

NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI

MODULO 2

- ***AZIONI SULLE COSTRUZIONI*** -

Relatore: Ing. Federico Carboni

Dottore di Ricerca in "Strutture e Infrastrutture"
presso l'Università Politecnica delle Marche

CARICHI PERMANENTI

Per l'analisi dei carichi degli orizzontamenti, *il peso portato di elementi divisori per abitazioni e uffici*, può essere valutato con un carico uniformemente distribuito g_2 calcolato sulla base del peso proprio per unità di lunghezza G_2 degli stessi divisori

per elementi divisori con $G_2 \leq 1,00 \text{ kN/m}$:	$g_2 = 0,40 \text{ kN/m}^2$
per elementi divisori con $1,00 < G_2 \leq 2,00 \text{ kN/m}$:	$g_2 = 0,80 \text{ kN/m}^2$
per elementi divisori con $2,00 < G_2 \leq 3,00 \text{ kN/m}$:	$g_2 = 1,20 \text{ kN/m}^2$
per elementi divisori con $3,00 < G_2 \leq 4,00 \text{ kN/m}$:	$g_2 = 1,60 \text{ kN/m}^2$
per elementi divisori con $4,00 < G_2 \leq 5,00 \text{ kN/m}$:	$g_2 = 2,00 \text{ kN/m}^2$

Ipotizzando un'altezza netta di piano di 2,70 metri e delle pareti divisorie in muratura di mattoni forati da 8 cm intonacata da entrambi i lati (massa superficiale $\cong 1,10 \text{ kN/m}^2$), si ottiene

$$G_2 \cong 2,97 \text{ kN/m} \Rightarrow g_2 = 1,20 \text{ kN/m}^2$$

Elementi con peso maggiore (come muri di separazione tra unità) devono invece essere considerati in fase progettuale tenendo conto del loro effettivo posizionamento

CARICHI VARIABILI

I carichi variabili risultano sostanzialmente analoghi a quelli già contenuti nel *D.M. 16 gennaio 1996*, seppure si possa evidenziare l'introduzione di una categoria per gli ambienti ad uso commerciale

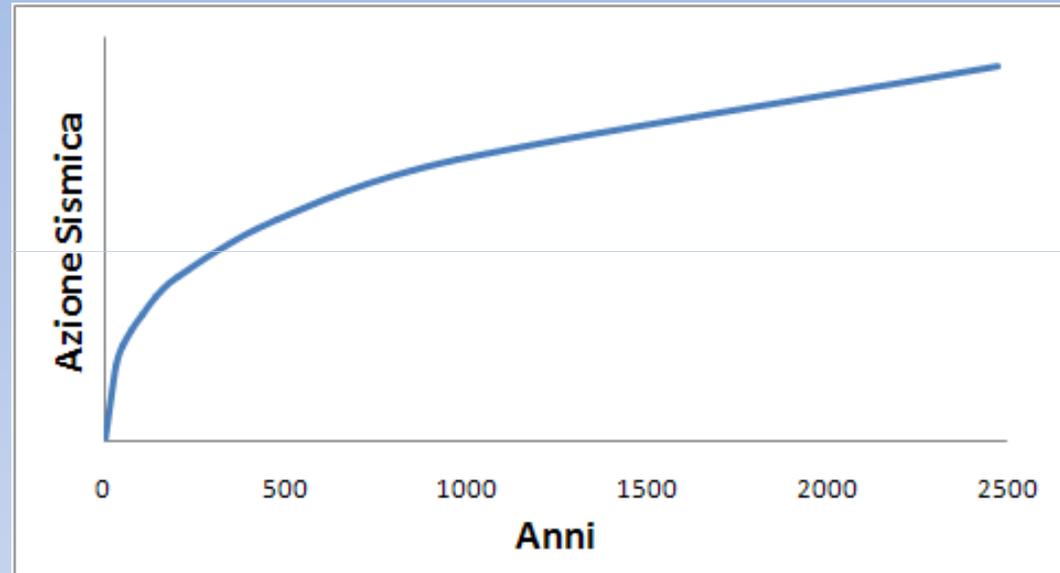
Analoghe al D.M. 16 gennaio 1996 risultano inoltre le indicazioni circa l'applicazione di carichi verticali concentrati e carichi orizzontali lineari, ricordando che per questi ultimi devono utilizzarsi modelli locali ai fini delle verifiche di elementi verticali quali tramezzi, pareti e tamponamenti esterni

Cat.	Ambienti	q_k [kN/m ²]	Q_k [kN]	H_k [kN/m]
A	Ambienti ad uso residenziale. Sono compresi in questa categoria i locali di abitazione e relativi servizi, gli alberghi. (ad esclusione delle aree suscettibili di affollamento)	2,00	2,00	1,00
B	Uffici.			
	Cat. B1 Uffici non aperti al pubblico Cat. B2 Uffici aperti al pubblico	2,00 3,00	2,00 2,00	1,00 1,00
C	Ambienti suscettibili di affollamento			
	Cat. C1 Ospedali, ristoranti, caffè, banche, scuole	3,00	2,00	1,00
	Cat. C2 Balconi, ballatoi e scale comuni, sale convegni, cinema, teatri, chiese, tribune con posti fissi	4,00	4,00	2,00
	Cat. C3 Ambienti privi di ostacoli per il libero movimento delle persone, quali musei, sale per esposizioni, stazioni ferroviarie, sale da ballo, palestre, tribune libere, edifici per eventi pubblici, sale da concerto, palazzetti per lo sport e relative tribune	5,00	5,00	3,00
D	Ambienti ad uso commerciale.			
	Cat. D1 Negozi Cat. D2 Centri commerciali, mercati, grandi magazzini, librerie...	4,00 5,00	4,00 5,00	2,00 2,00
E	Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale.			
	Cat. E1 Biblioteche, archivi, magazzini, depositi, laboratori manifatturieri Cat. E2 Ambienti ad uso industriale, da valutarsi caso per caso	$\geq 6,00$ —	6,00 —	1,00* —
F-G	Rimesse e parcheggi.			
	Cat. F Rimesse e parcheggi per il transito di automezzi di peso a pieno carico fino a 30 kN Cat. G Rimesse e parcheggi per transito di automezzi di peso a pieno carico superiore a 30 kN: da valutarsi caso per caso	2,50 —	2 x 10,00 —	1,00** —
H	Coperture e sottotetti			
	Cat. H1 Coperture e sottotetti accessibili per sola manutenzione Cat. H2 Coperture praticabili Cat. H3 Coperture speciali (impianti, eliporti, altri) da valutarsi caso per caso	0,50 — —	1,20 — —	1,00 — —
		secondo categoria di appartenenza		

AZIONE SISMICA

L'entità dell'azione indotta da un sisma su di un'opera è funzione del periodo di utilizzo previsto

In un lasso di tempo maggiore è probabile che possano verificarsi terremoti di intensità maggiore



STATI LIMITE DI ESERCIZIO

(controllo degli spostamenti)

Stato Limite di Operatività (SLO):

L'opera non deve subire danni

(per terremoti con l' 81% di probabilità di verificarsi)

Stato Limite di Danno (SLD):

L'opera può subire danni ma deve rimanere utilizzabile

(per terremoti con il 63% di probabilità di verificarsi)

STATI LIMITE ULTIMI

(controllo delle resistenze)

Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV):

Preservazione di parte della resistenza e rigidezza

(per terremoti con il 10% di probabilità di verificarsi)

Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC):

