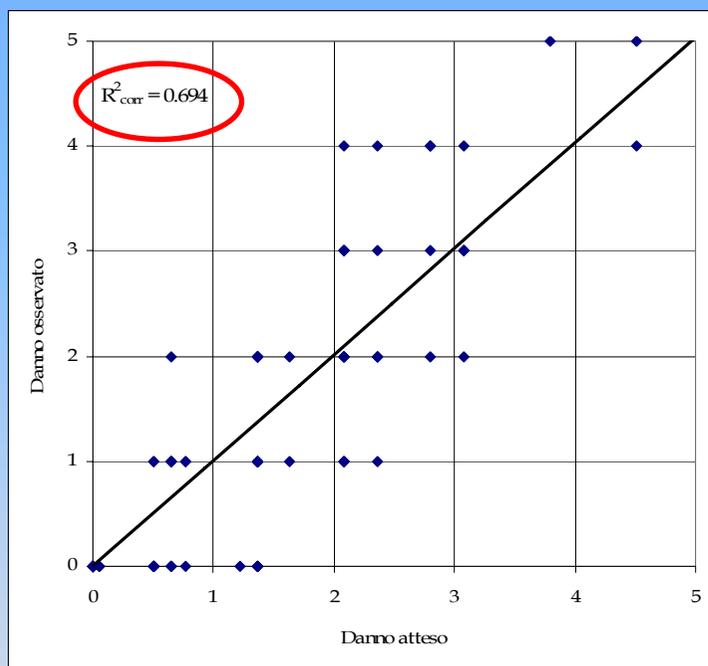
Ribaltamento della facciata: analisi dei fattori di vulnerabilità

		<i>Coefficienti</i>	<i>R²</i>	<i>Errore standard</i>	<i>Stat t</i>	<i>Valore di significatività</i>	<i>Statistica della regressione</i>	
q	Intercetta	0	/	0.0618	0	1	R multiplo	0.840
x ₁	Intensità MCS	0.49	0.297	0.0624	7.88	1.8315E-11	R²	0.706
x ₂	Ammorsamento	0.32	0.150	0.0625	5.11	0.000	R² corretto	0.694
x ₃	Contrafforti	0.53	0.350	0.0625	8.49	0.000	n	80

$$t_{0.05,3,76} = 1.665$$

DPM per meccanismi di danno

Ribaltamento della facciata: analisi dei fattori di vulnerabilità



$$y = 0.49x_1 + 0.32x_2 + 0.53x_3$$

		Coefficienti	R ²	Errore standard	Stat t	Valore di significatività	Statistica della regressione	
q	Intercetta	0	/	0.0618	0	1	R multiplo	0.840
x ₁	Intensità MCS	0.49	0.297	0.0624	7.88	1.8315E-11	R²	0.706
x ₂	Ammorsamento	0.32	0.150	0.0625	5.11	0.000	R² corretto	0.694
x ₃	Contrafforti	0.53	0.350	0.0625	8.49	0.000	n	80

