



Giornata di studio
Strategie di mitigazione del rischio sismico.
CLE: Condizione Limite per l'Emergenza
OPCM 4007/2012
 Firenze, 27 febbraio 2013

Microzonazione sismica e geologia nelle schede dell'analisi della CLE

Giuseppe Naso
 Dipartimento Protezione Civile
 Uff. Rischio sismico e vulcanico

Cos'è la Microzonazione Sismica?

- E' la suddivisione dettagliata del territorio in zone a diverso comportamento sismico in caso di terremoto (**risposta sismica locale**); all'interno di ogni zona, il comportamento del terreno, rispetto al terremoto, è ritenuto omogeneo.
- Alcuni tipi di terreni e particolari forme del paesaggio possono modificare il moto sismico aumentandone gli effetti e causando fenomeni di instabilità (**effetti cosismici permanenti**).
- La MS è la rappresentazione cartografica, a scala urbana, della pericolosità sismica locale.

Perché gli studi di MS?

La pericolosità sismica locale è fortemente condizionata dalla geologia e dalla morfologia; la **caratterizzazione del territorio**, e quindi le **mappe di MS**, sono un elemento di base per la determinazione del rischio sismico.

La MS nelle schede della CLE

- Nelle schede di analisi della CLE devono essere riportati alcuni risultati, scaturiti dagli studi di MS, e altre informazioni geologiche
- Le **informazioni** richieste sono leggermente **diverse** se relative a:
 - ✓ edifici strategici, aggregati o unità strutturali (ES, AS, US)
 - ✓ aree di emergenza (AE)
 - ✓ reti infrastrutturali (AC).

Informazioni geologico-morfologiche e di MS per ES, AS, US

Sezione 2 – CARATTERISTICHE GENERALI																			
POSIZIONE NELL'AGGREGATO	13	Isolata	<input type="radio"/>	Si	<input type="radio"/>	No		14	Interna	<input type="radio"/>	D'estremità	<input type="radio"/>	D'angolo						
15	FRONTE INTERFERENTE SU INFRASTRUTTURA ACCESSIBILITÀ/CONNESSIONE (AC)		<input type="radio"/>	Si	<input type="radio"/>	No			<input type="radio"/>	Si	<input type="radio"/>	No							
16	UNITÀ STRUTTURALE SPECIALISTICA		<input type="radio"/>	Si	<input type="radio"/>	No		17	Chiesa	<input type="radio"/>	Teatro	<input type="radio"/>	Torre/campanile/ciminiera	<input type="radio"/>	Altro				
18	NUMERO PIANI TOTALI (INCLUSI INTERRATI)		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		19	PIANI INTERRATI	<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	≥3		
20	ALTEZZA MEDIA DI PIANO (m)	<input type="checkbox"/>	≤2,50	<input type="checkbox"/>	2,50-3-50	<input type="checkbox"/>	3,50-5,00	<input type="checkbox"/>	≥5,00	21	ALTEZZA ALL'IMPOSTA DELLA COPERTURA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
22	VOLUME UNICO SU AC	<input type="radio"/>	Si	<input type="radio"/>	No			23	SUPERFICIE MEDIA DI PIANO (mq)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
24	STRUTTURA PORTANTE VERTICALE	<input type="radio"/>	C.a.	<input type="radio"/>	Acciaio	<input type="radio"/>	Acciaio-c.l.s.	<input type="radio"/>	Muratura	<input type="radio"/>	Mista (muratura/c.a.)	<input type="radio"/>	Legno	<input type="radio"/>	Non identificata				
25	TIPO MURATURA	<input type="radio"/>	Buona	<input type="radio"/>	Cattiva	<input type="radio"/>	Non identificata	26	CORDOLI O CATENE	<input type="radio"/>	Si	<input type="radio"/>	No						
27	PILASTRI ISOLATI	<input type="radio"/>	Si	<input type="radio"/>	No			28	PIANO PILOTIS	<input type="radio"/>	Si	<input type="radio"/>	No	29	SOPRAELEVAZIONI	<input type="radio"/>	Si	<input type="radio"/>	No
30	DANNO STRUTTURALE	<input type="radio"/>	Gravissimo	<input type="radio"/>	Medio - grave	<input type="radio"/>	Leggero	<input type="radio"/>	Assente	31	STATO MANUTENTIVO	<input type="radio"/>	Carente	<input type="radio"/>	Sufficiente	<input type="radio"/>	Buono		
	PROPRIETÀ	<input type="radio"/>	32	Pubblica	<input type="radio"/>	33	Privata												
34	MORFOLOGIA	<input type="radio"/>	Pianeggiante	<input type="radio"/>	Su leggero pendio (15°÷30°)	<input type="radio"/>	Su forte pendio (>30°)												
	UBICAZIONE	<input type="radio"/>	35	Sotto versante incombente o forte pendio	<input type="radio"/>	36	Sopra versante incombente o cresta												
	MICROZONAZIONE SISMICA	<input type="radio"/>	37	Zona MS (condizione peggiore)	<input type="radio"/>	Stabile	<input type="radio"/>	Stabile con amplificazioni	<input type="radio"/>	Instabile									
		<input type="radio"/>	38	Tipo instabilità	<input type="radio"/>	Frana	<input type="radio"/>	39	Liquefazione	<input type="radio"/>	40	Faglia attiva e capace	<input type="radio"/>	41	Cedimenti differenziali	<input type="radio"/>	42	Cavità sotterranee	
	GEOLOGIA / IDROGEOLOGIA	<input type="radio"/>	43	Localizzazione frana	<input type="radio"/>	Interferente con l'edificio strategico	<input type="radio"/>	44	A monte	<input type="radio"/>	45	A valle							
46	Rischio PAI	<input type="radio"/>	R1	<input type="radio"/>	R2	<input type="radio"/>	R3	<input type="radio"/>	R4	<input type="radio"/>	47	Area alluvionabile	<input type="radio"/>	Si	<input type="radio"/>	No			