Preservazione esigua di resistenza e rigidezza

(per terremoti con il 5% di probabilità di verificarsi)

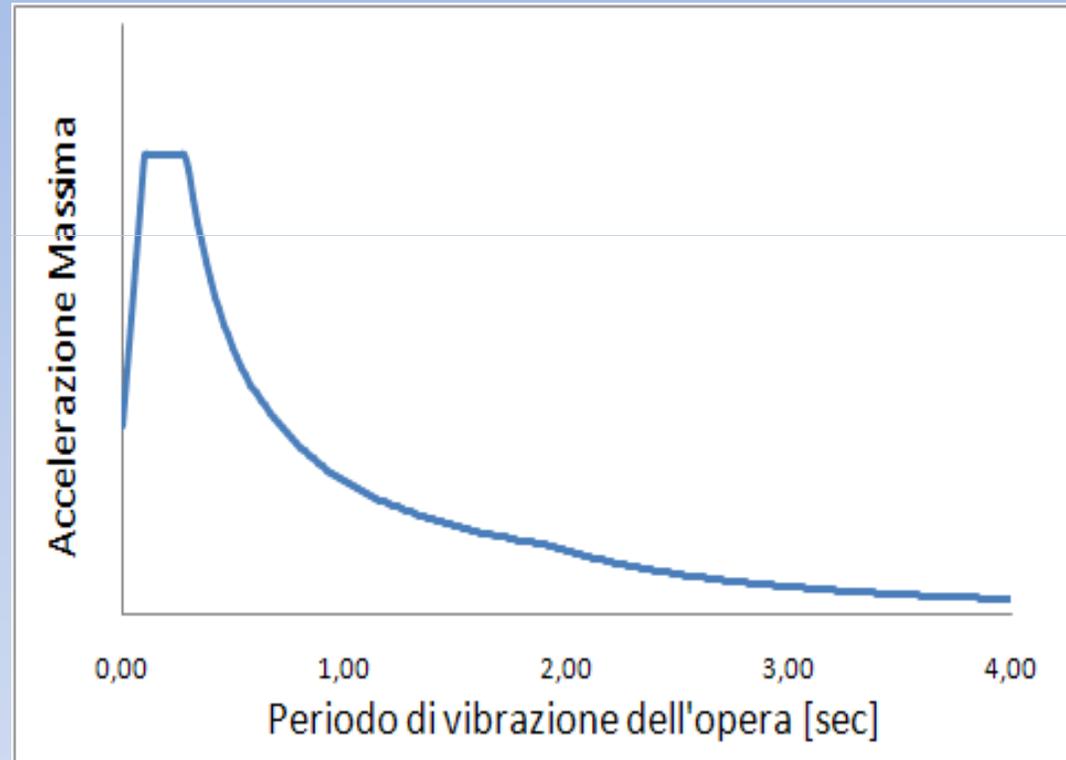
SPETTRO DI RISPOSTA

Definito il periodo, l'entità dell'azione sismica può essere definita per mezzo di una funzione che rappresenta la massima accelerazione indotta su di una struttura durante l'intero evento sismico

Tale funzione è lo

SPETTRO DI RISPOSTA IN ACCELERAZIONE

Conoscendo la massa dell'opera, il calcolo delle forze sismiche inerziali è immediato per mezzo del principio fondamentale della dinamica $\Rightarrow f = m \cdot a$



*Quando la funzione è definita per opere che non subiscono danneggiamenti ed il cui comportamento è dunque elastico lineare, si può parlare di **Spettro di risposta elastico***

Più in generale, poiché in effetti lo sviluppo di danneggiamenti nell'opera induce un comportamento elasto plastico di tipo non lineare, l'accelerazione massima sulle strutture danneggiate è minore di quella che si può desumere dallo spettro di risposta elastico

ACCELERAZIONE SPETTRALE ORIZZONTALE

La normativa riporta per lo spettro di risposta elastico delle componenti orizzontali dell'accelerazione la formulazione seguente, essendo:

a_g accelerazione massima al suolo

S_S S_T F_O coefficienti di amplificazione

η fattore di smorzamento

T_B T_C T_D periodi critici dello spettro

E dove i valori assumono:

$\eta = 1$ per smorzamento $\xi = 5\%$

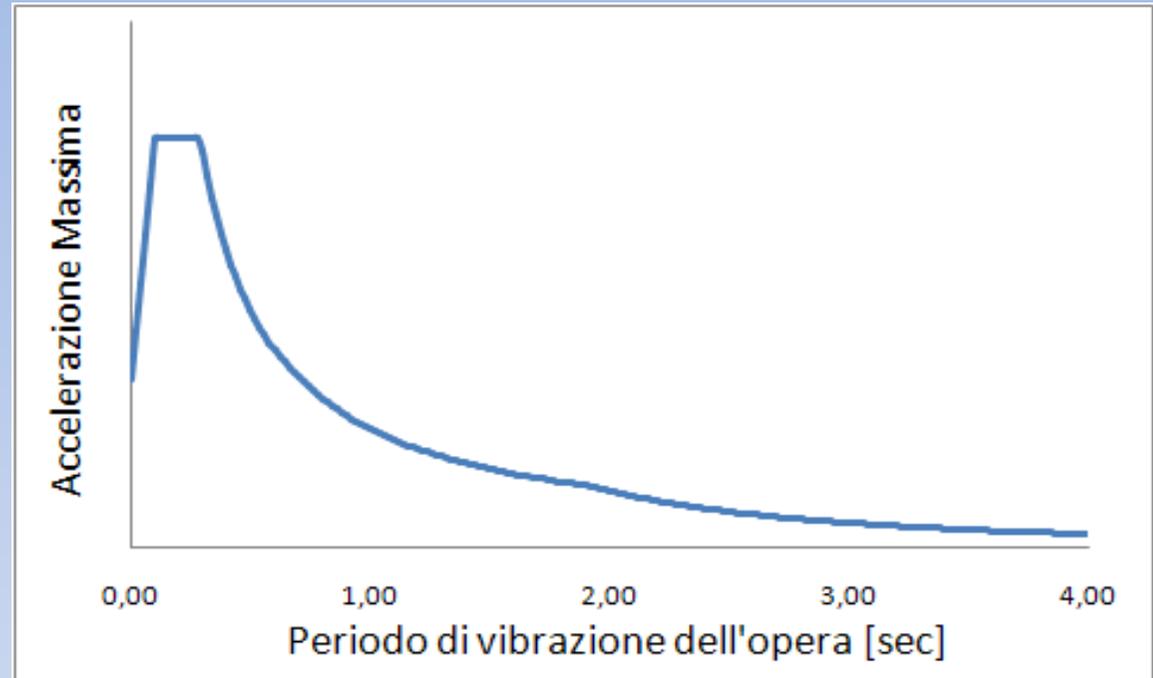
(normalmente $1\% \leq \xi \leq 10\%$)

$T_B = T_C / 3$

$T_C = C_C \cdot T^*_C$

$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6$

$T \leq 4,0$ sec



$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S_S \cdot S_T \cdot \eta \cdot F_O \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_O} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S_S \cdot S_T \cdot \eta \cdot F_O$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S_S \cdot S_T \cdot \eta \cdot F_O \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