$$t_{0.05,3,76} = 1.665$$

1980
novembre
2010

30[°] anniversario

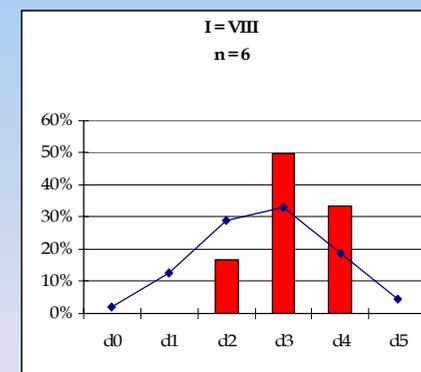
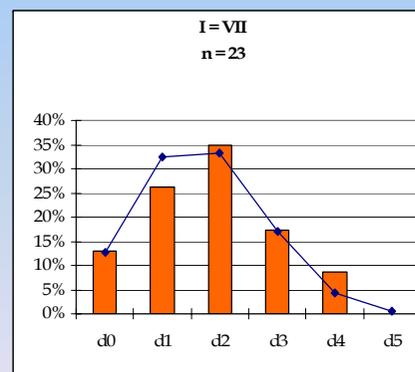
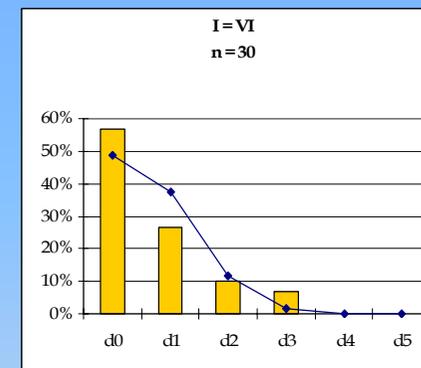
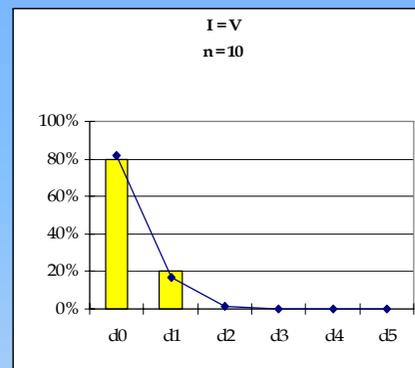
DPM per meccanismi di danno

Risposta trasversale dell'aula



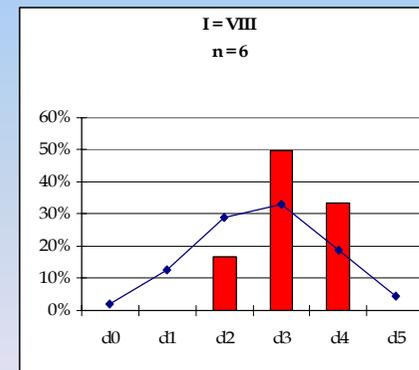
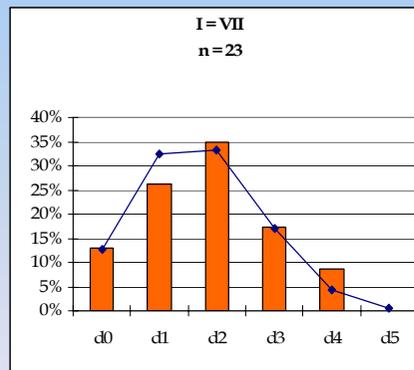
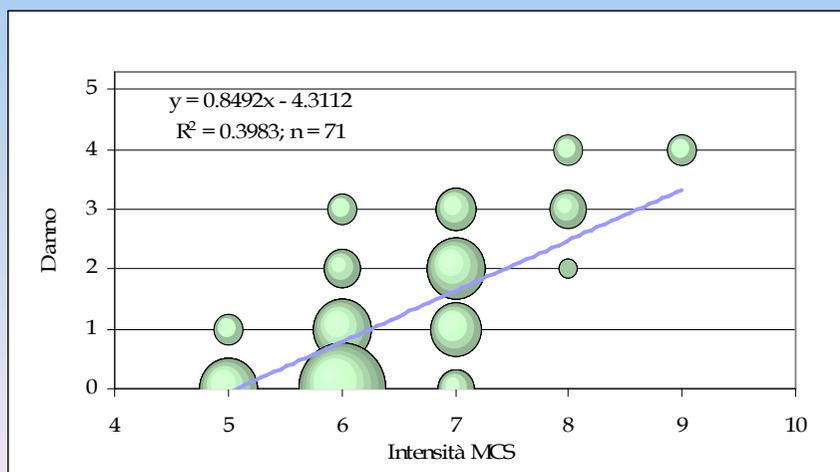
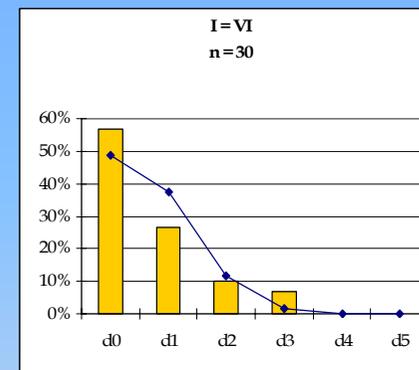
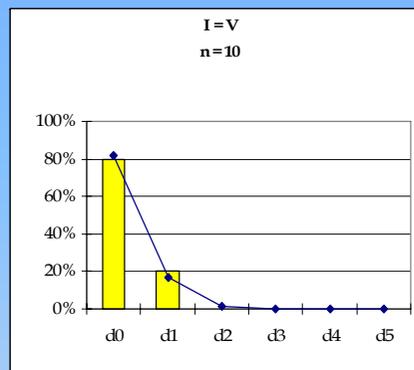
DPM per meccanismi di danno