Ogni scheda è corredata da una mappa

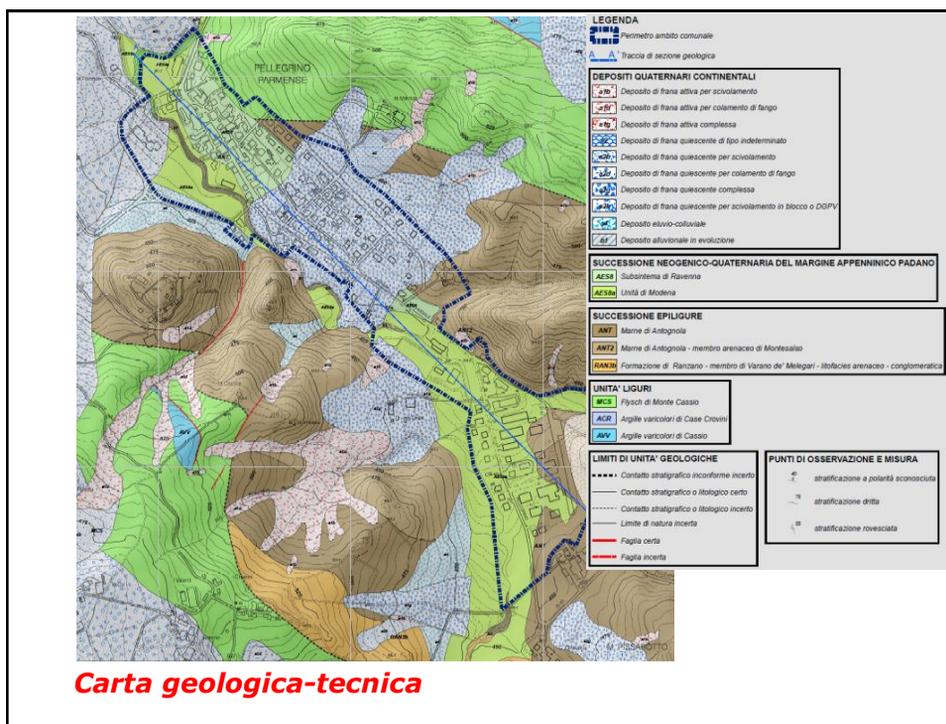
Informazioni geologico-morfologiche e di MS per AE e AC