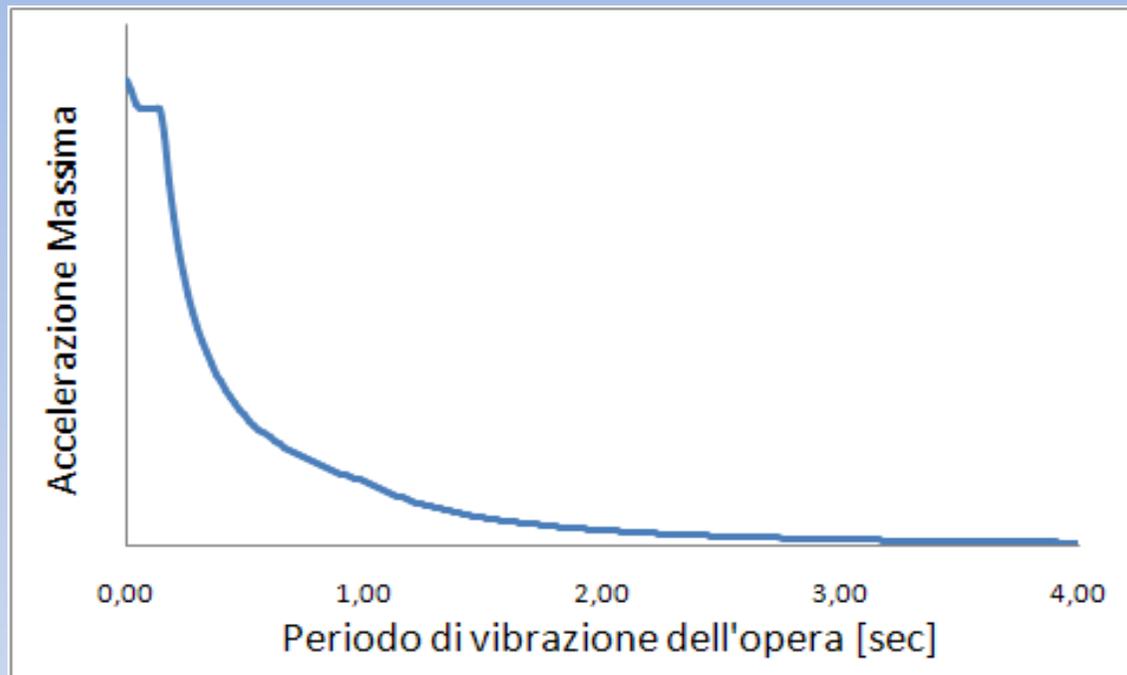
$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S_S \cdot S_T \cdot \eta \cdot F_O \cdot \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)$$

ACCELERAZIONE SPETTRALE VERTICALE

Lo spettro di risposta elastico delle componenti verticali dell'accelerazione riporta una formulazione del tutto analoga a quella dello spettro orizzontale, sebbene siano resi univoci i valori di S_S , T_B , T_C e T_D funzione altrimenti della categoria di sottosuolo, ottenendo così uno spettro maggiormente schiacciato

Il nuovo fattore F_V quantifica l'amplificazione spettrale massima in termini di accelerazione verticale, ed è correlato all'accelerazione orizzontale mediante la formula:

$$F_V = 1,35 \cdot F_O \cdot (a_g / g)^{1/2}$$



$$\begin{aligned}
 0 \leq T < 0,05s & \quad S_{Ve}(T) = a_g \cdot S_T \cdot \eta \cdot F_V \cdot \left[\frac{T}{0,05s} + \frac{1}{\eta \cdot F_V} \left(1 - \frac{T}{0,05s} \right) \right] \\
 0,05s \leq T < 0,15s & \quad S_{Ve}(T) = a_g \cdot S_T \cdot \eta \cdot F_V \\
 0,15s \leq T < 1,00s & \quad S_{Ve}(T) = a_g \cdot S_T \cdot \eta \cdot F_V \cdot \left(\frac{0,15s}{T} \right) \\
 1,00s \leq T & \quad S_{Ve}(T) = a_g \cdot S_T \cdot \eta \cdot F_V \cdot \left(\frac{0,15s \cdot 1,00s}{T^2} \right)
 \end{aligned}$$

VITA NOMINALE

*La vita nominale V_N di un'opera
è il numero di anni nei quali l'opera potrà essere fruibile
(purché soggetta ad ordinaria manutenzione)*

TIPI DI COSTRUZIONE		Vita Nominale V_N (in anni)
1	Opere provvisorie – Opere provvisionali - Strutture in fase costruttiva ¹	≤ 10
2	Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale	≥ 50
3	Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica	≥ 100

*Opere provvisorie e/o fasi esecutive transitorie di durata inferiore ai 2 anni
non necessitano di verifica sismica*

*Fasi esecutive transitorie di qualsiasi durata generalmente
non necessitano di verifica allo SLE*

CLASSE D'USO

Classe I: Affollamento occasionale

- Edifici agricoli

Classe II: Normale affollamento

- Edifici residenziali
- Industrie non pericolose per l'ambiente
- Infrastrutture che possano essere interrotte

Classe III: Affollamento significativo

- Costruzioni con funzioni pubbliche basilari
- Industrie pericolose per l'ambiente
- Infrastrutture che non possano essere interrotte

Classe IV: Strategicamente importanti

- Costruzioni con funzioni pubbliche strategiche
- Industrie molto pericolose per l'ambiente
- Infrastrutture di importanza critica

Coefficiente di protezione sismica I (confronto con D.M. 16 gennaio 1996)

Opere comuni

- Coefficiente I = 1,0
- Opere che non rientrano nelle categorie seguenti

Opere a rischio particolare

- Coefficiente I = 1,2
- Opere a rischio per le loro caratteristiche

Opere di importanza primaria

- Coefficiente I = 1,4
- Opere importanti per la protezione civile

VITA DI RIFERIMENTO

La vita di riferimento V_R di un'opera
è il numero di anni rispetto al quale calcolare le azioni su di una costruzione

$$V_R = V_N \times C_U$$

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C_U	0,7	1,0	1,5	2,0

In ogni caso il valore di V_R non può essere inferiore a 35 anni

VITA NOMINALE V_N	VALORI DI V_R			
	CLASSE D'USO			
	I	II	III	IV
≤ 10	35	35	35	35
≥ 50	≥ 35	≥ 50	≥ 75	≥ 100
≥ 100	≥ 70	≥ 100	≥ 150	≥ 200

TEMPO DI RITORNO

Noto il periodo di riferimento V_R di un'opera e fissata la probabilità di verificarsi dell'evento sismico P_{VR} nell'arco di tale periodo, è possibile definire il più probabile tempo di ritorno T_R del sisma avente la probabilità innanzi menzionata, mediante la formula:

$$T_R = -V_R / \ln(1 - P_{VR}) = -C_U \cdot V_N / \ln(1 - P_{VR})$$

Dove la probabilità di verificarsi dell'evento sismico P_{VR} nell'arco del periodo di riferimento è sostanzialmente assegnata in funzione dello stato limite considerato

