PROGETTAZIONE PER AZIONI SISMICHE

3.2 AZIONE SISMICA

Le ***azioni sismiche di progetto*** si definiscono a partire dalla "**pericolosità sismica di base**" del sito di costruzione, che **è descritta dalla probabilità** che, in un **fissato lasso di tempo** ("**periodo di riferimento**" V_R espresso in anni), in detto sito **si verifichi un evento sismico d**i entità almeno **pari** ad un **valore prefissato**; la ***probabilità*** è denominata "**Probabilità di eccedenza o di superamento nel periodo di riferimento**" P_{VR} .

La pericolosità sismica è definita in termini di :

- ***accelerazione orizzontale massima attesa ag in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido*** (**categoria A**, v. oltre), ***con superficie topografica orizzontale*** (**categoria T1**; v.oltre);
- ***ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente Se(T)***, *con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza* P_{VR} *nel periodo di riferimento* V_R.

Ai fini delle NTC ***le forme spettrali sono definite***, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR}, ***a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:***

-ag accelerazione orizzontale massima al sito;

-Fo valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale.

-T*C periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Una delle novità delle NTC è appunto la stima della pericolosità sismica basata su una griglia di 10751 punti, ove viene fornita la terna di valori ag, Fo e T*C per nove distinti **periodi di ritorno** T_R (v.oltre).

3.2.1 STATI LIMITE E RELATIVE PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO

Nei confronti delle azioni sismiche gli stati limite, sia ultimi che di esercizio, ***sono individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione*** nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti.

Gli **stati limite di esercizio (SLE) dinamici** sono:
-Stato Limite di Operatività (SLO)
-Stato Limite di Danno (SLD)

Stati Limite		P_{V_R} : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

Gli **stati limite ultimi (SLU) dinamici** sono:
-Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV)
-Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC)

Le probabilità di superamento nel periodo di riferimento **P_{V_R}**, cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente in ciascuno degli stati limite considerati, sono riportate nella Tab.3.2.I.; NTC (v. sopra e oltre).

STATI LIMITE E RELATIVE PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO

SLU		SLE
Condizione Statica	EQU STR GEO	
Azione sismica ⇓	UPL HYD	Azione sismica ⇓
SLV SLC		SLO SLD

Stati Limite		P_{V_R} : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

Livelli di prestazione

Più in dettaglio, ***in presenza di azioni sismiche***, gli

Stati Limite di Esercizio (SLE)

da considerare sono :

-Stato Limite di Operatività (SLO): a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, ***non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi;***

- Stato Limite di Danno (SLD): a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, ***subisce danni tali da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidezza nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile***, pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.

In presenza di azioni sismiche **gli**

Stati Limite Ultimi (SLU)

da considerare sono (v. Azione sismica):

-Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV): a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidezza nei confronti delle azioni orizzontali; **la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidezza per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali;**

-Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC): a seguito del terremoto la costruzione subisce gravi rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e danni molto gravi dei componenti strutturali; **la costruzione conserva ancora un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni orizzontali.**

Stati Limite		P_{V_R} : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

(Tab.3.2.I.; NTC)

I QUATTRO STATI LIMITE SONO ORDINATI

PER AZIONE SISMICA E LIVELLO PRESTAZIONALE

CRESCENTI

E

PER PROBABILITA' DI SUPERAMENTO

DECRESCENTE

STATI LIMITE

Stato Limite di Operatività (Fully Operational) (Villa Sant'Angelo)

SLE

Stato Limite di Danno (Operational) (L'Aquila)

Stato Limite di salvaguardia della Vita (Life Safety) (L'Aquila)

Stato Limite di prevenzione del Collasso (Near Collapse) (Onna)

SLU

Per ciascuno stato limite e relativa probabilità di eccedenza P_{VR} *nel periodo di* riferimento V_R il **periodo di ritorno T_R del sisma è dato da**

$$T_R = -V_R / \ln(1 - P_{V_R}) = -C_U \cdot V_N / \ln(1 - P_{V_R}) \qquad \text{(C.3.2.1)}$$

Tabella C.3.2.I.- Valori di T_R espressi in funzione di V_R

Stati Limite		Valori in anni del periodo di ritorno T_R al variare del periodo di riferimento V_R
Stati Limite di Esercizio (SLE)	SLO	(2) 30 anni $\leq T_R = 0,60 \cdot V_R$
	SLD	$T_R = V_R$
Stati Limite Ultimi (SLU)	SLV	$T_R = 9,50 \cdot V_R$
	SLC	$T_R = 19,50 \cdot V_R \leq$ 2475 anni (1)