Risposta trasversale dell'aula



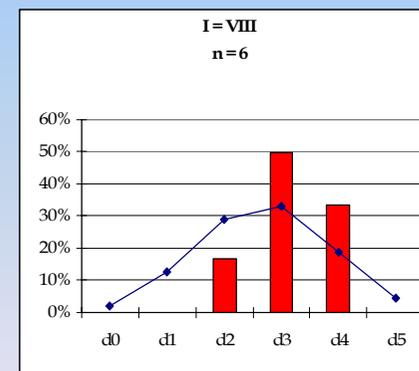
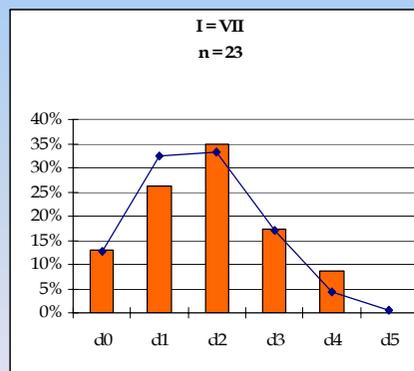
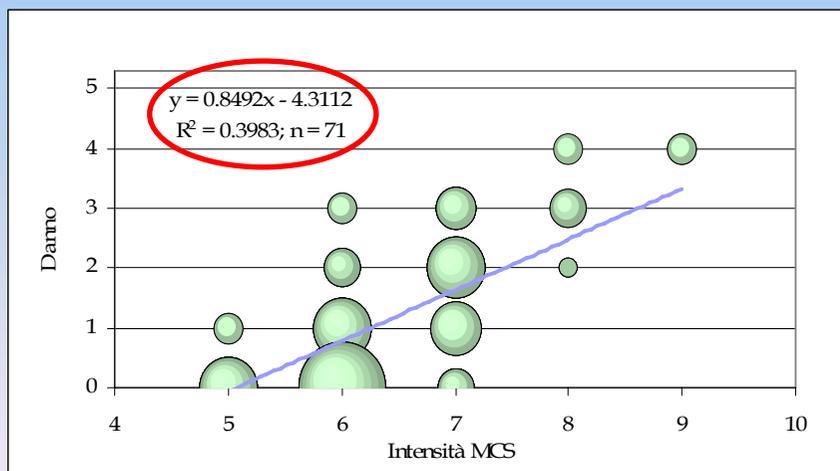
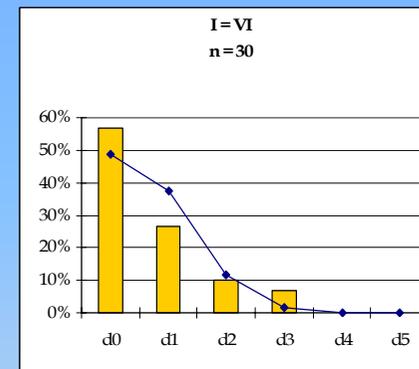
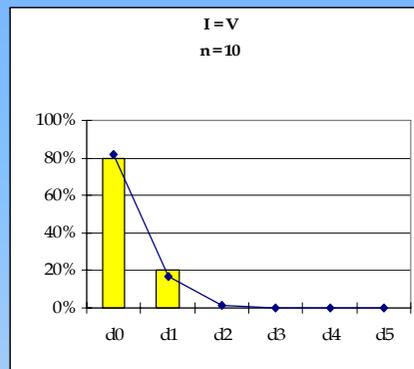
DPM per meccanismi di danno