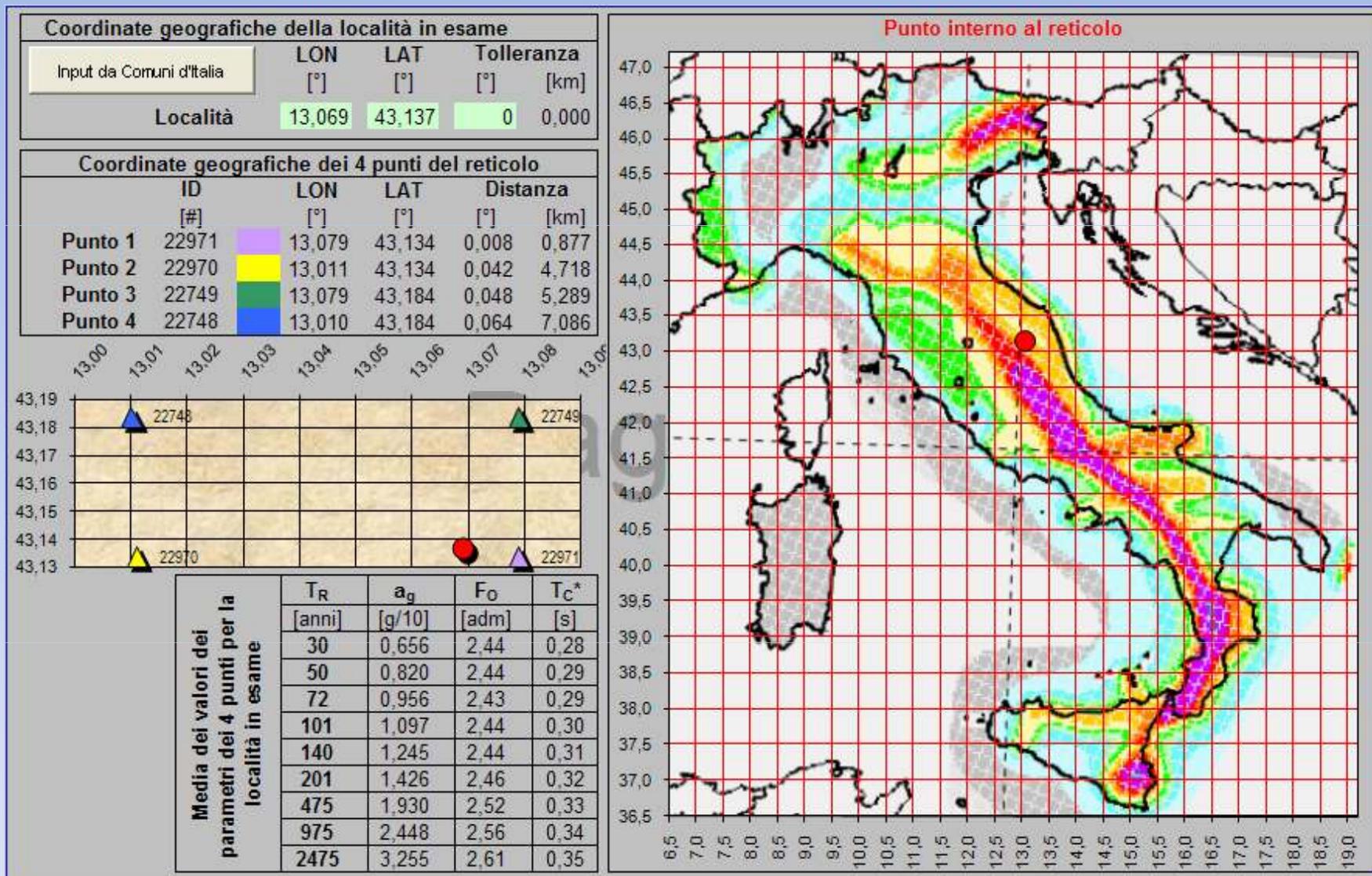
(SLO $\Rightarrow P_{VR} = 81\%$; SLD $\Rightarrow P_{VR} = 63\%$; SLV $\Rightarrow P_{VR} = 10\%$; SLC $\Rightarrow P_{VR} = 5\%$)

Stati Limite di	SLO	$(^2) 30 \text{ anni} \leq T_R = 0,60 \cdot V_R$
Esercizio (SLE)	SLD	$T_R = V_R$
Stati Limite	SLV	$T_R = 9,50 \cdot V_R$
Ultimi (SLU)	SLC	$T_R = 19,50 \cdot V_R \leq 2475 \text{ anni } (^1)$