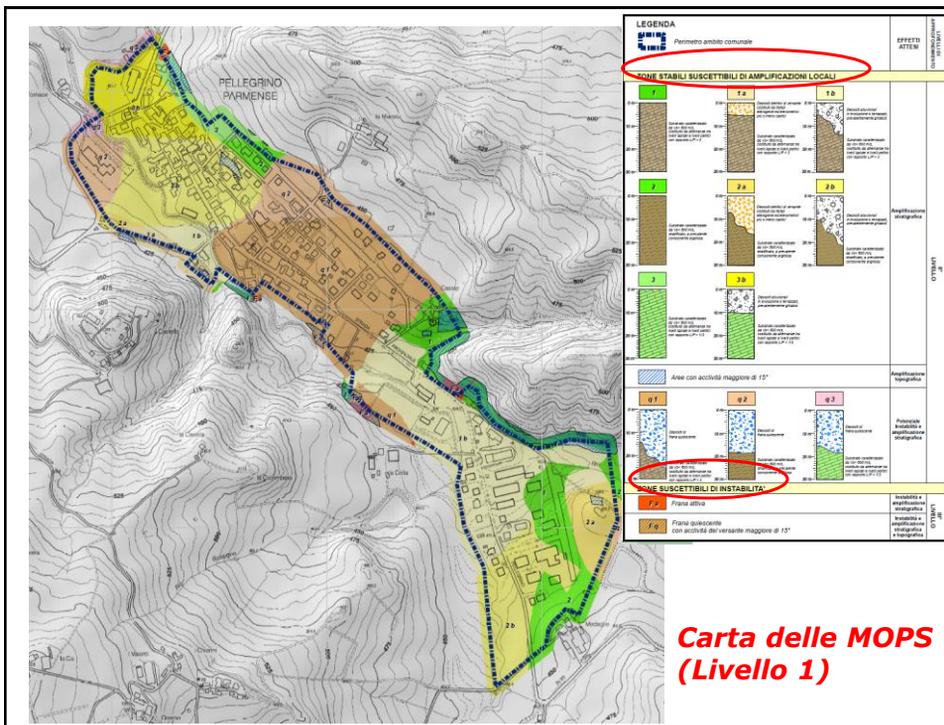
Sezione 2 - CARATTERISTICHE GENERALI																		
8	TIPOLOGIA	<input type="radio"/>	Ammassamento	<input type="radio"/>	Ricovero													
9	PIANO DI INDIVIDUAZIONE	<input type="radio"/>	Piano di emergenza comunale	<input type="radio"/>	Piano di emergenza provinciale	<input type="radio"/>	Altro											
	ANNO DI APPROVAZIONE/INDIVIDUAZIONE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>											
11	NUMERO AGGREGATI INTERFERENTI (H>d)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>											
12	NUMERO ALTRI MANUFATTI INTERFERENTI (H>d)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>											
13	SUPERFICIE DELL'AREA (mq)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>								
	DIMENSIONE RETTANGOLO INSCRIVIBILE (m)	<input type="checkbox"/>	14	Massima	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	15	Minima	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
16		<input type="radio"/>	Asfaltata o pavimentata in buone condizioni	<input type="radio"/>	Asfaltata o pavimentata in cattive condizioni													
	PAVIMENTAZIONE E PERCORRIBILITÀ	<input type="radio"/>	Fondo naturale	<input type="radio"/>	Fondo naturale non praticabile													
17		<input type="radio"/>	Acqua	<input type="radio"/>	Assenti	<input type="radio"/>	Da predisporre (allacci nelle vicinanze)	<input type="radio"/>	Da predisporre (allacci lontani)	<input type="radio"/>	Presenti							
18	INFRASTRUTTURE DI SERVIZIO	<input type="radio"/>	Elettricità	<input type="radio"/>	Assenti	<input type="radio"/>	Da predisporre (allacci nelle vicinanze)	<input type="radio"/>	Da predisporre (allacci lontani)	<input type="radio"/>	Presenti							
19		<input type="radio"/>	Fognatura	<input type="radio"/>	Assenti	<input type="radio"/>	Da predisporre (allacci nelle vicinanze)	<input type="radio"/>	Da predisporre (allacci lontani)	<input type="radio"/>	Presenti							
20	MORFOLOGIA	<input type="radio"/>	Pianeggiante	<input type="radio"/>	Su leggero pendio (15°÷30°)	<input type="radio"/>	Su forte pendio (>30°)											
	UBICAZIONE	<input type="radio"/>	21	Sotto versante incombente o forte pendio	<input type="radio"/>	22	Sopra versante incombente o cresta											
	MICROZONAZIONE SISMICA	<input type="radio"/>	23	Zona MS (condizione peggiore)	<input type="radio"/>	Stabile	<input type="radio"/>	Stabile con amplificazioni	<input type="radio"/>	Instabile								
		<input type="radio"/>	24	Tipo instabilità	<input type="radio"/>	Frana	<input type="radio"/>	25	Liquefazione	<input type="radio"/>	26	Faglia attiva e capace	<input type="radio"/>	27	Cedimenti differenziali	<input type="radio"/>	28	Cavità sotterranee
		<input type="radio"/>	29	Localizzazione frana	<input type="radio"/>	Interferente con l'area di emergenza	<input type="radio"/>	30	A monte	<input type="radio"/>	31	A valle						
32	GEOLOGIA / IDROGEOLOGIA	<input type="radio"/>	Falda	<input type="radio"/>	Assente	<input type="radio"/>	Freatica	<input type="radio"/>	Artesiana									
33		<input type="radio"/>	Acque superficiali	<input type="radio"/>	Assenti	<input type="radio"/>	Ruscaldamento diffuso	<input type="radio"/>	Ruscaldamento concentrato									
34	Rischio PAI	<input type="radio"/>	R1	<input type="radio"/>	R2	<input type="radio"/>	R3	<input type="radio"/>	R4	<input type="radio"/>	35	Area alluvionabile	<input type="radio"/>	Si	<input type="radio"/>	No		