Risposta trasversale dell'aula



DPM per meccanismi di danno

Risposta trasversale dell'aula



1980
novembre
2010

30[°] anniversario

DPM per meccanismi di danno

Torre campanaria

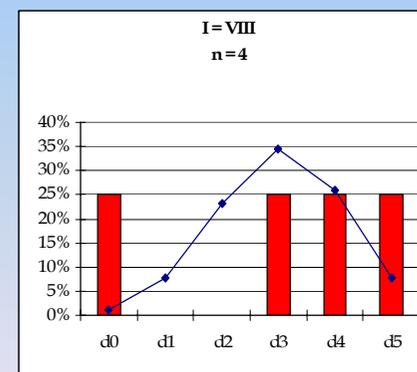
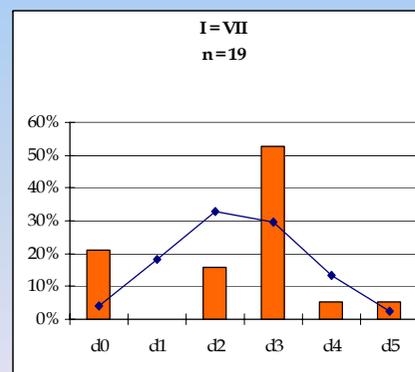
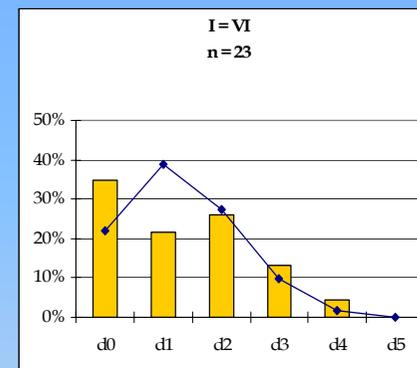
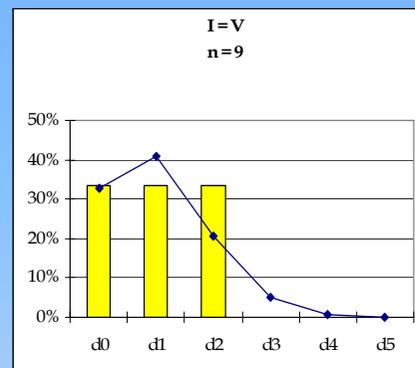