RETICOLO DI RIFERIMENTO

ID	LON	LAT	T _R =30			T _R =50			T _R =72			T _R =101			T _R =140			T _R =201			T _R =475			T _R =975			T _R =2475		
			a _g	F ₀	T _C	a _g	F ₀	T _C	a _g	F ₀	T _C	a _g	F ₀	T _C	a _g	F ₀	T _C	a _g	F ₀	T _C	a _g	F ₀	T _C	a _g	F ₀	T _C	a _g	F ₀	T _C
15123	7.6778	44.739	0.308	2.47	0.20	0.384	2.54	0.21	0.449	2.53	0.22	0.514	2.56	0.24	0.577	2.58	0.25	0.661	2.58	0.26	0.891	2.56	0.27	1.128	2.58	0.28	1.497	2.58	0.29
12016	7.5793	45.44	0.228	2.59	0.18	0.281	2.60	0.20	0.319	2.63	0.21	0.366	2.65	0.22	0.390	2.66	0.23	0.433	2.67	0.25	0.541	2.74	0.28	0.838	2.79	0.30	0.774	2.91	0.31
18462	7.581	43.987	0.324	2.60	0.19	0.462	2.58	0.22	0.582	2.56	0.24	0.729	2.51	0.25	0.887	2.45	0.26	1.085	2.41	0.27	1.594	2.44	0.29	2.131	2.48	0.31	3.057	2.50	0.33
15345	7.5826	44.689	0.313	2.48	0.20	0.391	2.54	0.21	0.459	2.52	0.23	0.526	2.55	0.24	0.591	2.57	0.25	0.680	2.57	0.26	0.920	2.58	0.27	1.167	2.57	0.28	1.550	2.57	0.29
12238	7.5843	45.39	0.228	2.59	0.18	0.282	2.60	0.20	0.320	2.63	0.21	0.366	2.65	0.22	0.391	2.66	0.23	0.435	2.67	0.25	0.543	2.74	0.28	0.840	2.80	0.29	0.777	2.92	0.30
18674	7.5857	43.937	0.309	2.60	0.19	0.442	2.59	0.22	0.565	2.59	0.23	0.709	2.51	0.25	0.865	2.46	0.26	1.061	2.41	0.27	1.568	2.44	0.29	2.068	2.48	0.31	3.012	2.50	0.33
15567	7.5875	44.639	0.318	2.48	0.20	0.397	2.54	0.21	0.469	2.51	0.23	0.537	2.54	0.24	0.604	2.57	0.25	0.698	2.56	0.26	0.947	2.57	0.27	1.200	2.57	0.28	1.593	2.57	0.29
12460	7.5892	45.341	0.230	2.59	0.18	0.285	2.59	0.20	0.323	2.62	0.21	0.369	2.64	0.22	0.394	2.66	0.23	0.439	2.67	0.25	0.548	2.75	0.28	0.846	2.80	0.29	0.784	2.91	0.29
18896	7.5905	43.887	0.290	2.60	0.18	0.413	2.63	0.21	0.534	2.58	0.23	0.669	2.52	0.25	0.818	2.47	0.26	1.006	2.43	0.27	1.503	2.44	0.29	2.015	2.48	0.31	2.900	2.50	0.33
9363	7.5909	46.042	0.417	2.40	0.21	0.668	2.39	0.24	0.891	2.37	0.26	0.819	2.36	0.26	0.957	2.37	0.27	1.125	2.39	0.28	1.648	2.37	0.29	2.127	2.42	0.30	2.858	2.49	0.32
15789	7.5924	44.589	0.322	2.48	0.20	0.404	2.53	0.22	0.479	2.51	0.23	0.549	2.54	0.24	0.621	2.56	0.25	0.716	2.55	0.26	0.972	2.56	0.28	1.234	2.56	0.29	1.635	2.57	0.30
12682	7.5941	45.291	0.233	2.59	0.18	0.288	2.59	0.20	0.326	2.62	0.21	0.363	2.65	0.22	0.398	2.67	0.23	0.444	2.68	0.24	0.555	2.75	0.27	0.856	2.80	0.29	0.795	2.90	0.29
19118	7.5954	43.837	0.269	2.54	0.20	0.384	2.63	0.21	0.492	2.58	0.23	0.612	2.55	0.25	0.753	2.49	0.26	0.928	2.43	0.27	1.393	2.45	0.29	1.877	2.48	0.31	2.707	2.50	0.32
9675	7.5959	45.993	0.367	2.41	0.21	0.620	2.39	0.24	0.822	2.42	0.26	0.736	2.42	0.26	0.866	2.42	0.27	1.027	2.41	0.27	1.475	2.42	0.29	1.906	2.44	0.30	2.564	2.51	0.32
10011	7.5972	44.539	0.320	2.46	0.20	0.413	2.62	0.22	0.489	2.50	0.23	0.561	2.53	0.24	0.639	2.54	0.25	0.730	2.54	0.26	1.000	2.55	0.28	1.271	2.56	0.29	1.678	2.57	0.30
12904	7.5991	45.241	0.236	2.59	0.18	0.292	2.58	0.20	0.331	2.62	0.21	0.367	2.65	0.22	0.403	2.67	0.23	0.451	2.68	0.24	0.563	2.75	0.27	0.867	2.80	0.29	0.812	2.89	0.29
19340	7.6002	43.787	0.245	2.53	0.18	0.356	2.59	0.20	0.443	2.59	0.23	0.552	2.56	0.24	0.673	2.49	0.26	0.825	2.46	0.27	1.245	2.46	0.29	1.680	2.49	0.30	2.430	2.50	0.32
9797	7.601	45.943	0.358	2.45	0.21	0.474	2.42	0.23	0.566	2.45	0.26	0.667	2.43	0.26	0.770	2.45	0.27	0.900	2.45	0.27	1.258	2.48	0.29	1.619	2.49	0.30	2.173	2.56	0.31
16233	7.6021	44.489	0.331	2.47	0.20	0.422	2.50	0.22	0.500	2.50	0.23	0.575	2.52	0.24	0.659	2.52	0.26	0.759	2.53	0.27	1.035	2.54	0.28	1.311	2.55	0.29	1.726	2.58	0.30
13126	7.604	45.191	0.240	2.58	0.18	0.298	2.58	0.20	0.338	2.62	0.21	0.373	2.65	0.22	0.411	2.66	0.23	0.459	2.68	0.24	0.572	2.75	0.27	0.881	2.80	0.29	0.832	2.88	0.29
19582	7.605	43.738	0.222	2.55	0.18	0.328	2.56	0.19	0.395	2.62	0.21	0.488	2.56	0.23	0.587	2.54	0.25	0.720	2.47	0.27	1.073	2.47	0.29	1.448	2.51	0.31	2.093	2.51	0.32
10019	7.6059	45.893	0.335	2.43	0.20	0.427	2.47	0.22	0.506	2.47	0.24	0.579	2.50	0.26	0.664	2.50	0.27	0.765	2.52	0.28	1.051	2.53	0.30	1.340	2.55	0.30	1.782	2.62	0.32
16455	7.6069	44.439	0.336	2.47	0.20	0.431	2.49	0.22	0.513	2.49	0.23	0.589	2.51	0.25	0.681	2.50	0.26	0.784	2.51	0.27	1.075	2.52	0.28	1.358	2.54	0.29	1.783	2.60	0.30
13348	7.6089	45.141	0.244	2.56	0.18	0.301	2.58	0.20	0.341	2.62	0.21	0.379	2.64	0.22	0.418	2.66	0.23	0.467	2.68	0.24	0.583	2.75	0.27	0.896	2.79	0.29	0.857	2.87	0.29
10241	7.6108	45.843	0.308	2.44	0.20	0.385	2.51	0.22	0.451	2.50	0.24	0.516	2.53	0.25	0.579	2.56	0.26	0.662	2.56	0.28	0.885	2.59	0.30	1.110	2.63	0.31	1.453	2.69	0.32
16677	7.6118	44.389	0.340	2.47	0.20	0.441	2.48	0.22	0.526	2.48	0.23	0.607	2.50	0.25	0.703	2.49	0.26	0.815	2.49	0.27	1.122	2.50	0.29	1.417	2.54	0.30	1.859	2.61	0.31
13570	7.6138	45.091	0.248	2.55	0.18	0.307	2.57	0.20	0.348	2.61	0.21	0.385	2.64	0.22	0.426	2.66	0.23	0.476	2.69	0.25	0.595	2.76	0.27	0.714	2.79	0.29	0.884	2.86	0.29
10463	7.6158	45.793	0.284	2.46	0.20	0.355	2.52	0.22	0.405	2.58	0.23	0.464	2.55	0.25	0.520	2.58	0.25	0.583	2.62	0.27	0.763	2.66	0.30	0.940	2.72	0.31	1.207	2.77	0.32
16699	7.6166	44.34	0.345	2.46	0.20	0.452	2.46	0.23	0.541	2.47	0.23	0.630	2.48	0.25	0.729	2.48	0.26	0.849	2.48	0.27	1.179	2.49	0.29	1.498	2.52	0.30	1.965	2.60	0.31
13792	7.6187	45.041	0.252	2.55	0.18	0.312	2.57	0.20	0.353	2.61	0.21	0.391	2.64	0.22	0.435	2.65	0.23	0.486	2.68	0.25	0.609	2.75	0.27	0.733	2.79	0.29	0.913	2.85	0.29
10685	7.6208	45.743	0.265	2.49	0.20	0.330	2.54	0.21	0.375	2.58	0.23	0.422	2.60	0.24	0.473	2.61	0.25	0.530	2.64	0.27	0.678	2.70	0.30	0.817	2.78	0.31	1.037	2.83	0.33
17121	7.6215	44.29	0.348	2.47	0.20	0.464	2.46	0.23	0.556	2.47	0.23	0.664	2.47	0.25	0.768	2.47	0.26	0.885	2.47	0.27	1.248	2.47	0.29	1.592	2.51	0.30	2.112	2.59	0.31
14014	7.6236	44.991	0.256	2.54	0.18	0.317	2.57	0.20	0.359	2.61	0.22	0.398	2.64	0.23	0.445	2.64	0.23	0.497	2.68	0.25	0.626	2.74	0.27	0.753	2.78	0.29	0.943	2.84	0.29
19097	7.6257	45.893	0.249	2.53	0.18	0.309	2.56	0.21	0.352	2.60	0.22	0.391	2.63	0.23	0.436	2.63	0.25	0.485	2.67	0.26	0.613	2.73	0.30	0.736	2.81	0.30	0.920	2.88	0.32
17343	7.6263	44.24	0.348	2.49	0.20	0.469	2.47	0.23	0.569	2.47	0.23	0.676	2.45	0.25	0.796	2.46	0.26	0.924	2.46	0.27	1.311	2.47	0.29	1.705	2.49	0.30	2.297	2.56	0.32
14236	7.6285	44.842	0.260	2.54	0.18	0.323	2.57	0.21	0.365	2.61	0.22	0.407	2.64	0.23	0.455	2.64	0.24	0.508	2.67	0.25	0.644	2.73	0.27	0.775	2.77	0.29	0.976	2.82	0.29
11129	7.6307	45.843	0.237	2.56	0.18	0.293	2.58	0.20	0.333	2.62	0.22	0.370	2.64	0.23	0.407	2.66	0.25	0.455	2.68	0.26	0.570	2.75	0.29	0.679	2.83	0.30	0.837	2.91	0.32
17595	7.631	44.19	0.347	2.52	0.20	0.471	2.50	0.22	0.573	2.50	0.23	0.689	2.47	0.25	0.809	2.46	0.26	0.958	2.48	0.27	1.366	2.48	0.29	1.768	2.49	0.31	2.486	2.53	0.32
14458	7.6333	44.892	0.264	2.53	0.18	0.329	2.56	0.21	0.373	2.60	0.22	0.414	2.62	0.23	0.466	2.63	0.24	0.521	2.68	0.25	0.664	2.72	0.27	0.800	2.76	0.29	1.016	2.80	0.29
11351	7.6355	45.593	0.228	2.59	0.18	0.281	2.60	0.20	0.319	2.63	0.21	0.364	2.66	0.23	0.398	2.68	0.24	0.431	2.69	0.26	0.541	2.76	0.29	0.840	2.83	0.30	0.783	2.93	0.32
17787	7.6358	44.14	0.344	2.56	0.19	0.472	2.53	0.22	0.578	2.53	0.24	0.701	2.49	0.25	0.832	2.													