Gli eventi sismici si ripetono ciclicamente

VN vita nominale (v.2.4.1)
Cu coefficiente d'uso (v.2.4.3)

SINTESI:

Tipo d'opera		**1**		**2**	**3**	
Vita Nominale	**V_N**	**$\leq$10**		**$\geq$ 50**	**$\geq$ 100**	**anni**
Classe d'Uso		**I**	**II**	**III**	**IV**	
Coefficiente d'Uso	**C_U**	**0.7**	**1.0**	**1.5**	**2.0**	

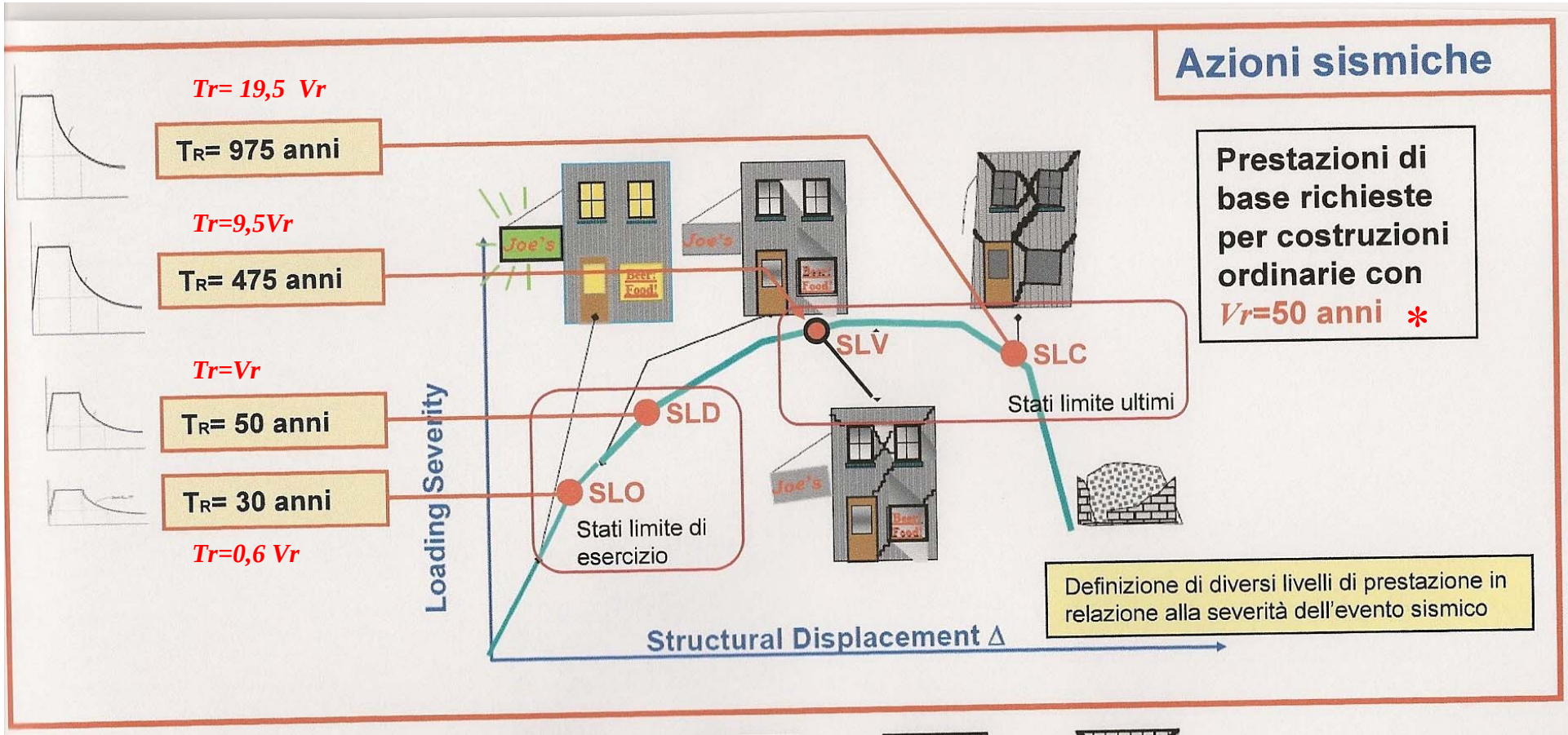
Periodo di Riferimento $V_R = V_N * C_U$ $\geq$ 35 anni