Fonti delle informazioni richieste

- La gran parte delle informazioni relative agli aspetti geologici e morfologici sono ricavabili dagli elaborati degli studi di livello 1 di MS:
 - ✓ **carta geologico-tecnica**
 - ✓ carta delle **Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS)**
 - ✓ relazioni illustrative

- Alcune informazioni richiedono specifici sopralluoghi (es. informazioni idrologiche)



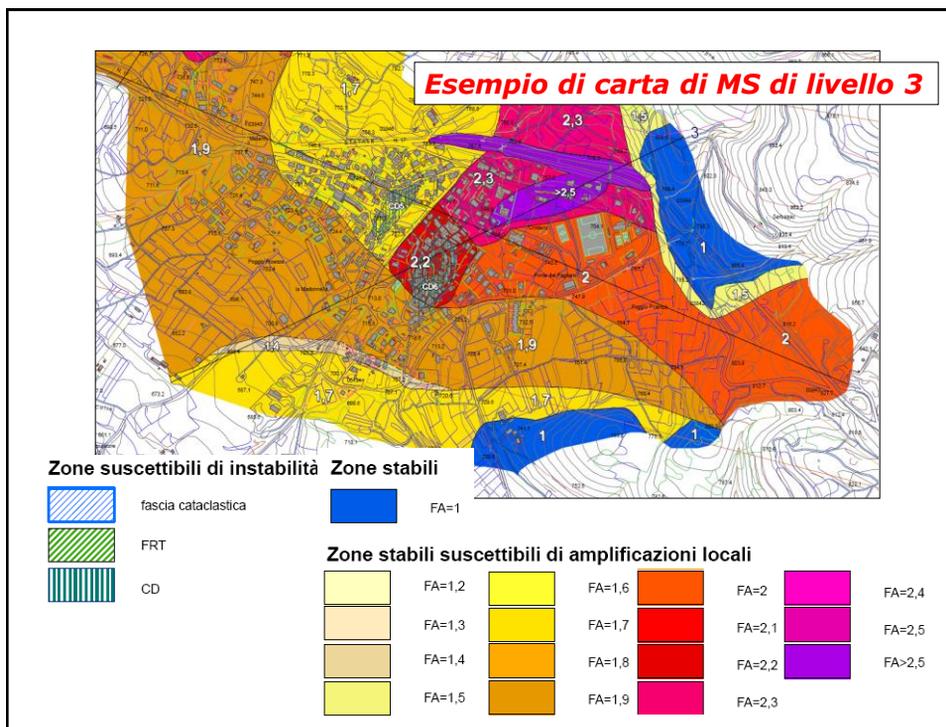


Studi di MS di livello 1, 2 e 3

- Nella versione attuale delle schede di analisi della CLE **non sono richieste informazioni quantitative sul grado di pericolosità sismica** (es. fattore di amplificazione dell'area, valore della suscettibilità alla liquefazione, ...), cioè informazioni derivabili dalle mappe di MS di livello 2 o 3.

- Ciò è dovuto al fatto che gran parte degli studi di MS finora effettuati sono di livello 1 (MS+CLE).

- L'opportunità di inserire nelle schede anche informazioni da studi di MS di livello 2 e 3 è comunque offerta dalla possibilità di allegare mappe.



**Un esempio di utilizzo delle schede:
calcolo del danno (drift) sulla base di abachi**

- A partire dalle informazioni contenute nelle schede di analisi della CLE (edifici isolati e in c.a.), è in studio la possibilità di una **prima valutazione del danno** per mezzo di abachi

Sezione 2 – CARATTERISTICHE GENERALI										
POSIZIONE NELL'AGGREGATO	<input checked="" type="radio"/> Isolata	<input type="radio"/> Sì	<input type="radio"/> No	<input type="radio"/> Interna	<input type="radio"/> D'estremità	<input type="radio"/> D'angolo				
¹⁵ FRONTE INTERFERENTE SU INFRASTRUTTURA ACCESSIBILITÀ/CONNESSIONE (AC)	<input type="radio"/> Sì		<input type="radio"/> No							
¹⁶ UNITÀ STRUTTURALE SPECIALISTICA	<input type="radio"/> Sì	<input type="radio"/> No	<input type="radio"/> Chiesa	<input type="radio"/> Teatro	<input type="radio"/> Torre/campanile/cimineria	<input type="radio"/> Altro				
¹⁸ NUMERO PIANI TOTALI (INCLUSI INTERRATI)	<input type="radio"/> 0		<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> ≥3					
¹⁹ ALTEZZA MEDIA DI PIANO (m)	<input type="radio"/> <2,50	<input type="radio"/> 2,50-3-50	<input type="radio"/> 3,50-5,00	<input type="radio"/> ≥5,00	²⁴ ALTEZZA ALL'IMPOSTA DELLA COPERTURA					