INTERPOLAZIONE DEI VALORI



Nei punti intermedi al reticolo i parametri devono identificarsi mediante interpolazione

CATEGORIE DI SOTTOSUOLO

Ai fini della definizione dell'azione sismica si rende necessario individuare la categoria di sottosuolo

Categoria A: Rocce e terreni molto rigidi

Categoria B: Rocce tenere e terreni molto addensati o consistenti

Categoria C: Terreni mediamente addensati o consistenti

Categoria D: Terreni scarsamente addensati o consistenti

Categoria E: Strati inferiori ai 20 m di terreno C o D su terreno A

Categoria S1: Terreni con strati a scarsissima densità o consistenza

Categoria S2: Terreni suscettibili a liquefazione

Per sottosuoli appartenenti alle categorie S1 od S2 è necessario predisporre specifiche analisi per la definizione delle azioni sismiche in quanto non definite dalle norme

AMPLIFICAZIONE STRATIGRAFICA

In funzione della categoria del sottosuolo si hanno i seguenti coefficienti stratigrafici

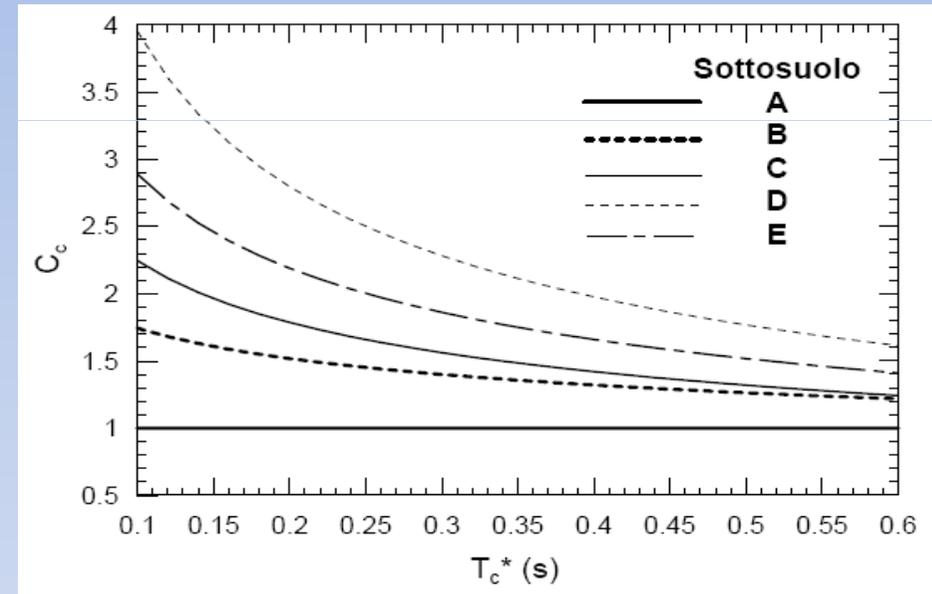
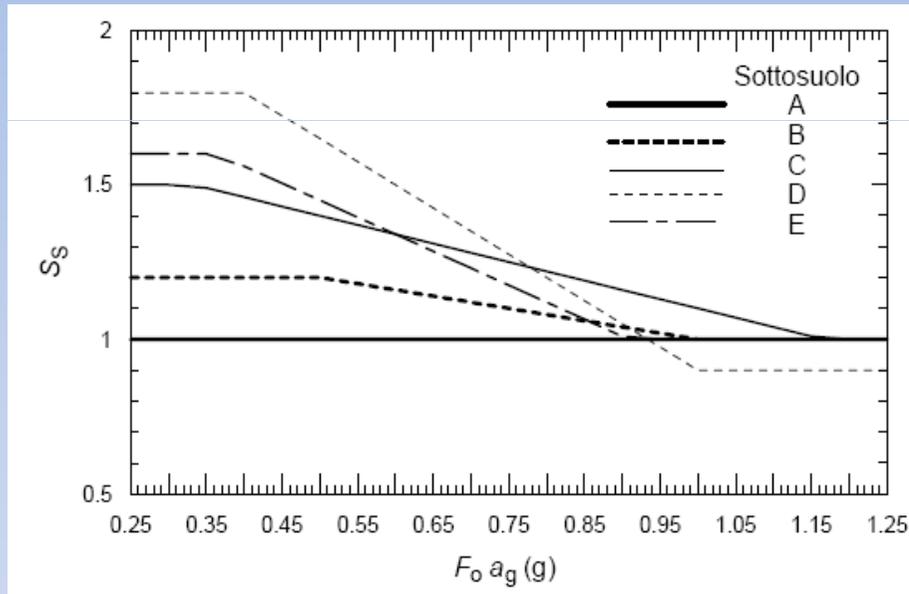
Categoria sottosuolo	S_s	C_c
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_c^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_c^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_c^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_c^*)^{-0,40}$

Essendo S_s un coefficiente di amplificazione stratigrafica che amplifica l'accelerazione al suolo a_g e C_s un coefficiente di sottosuolo che amplifica il periodo critico T_c^*

Quando le condizioni di sottosuolo sono variabili lungo lo sviluppo dell'opera, è possibile valutare la diversa risposta adottando la categoria che induce le sollecitazioni più severe

ANDAMENTO DEI COEFFICIENTI

Di seguito sono illustrati gli andamenti dei coefficienti legati alla categoria di sottosuolo



In sostanza si osserva come tali coefficienti servano a ricondurre i parametri tabellati dalle norme al caso in cui la categoria di sottosuolo sia diversa da quella di tipo A

Si osserva che l'accelerazione massima al suolo ed il periodo critico che delimitano il tratto dello spettro ad accelerazione costante aumentano al decrescere della rigidità del sottosuolo

CATEGORIE TOPOGRAFICHE

Le categorie topografiche devono essere considerate in presenza di dislivelli superiori ai 30 m

Categoria T1:

Opere su superfici pianeggianti o pendii con inclinazione media $\leq 15^\circ$

• $S_T = 1,0$

Categoria T2:

Opere sulla sommità di pendii con inclinazione media $> 15^\circ$

• $S_T = 1,2$

Categoria T3:

Opere sulla cresta di rilievi con inclinazione media tra i 15° e i 30°

• $S_T = 1,2$

Categoria T4:

Opere sulla cresta di rilievi con inclinazione media $> 30^\circ$

• $S_T = 1,4$

Essendo S_T un coefficiente di amplificazione topografica che amplifica l'accelerazione al suolo a_g e che varia linearmente con l'altezza dal valore unitario alla base fino al valore indicato in sommità

SPETTRO DI PROGETTO

Stati limite di esercizio

(SLO e SLD)

E' lo stato limite che verifica che per sismi che abbiano una elevata probabilità di accadimento

(P_{VR} rispettivamente dell'81% e del 63%, e quindi con ridotti periodi di ritorno)

non si abbiano danneggiamenti significativi

Poiché il comportamento della struttura è quindi da ritenersi elastico, lo spettro di progetto da adottare è quello elastico

Stati limite ultimi

(SLV e SLC)

E' lo stato limite che verifica che per sismi che abbiano una ridotta probabilità di accadimento

(P_{VR} rispettivamente del 10% e del 5%, e quindi con elevati periodi di ritorno)

non si abbiano collassi della struttura

Poiché sono ammessi danneggiamenti il comportamento della struttura è quindi da ritenersi elasto plastico e lo spettro di progetto da adottare può essere quello elastico ridotto sostituendo $1/q$ ad η , essendo q un coefficiente di struttura che ne rappresenta la duttilità

VENTO E TEMPO DI RITORNO

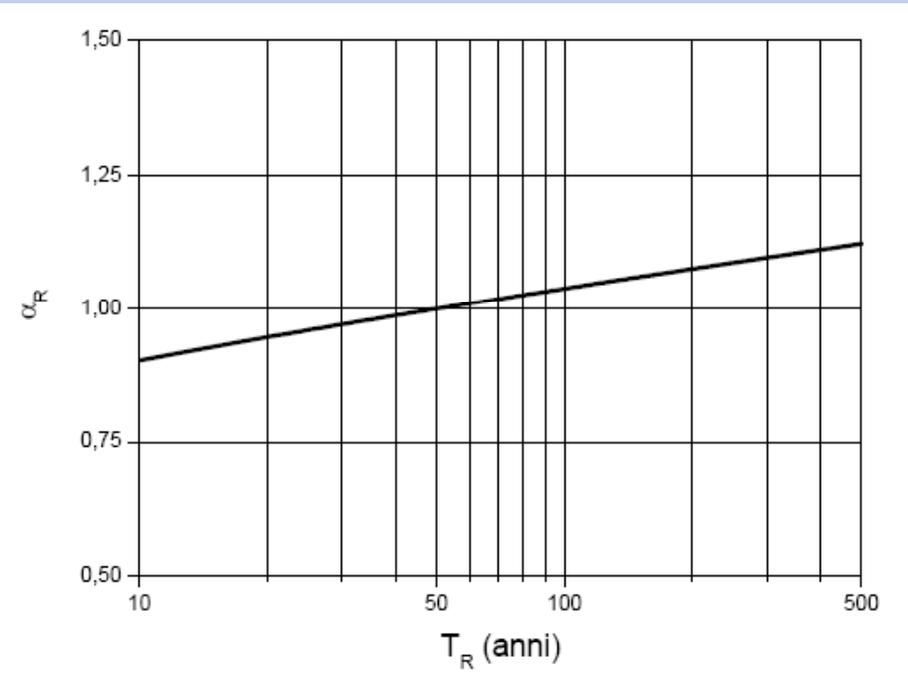
Il calcolo dell'azione del vento è sostanzialmente analogo a quello già utilizzata dal D.M. 1996, sebbene maggiore attenzione vada riposta nella valutazione del periodo di ritorno da considerare per la determinazione dell'azione in oggetto

La velocità di riferimento del vento v_b , per un generico periodo di ritorno T_R compreso tra i 10 e i 500 anni, può valutarsi per mezzo della seguente espressione

$$v_b(T_R) = \alpha_R \cdot v_b(50 \text{ anni})$$

Dove α_R è un coefficiente che correla la velocità di riferimento del vento ricercata a quella con periodo di ritorno di 50 anni ottenibile dalle formule di normativa

$$\alpha_R = 0,75 \sqrt{1 - 0,2 \cdot \ln \left[-\ln \left(1 - \frac{1}{T_R} \right) \right]}$$



NEVE E TEMPO DI RITORNO

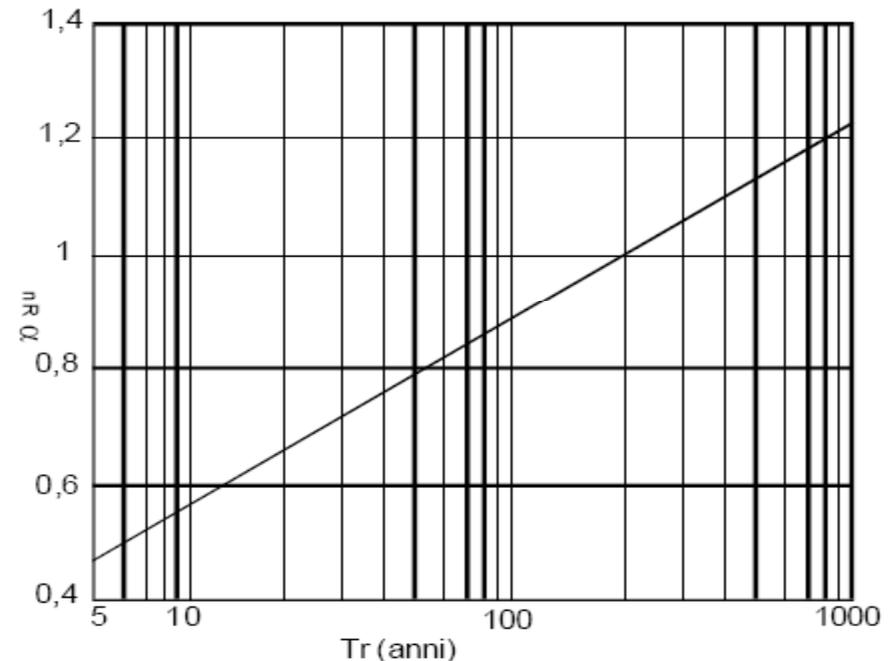
Anche il calcolo dell'azione della neve è sostanzialmente analogo a quello già utilizzata dal D.M. 1996, sebbene appaiano maggiori novità rispetto al vento

Il carico della neve al suolo q_{sk} , per un generico periodo di ritorno T_R compreso tra i 5 e i 1000 anni, può valutarsi per mezzo della seguente espressione

$$q_{sk}(T_R) = \alpha_R \cdot q_{sk}(50 \text{ anni})$$

Dove α_R può ricavarsi sulla base di un coefficiente α_{Rn} che correla il carico della neve al suolo ricercato a quello con periodo di ritorno di 200 anni ottenibile dalle formule del D.M. 1996

$$\alpha_{Rn} = 0,273 \sqrt{1 - 0,5 \cdot \ln \left[-\ln \left(1 - \frac{1}{T_R} \right) \right]}$$