Probabilità di eccedenza nel Periodo di Riferimento P_{V_R} %

Periodo di Ritorno T_R in anni

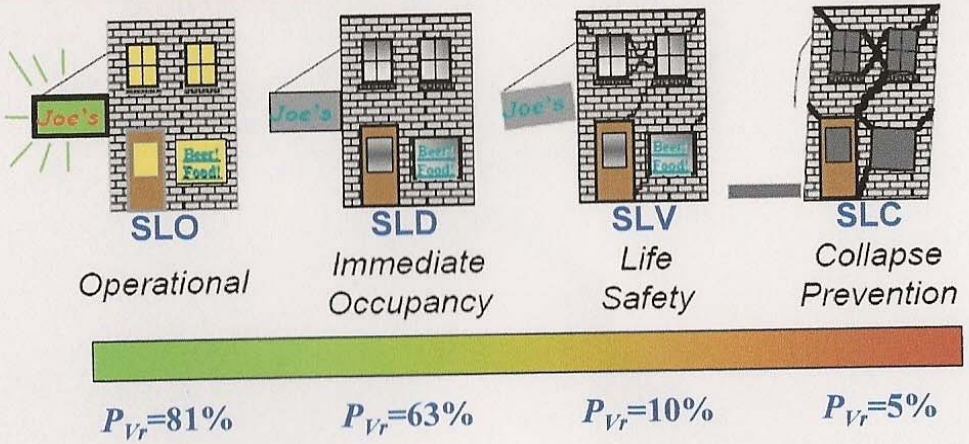
<u>In nero</u> : condizioni statiche e dinamiche