1980
novembre
2010

30[°] anniversario

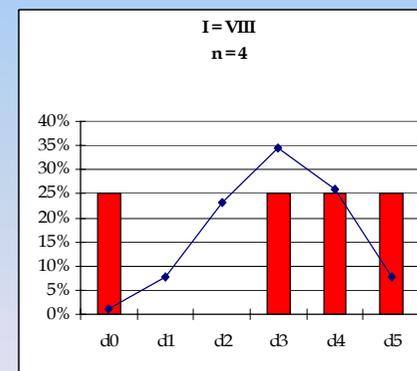
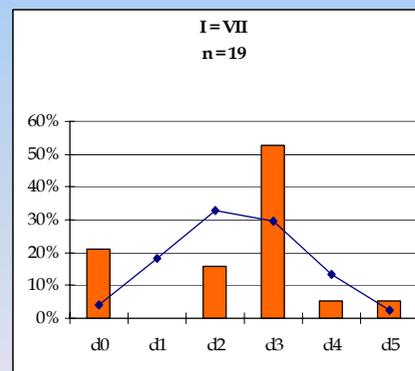
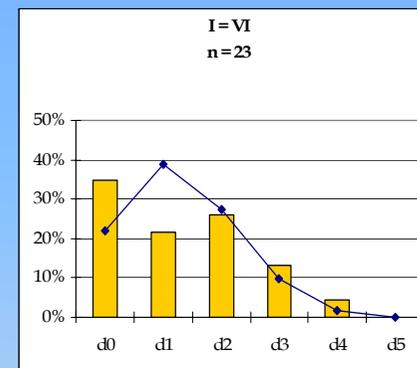
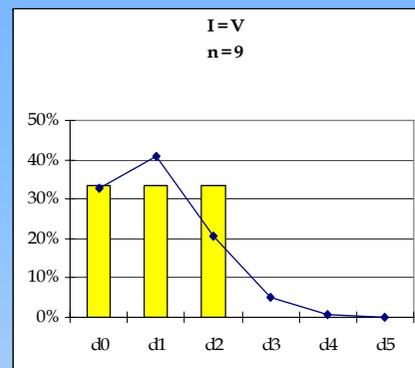
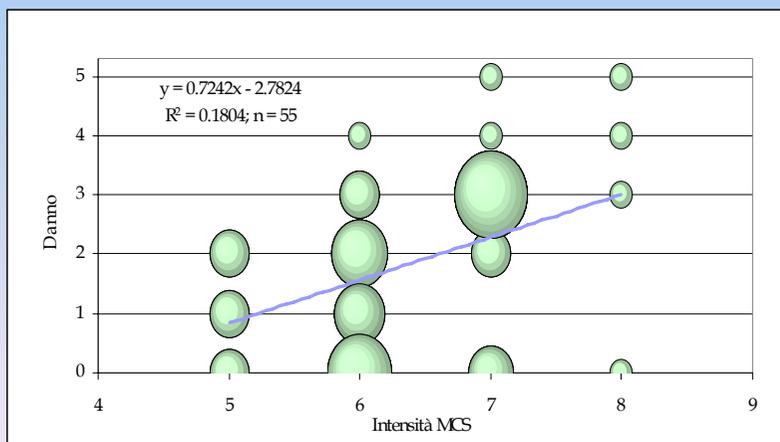
DPM per meccanismi di danno

Torre campanaria



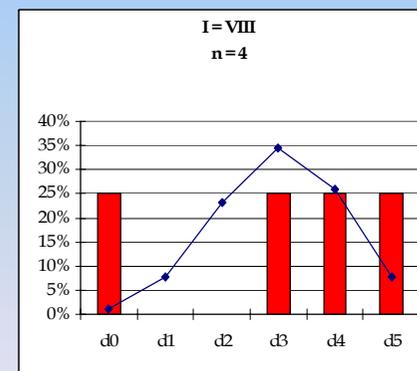
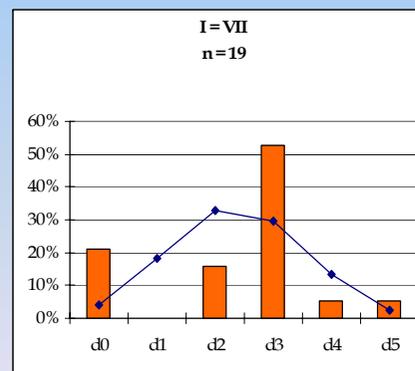
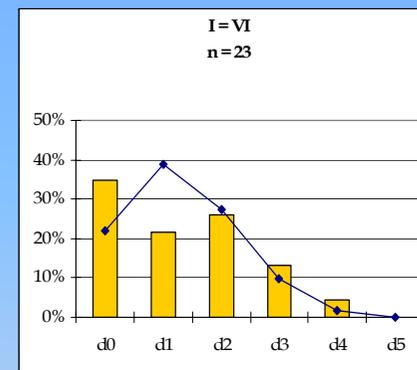
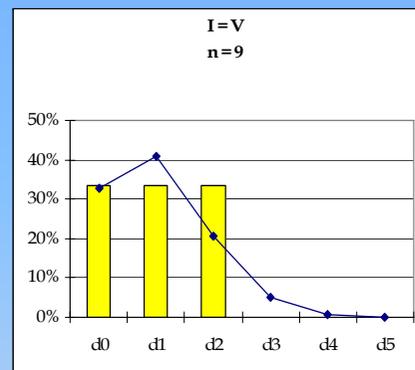
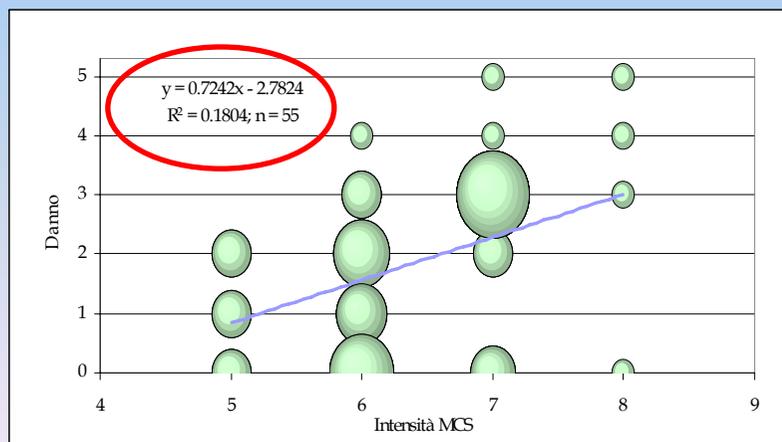
DPM per meccanismi di danno