²² VOLUME UNICO SU AC	<input type="radio"/> Sì	<input type="radio"/> No	²³ SUPERFICIE MEDIA DI PIANO (mq)							
²⁴ STRUTTURA PORTANTE VERTICALE	<input checked="" type="radio"/> C.a.	<input type="radio"/> Acciaio	<input type="radio"/> Acciaio-c.i.s.	<input type="radio"/> Muratura	<input type="radio"/> Mista (muratura/c.a.)	<input type="radio"/> Legno	Non identificata			
²⁵ TIPO MURATURA	<input type="radio"/> Buona	<input type="radio"/> Cattiva	Non identificata		<input type="radio"/> CORDOLI O CATENE	<input type="radio"/> Sì	<input type="radio"/> No			
²⁷ PILASTRI ISOLATI	<input type="radio"/> Sì	<input type="radio"/> No	<input type="radio"/> PIANO PILOTIS	<input type="radio"/> Sì	<input type="radio"/> No	²⁹ SOPRAELEVAZIONI				
³⁰ DANNO STRUTTURALE	<input type="radio"/> Gravissimo	<input type="radio"/> Medio-grave	<input type="radio"/> Leggero	<input type="radio"/> Assente	³¹ STATO MANUTENTIVO	<input type="radio"/> Carente	<input type="radio"/> Sufficiente	<input type="radio"/> Buono		
PROPRIETÀ	<input type="radio"/> Pubblica		<input type="radio"/> Privata							
³⁴ MORFOLOGIA	<input type="radio"/> Pianeggiante	<input type="radio"/> Su leggero pendio (15°-30°)		<input type="radio"/> Su forte pendio (>30°)						
UBICAZIONE	<input type="radio"/> Sotto versante incombente o forte pendio				<input type="radio"/> Sopra versante incombente o cresta					
MICROZONAZIONE	³⁷ Zona MS (condizione peggiore)		<input type="radio"/> Stabile	<input type="radio"/> Stabile con amplificazioni		<input type="radio"/> Instabile				
SISMICA	Tipo instabilità		<input type="radio"/> Frana	<input type="radio"/> Liquefazione	<input type="radio"/> Faglia attiva e capace	<input type="radio"/> Cedimenti differenziali	<input type="radio"/> Cavità sotterranee			
GEOLOGIA /	Localizzazione frana		<input type="radio"/> Localizzabile	<input type="radio"/> Interferente con l'edificio strategico		<input type="radio"/> A monte	<input type="radio"/> A valle			
⁴⁶ IDROGEOLOGIA	Rischio PAI		<input type="radio"/> R1	<input type="radio"/> R2	<input type="radio"/> R3	<input type="radio"/> R4	⁴⁷ Area alluvionabile		<input type="radio"/> Sì	<input type="radio"/> No