<u>In rosso</u> : solo in presenza di azione sismica



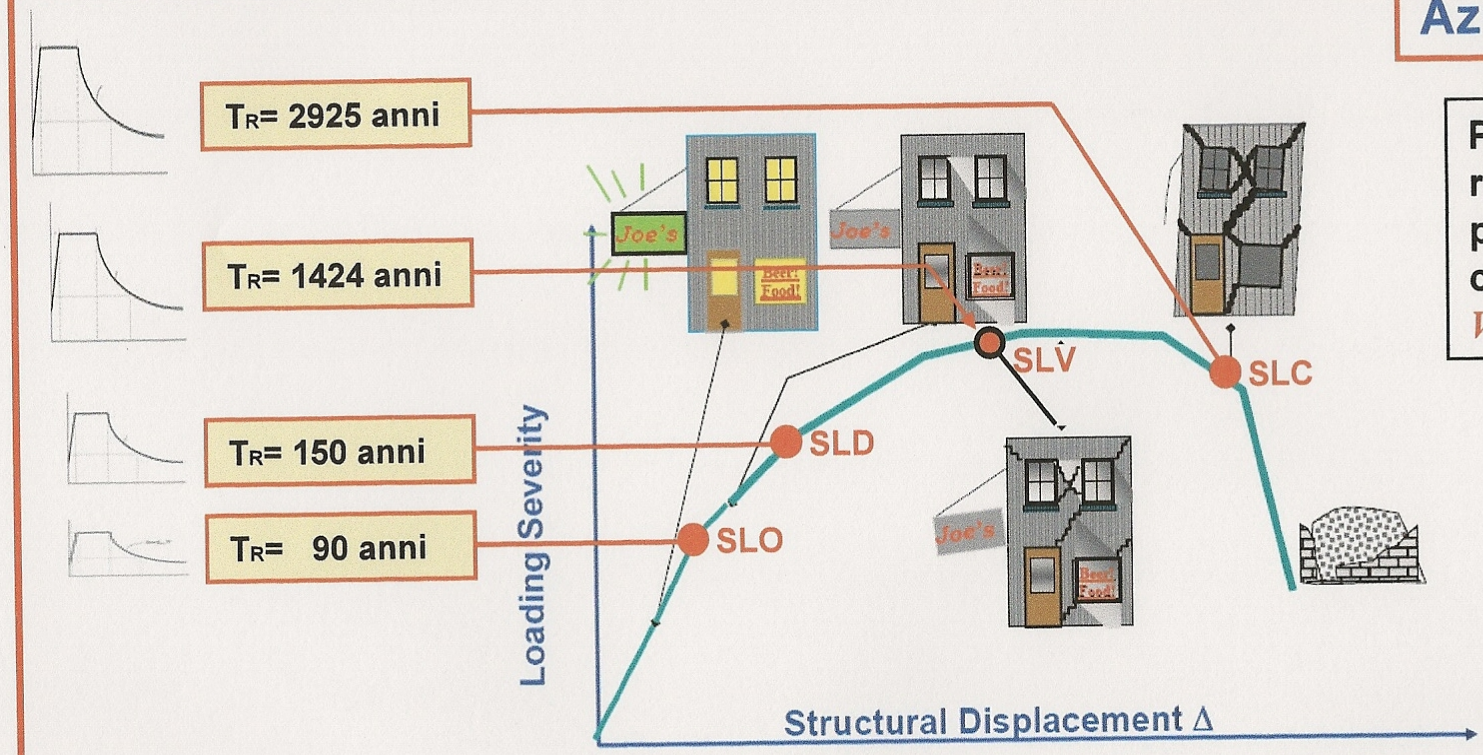
$$Vr = Vn \cdot Cu$$

$$Tr = \frac{-Vr}{\ln(1 - P_{Vr})}$$



* Tipo 2 - V_N = 50 anni – Classe d'Uso II – C_U = 1,0 V_R= 50 anni

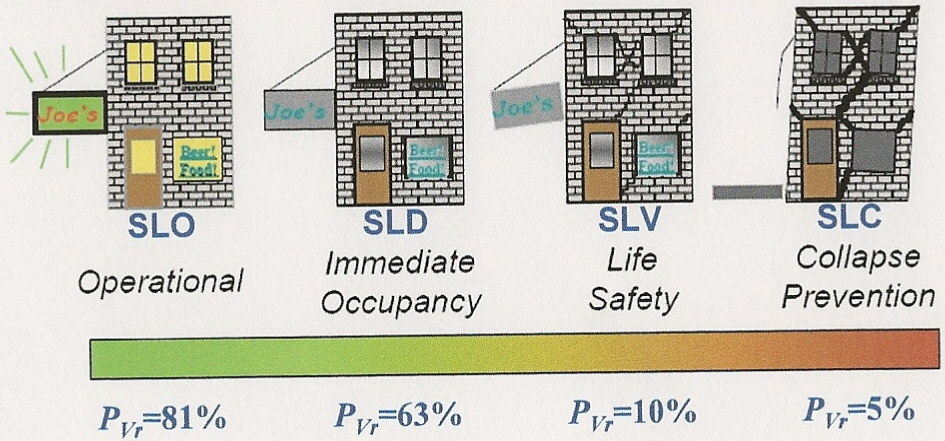
Azioni sismiche



Prestazioni richieste per costruzioni con Vr=150 anni *

$$Vr = Vn \cdot Cu$$

$$Tr = \frac{-Vr}{\ln(1 - P_{Vr})}$$



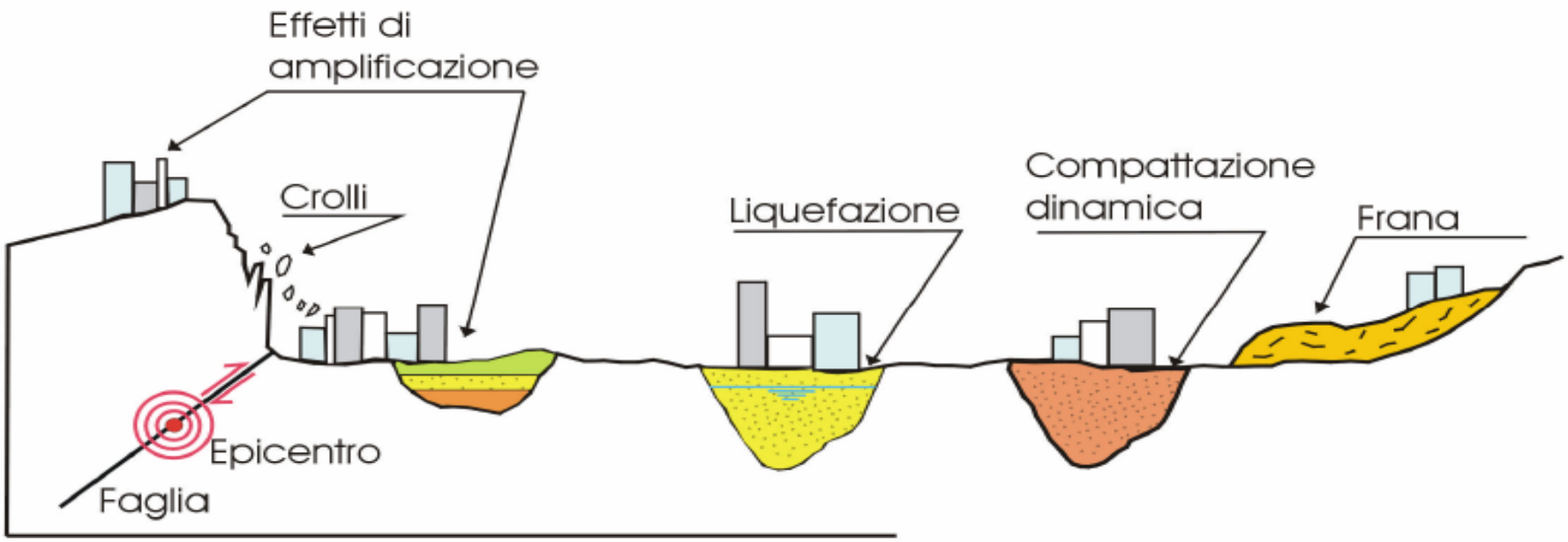
In sostanza la differenziazione della sicurezza per le costruzioni non ordinarie viene ottenuta eseguendo le verifiche per i diversi SL con azioni più elevate ricavate estendendo la finestra temporale (Vr) di osservazione (e di conseguenza Tr)