Torre campanaria



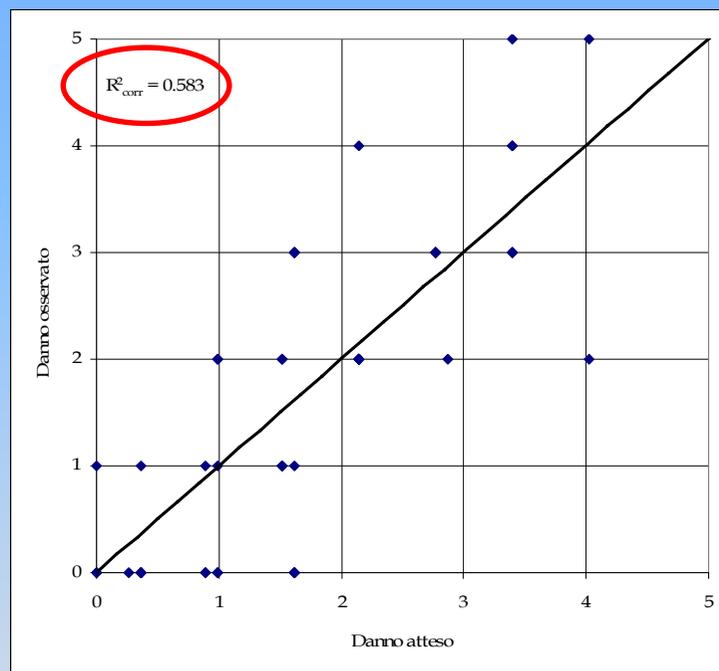
DPM per meccanismi di danno

Torre campanaria



DPM per meccanismi di danno

Torre campanaria: analisi dei fattori di vulnerabilità



		Coefficienti	R ²	Errore standard	Stat t	Valore di significatività	Statistica della regressione	
q	Intercetta	0	/	0.0871	0	1	R multiplo	0.779
x ₁	Intensità MCS	0.37	0.180	0.0624	4.13	0.0001	R ²	0.606
x ₂	Cerchiature	0.40	0.221	0.0625	4.54	0.0000	R ² corretto	0.583
x ₃	Lati non a contatto	0.46	0.323	0.0625	5.12	0.0000	n	55