Scheda US

Un esempio di utilizzo delle schede: calcolo del danno (drift) sulla base di abachi

• Metodologia

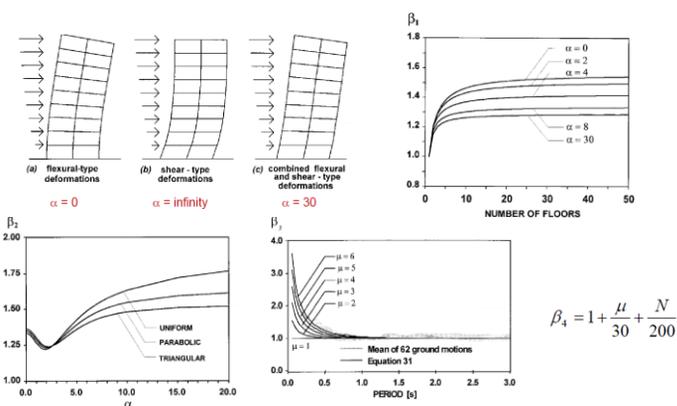
$$\gamma = k_1 \cdot k_2 \cdot \frac{\beta_1 \cdot \beta_2 \cdot \beta_3 \cdot \beta_4}{H} S_d(T) \quad (\text{Miranda, 2002 - Gulkan, 2007})$$

γ = drift massimo
 k_1 = coefficiente d'irregolarità in altezza
 k_2 = coefficiente d'irregolarità in pianta
 β_1 = rapporto tra max spostamento in sommità e spostamento spettrale
 β_2 = rapporto tra max drift di piano e drift globale
 β_3 = rapporto tra max spostamento laterale anelastico e quello elastico
 β_4 = relazione che traduce il fattore β_2 nel campo anelastico
 S_d = spettro in spostamenti da studi di MS
 T = periodo
 H = altezza edificio

- analisi del modello di sottosuolo con diversi livelli energetici di input per calcolare spettri alle fondazioni (S_d , risultati degli studi di MS di livello 3)
- determinazione del periodo proprio (T) da formule
- determinazione dei coefficienti da abachi e calcolo del drift massimo (γ)

Un esempio di utilizzo delle schede: calcolo del danno (drift) sulla base di abachi

• Esempi di abachi





Giornata di studio
Strategie di mitigazione del rischio sismico.
CLE: Condizione Limite per l'Emergenza
OPCM 4007/2012
Firenze, 27 febbraio 2013

Grazie per l'attenzione!

giuseppe.naso@protezionecivile.it