*Tipo 3 - VN = 100 anni - Classe d'Uso III - CU= 1,5 VR = V*CU= 150 anni

PREMESSA AL PUNTO 3.2.2 - NTC

a) SCENARI DI PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE

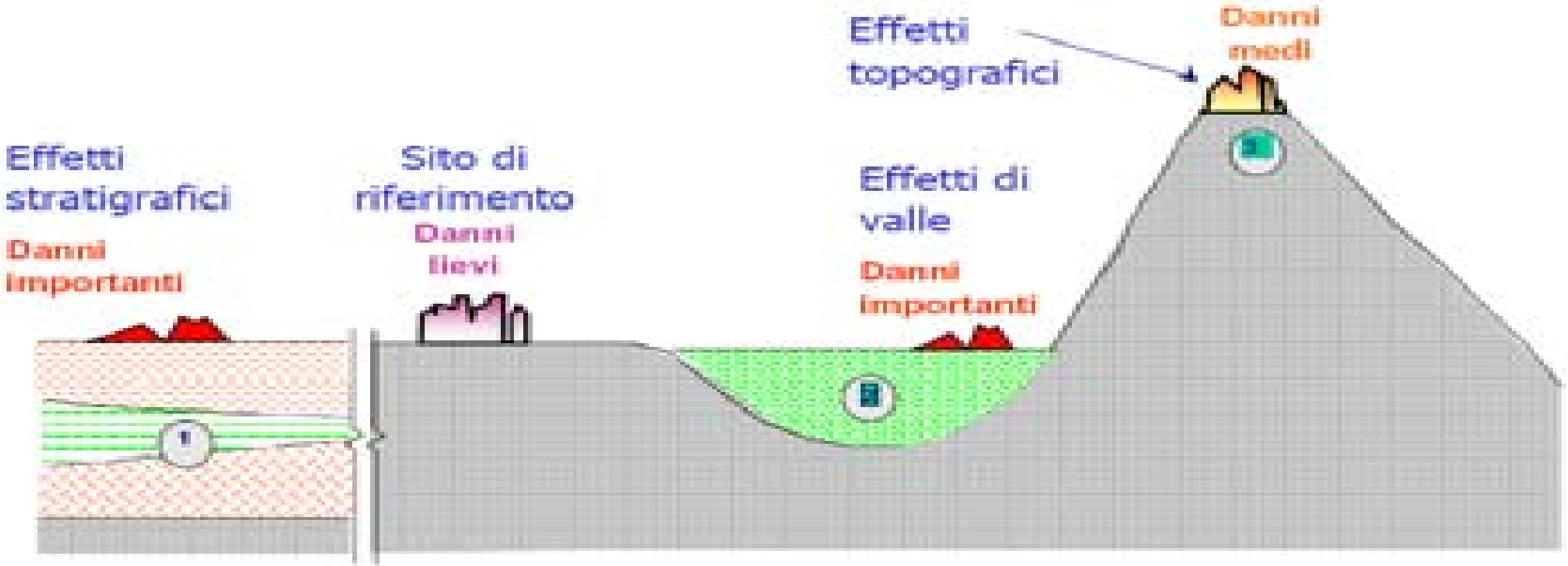
Scorrimenti di faglia
Instabilità di pendii
Liquefazione di sabbie sature
Amplificazione sismica
Addensamento di terreni a grana grossa
Subsidenza dei terreni molli a grana fine