Correlazioni tra i meccanismi di danno

	Ribaltamento della facciata	Meccanismi nel piano della facciata	Risposta trasversale dell'aula	Meccanismi nel piano delle pareti laterali (risposta longitudinale)	Arco trionfale	Ribaltamento dell'abside	Meccanismi nel piano dell'abside	Torre e cella campanaria
Ribaltamento della facciata	1	0.320	0.297	0.585	0.164	0.389	0.059	0.328
Meccanismi nel piano della facciata		1	0.547	0.008	0.264	0.065	0.090	0.149
Risposta trasversale dell'aula			1	0.283	0.408	0.188	0.291	0.243
Meccanismi nel piano delle pareti laterali (risposta longitudinale)				1	0.174	0.442	0.134	0.189
Arco trionfale					1	0.290	0.097	0.198
Ribaltamento dell'abside						1	0.153	0.336
Meccanismi nel piano dell'abside							1	0.177
Torre e cella campanaria			0.245					1

1980
novembre
2010

30^o anniversario

Conclusioni

1980
novembre
2010

30
anniversario

Conclusioni

Le DPM ricavate dall'analisi del danneggiamento degli edifici a seguito del terremoto dell'Irpinia-Basilicata del 1980 costituiscono tuttora la base delle valutazioni di vulnerabilità a larga scala.

1980
novembre
2010

30° anniversario

Conclusioni

Le DPM ricavate dall'analisi del danneggiamento degli edifici a seguito del terremoto dell'Irpinia-Basilicata del 1980 costituiscono tuttora la base delle valutazioni di vulnerabilità a larga scala.

Con opportuni modificatori, esse permettono di tenere in conto caratteristiche costruttive – regionali, locali, o relative all'epoca di costruzione – differenti da quelle delle tipologie per le quali sono state originariamente ricavate.

1980
novembre
2010

30° anniversario

Conclusioni

Le DPM ricavate dall'analisi del danneggiamento degli edifici a seguito del terremoto dell'Irpinia-Basilicata del 1980 costituiscono tuttora la base delle valutazioni di vulnerabilità a larga scala.

Con opportuni modificatori, esse permettono di tenere in conto caratteristiche costruttive – regionali, locali, o relative all'epoca di costruzione – differenti da quelle delle tipologie per le quali sono state originariamente ricavate.

Le DPM per meccanismi di danno rappresentano un'interessante evoluzione delle DPM per edifici. Attraverso la messa in conto dei fattori di vulnerabilità dei macroelementi, esse permettono di ridurre significativamente la dispersione statistica.

1980
novembre
2010

30° anniversario

Conclusioni

Le DPM ricavate dall'analisi del danneggiamento degli edifici a seguito del terremoto dell'Irpinia-Basilicata del 1980 costituiscono tuttora la base delle valutazioni di vulnerabilità a larga scala.

Con opportuni modificatori, esse permettono di tenere in conto caratteristiche costruttive – regionali, locali, o relative all'epoca di costruzione – differenti da quelle delle tipologie per le quali sono state originariamente ricavate.

Le DPM per meccanismi di danno rappresentano un'interessante evoluzione delle DPM per edifici. Attraverso la messa in conto dei fattori di vulnerabilità dei macroelementi, esse permettono di ridurre significativamente la dispersione statistica.

I meccanismi di danno per i diversi macroelementi sono statisticamente indipendenti, con alcune eccezioni che appaiono legate a effetti direzionali.

1980
novembre
2010

30° anniversario

Conclusioni

Le DPM ricavate dall'analisi del danneggiamento degli edifici a seguito del terremoto dell'Irpinia-Basilicata del 1980 costituiscono tuttora la base delle valutazioni di vulnerabilità a larga scala.

Con opportuni modificatori, esse permettono di tenere in conto caratteristiche costruttive – regionali, locali, o relative all'epoca di costruzione – differenti da quelle delle tipologie per le quali sono state originariamente ricavate.

Le DPM per meccanismi di danno rappresentano un'interessante evoluzione delle DPM per edifici. Attraverso la messa in conto dei fattori di vulnerabilità dei macroelementi, esse permettono di ridurre significativamente la dispersione statistica.

I meccanismi di danno per i diversi macroelementi sono statisticamente indipendenti, con alcune eccezioni che appaiono legate a effetti direzionali.

Le DPM per meccanismi permettono inoltre una più semplice taratura dei modelli meccanici, rispetto alle DPM per edifici.