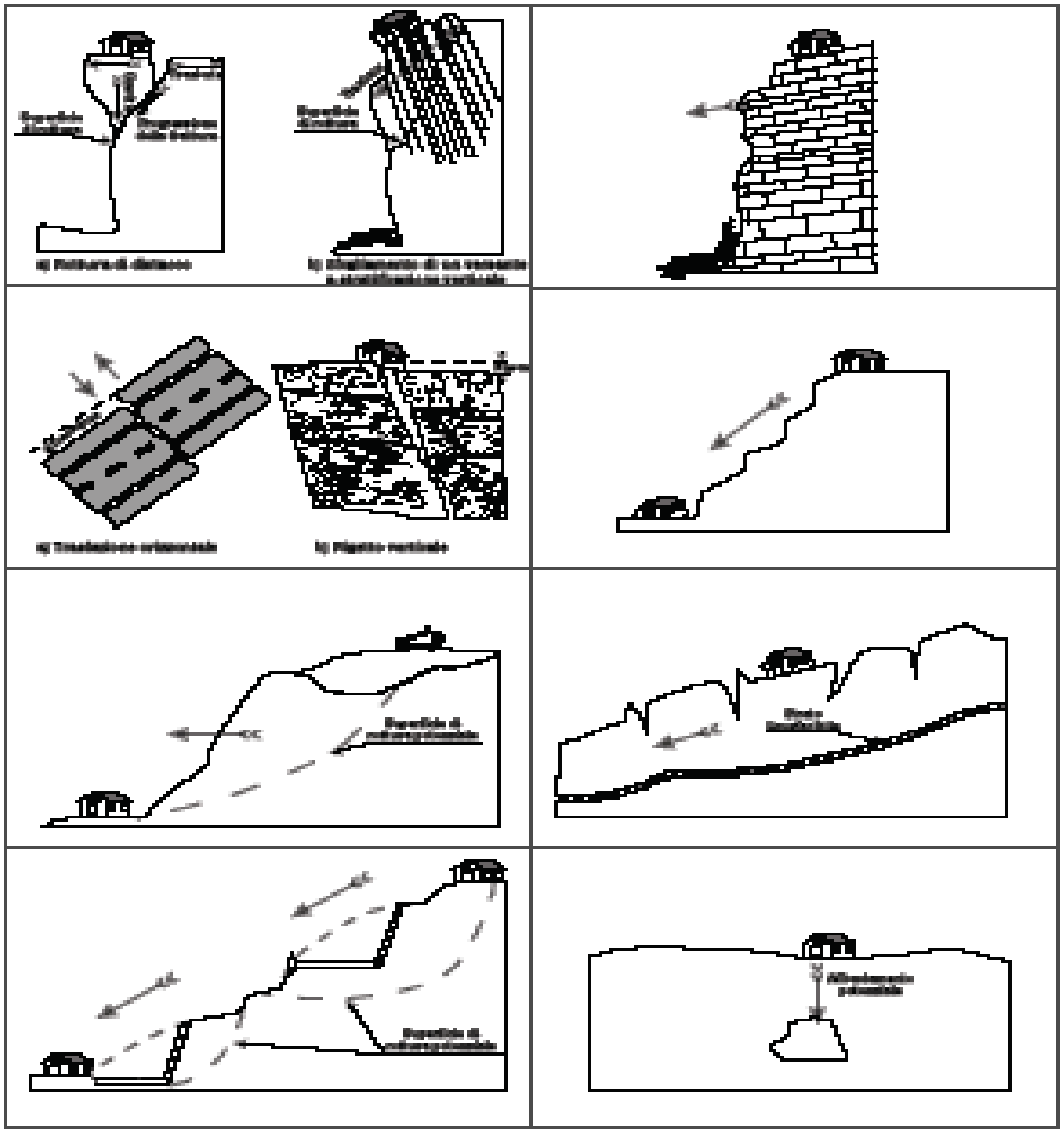
b) EFFETTI DI SITO

Le situazioni geologiche e morfologiche, in cui le condizioni locali possono portare a una modificazione del segnale sismico in arrivo al sito su roccia sono essenzialmente tre:

- i depositi costituiti da terreni stratificati di caratteristiche meccaniche diverse da quelle della roccia sottostante (effetti stratigrafici 1D) ;
- i depositi di valle con bordi e morfologie del substrato irregolari dove le onde sismiche possono subire fenomeni di rifrazione e riflessione con generazione all'interfaccia di onde superficiali e concentrazioni di energia (effetti di bordo 2D-3D);
- la sommità di rilievi collinari, creste, promontori costituiti da formazioni rocciose, profili di versanti, pendii, bordi di terrazzi (effetti topografici)

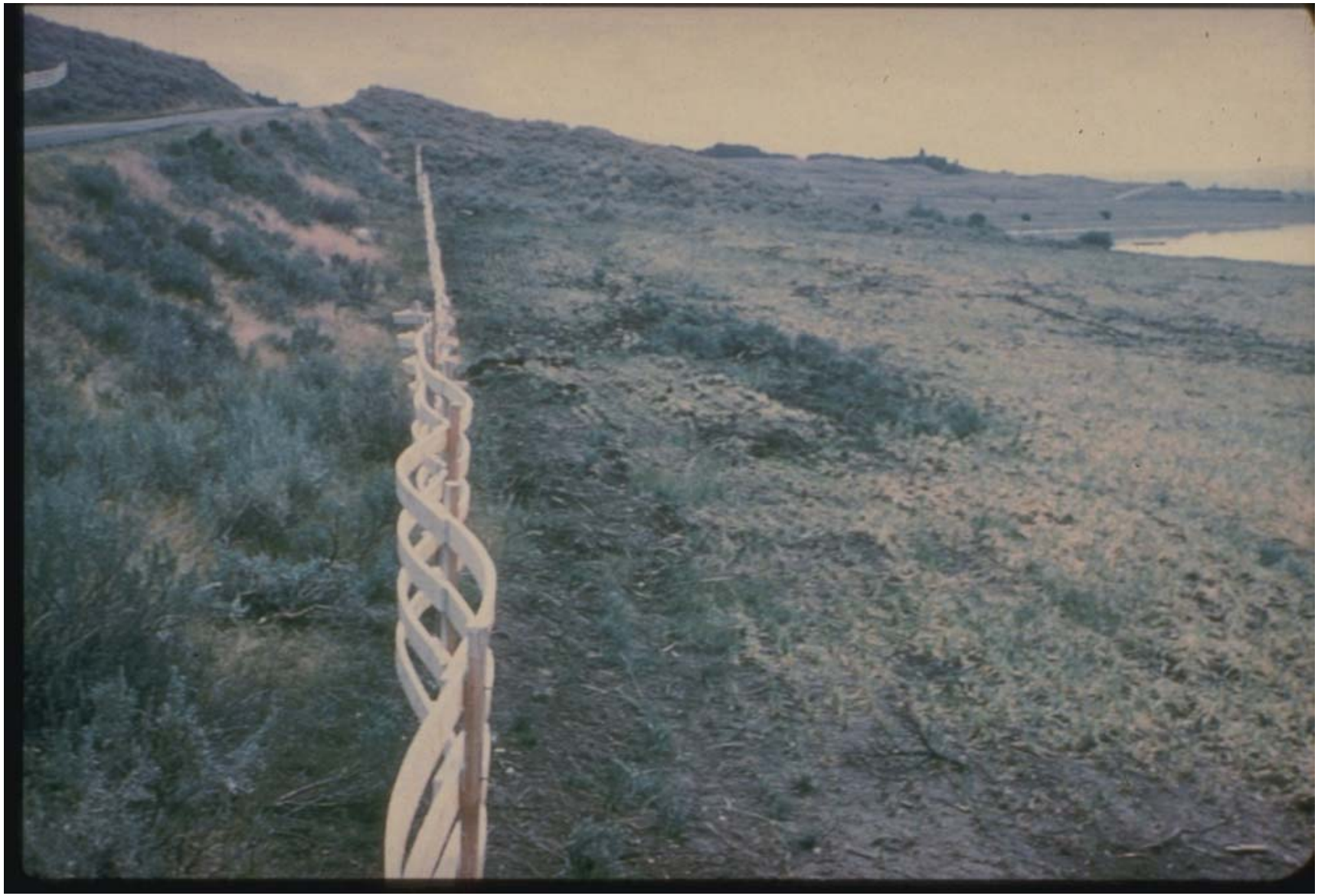


Da T. Crespellani – Università degli Studi di Firenze

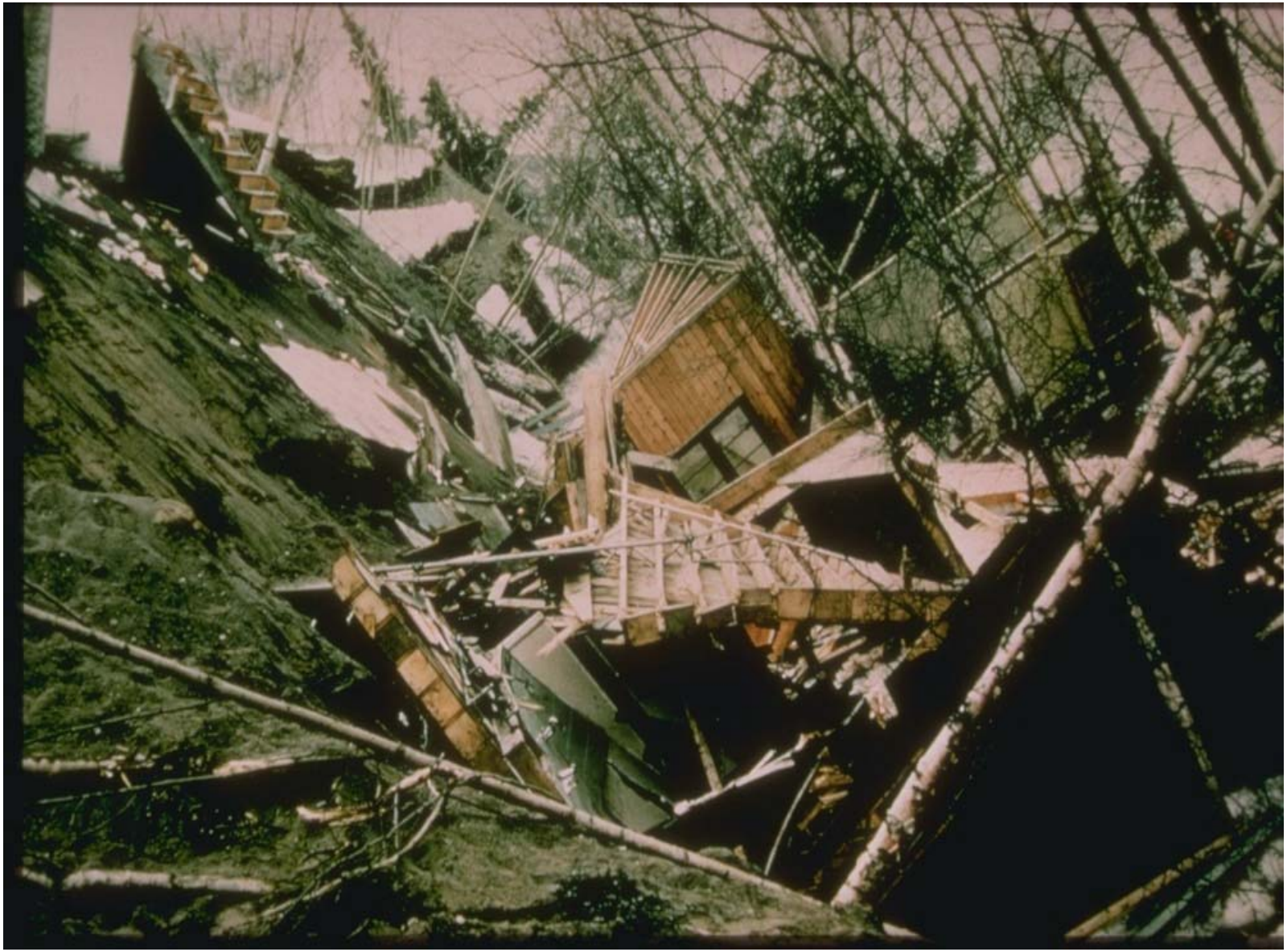


Scenari di pericolosità per effetti locali indotti da terremoti

Da T. Crespellani – Università degli Studi di Firenze



Deformazione del terreno per compressione durante il sisma. Montana, 1959.



Deformazione per slumping. Alaska, 1964.

Frana indotta dal sisma. Seattle, 1965