AZIONI DELLA NEVE

Nel calcolo del carico provocato dalla neve sulle coperture, la nuova norma tecnica fornisce l'espressione

$$q_s = \mu_1 \cdot q_{sk} \cdot C_E \cdot C_t$$

Essendo C_E e C_t due nuovi parametri definiti rispettivamente come coefficiente di esposizione (funzione della topografia) e coefficiente termico (solitamente pari a 1)

Topografia	Descrizione	C_E
Battuta dai venti	Aree pianeggianti non ostruite esposte su tutti i lati, senza costruzioni o alberi più alti.	0,9
Normale	Aree in cui non è presente una significativa rimozione di neve sulla costruzione prodotta dal vento, a causa del terreno, altre costruzioni o alberi.	1,0
Riparata	Aree in cui la costruzione considerata è sensibilmente più bassa del circostante terreno o circondata da costruzioni o alberi più alti	1,1

Si sottolinea inoltre che di fatto viene introdotta una nuova zonazione nazionale per il carico da neve

In particolare la Regione Marche risulta essere divisa in due differenti zone

Zona I – Mediterranea

- Ancona
- Pesaro e Urbino

Zona II

- Ascoli Piceno
- Macerata

CONFRONTO DEL CARICO NEVE

Si consideri di voler calcolare il carico massimo della neve agente su di una copertura inclinata di 18° e sita nei pressi del centro di Camerino ad un'altitudine di 650 m s.l.m.

D.M. 16 gennaio 1996

$$q_{sk} = 2,95 \text{ kN/mq}$$

$$\mu_{max} = \mu_2 = 0,84$$

$$q_s = 2,48 \text{ kN/mq}$$

Norme Tecniche per le Costruzioni 2008

$$q_{sk} = 2,40 \text{ kN/mq}$$

$$\mu_{max} = \mu_1 = 0,80 ; C_E = 1,00 ; C_t = 1,00$$

$$q_s = 1,92 \text{ kN/mq}$$

Come può osservarsi la metodologia di determinazione del carico neve secondo D.M. 1996 risulta generalmente più gravosa a quella prevista dalle NTC 2008, ciò in quanto riferita ad un periodo di ritorno di 200 anni invece che 50

Volendo determinare il carico neve avente periodo di ritorno di 200 anni con le nuove NTC 2008, si avrebbe:

$$\alpha_{RN(50 \text{ anni})} = 0,806 ; \alpha_{RN(200 \text{ anni})} = 0,996$$

$$q_{s(200 \text{ anni})} = q_{s(50 \text{ anni})} \times \alpha_{RN(200 \text{ anni})} / \alpha_{RN(50 \text{ anni})} = 2,37 \text{ kN/mq}$$

AZIONI TERMICHE

La differenza tra la temperatura di un elemento strutturale in un istante qualsiasi, e la sua stessa temperatura iniziale al momento della costruzione, induce nella struttura deformazioni che per via delle iperstaticità inducono sollecitazioni nelle membrane

Nel caso in cui la temperatura non costituisca l'azione fondamentale per la sicurezza, è possibile tenere in conto delle azioni termiche applicando alle membrane la differenza di temperatura ΔT_u ed adottando i coefficienti di dilatazione termica α_T per la valutazione degli effetti indotti

Tipo di struttura	ΔT_u
Strutture in c.a. e c.a.p. esposte	$\pm 15 \text{ }^\circ\text{C}$
Strutture in c.a. e c.a.p. protette	$\pm 10 \text{ }^\circ\text{C}$
Strutture in acciaio esposte	$\pm 25 \text{ }^\circ\text{C}$
Strutture in acciaio protette	$\pm 15 \text{ }^\circ\text{C}$

Materiale	$\alpha_T [10^{-6}/^\circ\text{C}]$
Alluminio	24
Acciaio da carpenteria	12
Calcestruzzo strutturale	10
Strutture miste acciaio-calcestruzzo	12
Calcestruzzo alleggerito	7
Muratura	6 ÷ 10
Legno (parallelo alle fibre)	5
Legno (ortogonale alle fibre)	30 ÷ 70

LIVELLI DI PRESTAZIONE AGLI INCENDI

Le richieste alla struttura in termini di incendio sono individuate dai livelli di prestazione

Livello I.	Nessun requisito specifico di resistenza al fuoco dove le conseguenze della perdita dei requisiti stessi siano accettabili o dove il rischio di incendio sia trascurabile
Livello II.	Mantenimento dei requisiti di resistenza al fuoco per un periodo sufficiente all'evacuazione degli occupanti in luogo sicuro all'esterno della costruzione
Livello III.	Mantenimento dei requisiti di resistenza al fuoco per un periodo congruo con la gestione dell'emergenza
Livello IV.	Requisiti di resistenza al fuoco tali da garantire, dopo la fine dell'incendio, un limitato danneggiamento della costruzione
Livello V.	Requisiti di resistenza al fuoco tali da garantire, dopo la fine dell'incendio, il mantenimento della totale funzionalità della costruzione stessa

A ciascun livello di prestazione la normativa richiede il soddisfacimento di una determinata

classe di resistenza al fuoco

definita come l'intervallo di tempo, espresso in minuti, durante il quale il compartimento antincendio garantisce la capacità di compartimentazione al carico di incendio specifico di progetto

CLASSI DI RESISTENZA AL FUOCO

Livello I

- Nessuna classe di resistenza richiesta

Livello II

- Classe di resistenza al fuoco 30 per strutture ad un piano fuori terra senza interrato
- Classe di resistenza al fuoco 60 per strutture fino a 2 piani fuori terra con interrato

Livello III

- Classe di resistenza al fuoco 0 per carichi d'incendio specifici non superiori a 100 MJ/m^2
- Classe di resistenza al fuoco 15 per carichi d'incendio specifici non superiori a 200 MJ/m^2
- Classe di resistenza al fuoco 20 per carichi d'incendio specifici non superiori a 300 MJ/m^2
- Classe di resistenza al fuoco 30 per carichi d'incendio specifici non superiori a 450 MJ/m^2
- Classe di resistenza al fuoco 45 per carichi d'incendio specifici non superiori a 600 MJ/m^2
- Classe di resistenza al fuoco 60 per carichi d'incendio specifici non superiori a 900 MJ/m^2
- Classe di resistenza al fuoco 90 per carichi d'incendio specifici non superiori a 1200 MJ/m^2
- Classe di resistenza al fuoco 120 per carichi d'incendio specifici non superiori a 1800 MJ/m^2
- Classe di resistenza al fuoco 180 per carichi d'incendio specifici non superiori a 2400 MJ/m^2
- Classe di resistenza al fuoco 240 per carichi d'incendio specifici superiori a 2400 MJ/m^2

Livello IV e Livello V

- Da valutarsi caso per caso

CARICO SPECIFICO D'INCENDIO

Il carico d'incendio di progetto $q_{f,d}$ può valutarsi secondo quanto proposto dal *D.M. 09 marzo 2007*

$$q_{f,d} = \delta_{q1} \cdot \delta_{q2} \cdot \delta_n \cdot q_f$$

Essendo:

- δ_{q1} un fattore che tiene conto del rischio di incendio in relazione alla dimensione del compartimento
- δ_{q2} un fattore che tiene conto del rischio di incendio in relazione al tipo di attività svolta
- δ_n un fattore che tiene conto del rischio di incendio in relazione alle misure di protezione
- q_f il valore nominale del carico di incendio

Dove i valori dei tre fattori possono trovarsi tabellati nel decreto innanzi indicato, mentre il valore nominale del carico di incendio deve ricavarsi per mezzo dell'espressione

$$q_f = \Sigma (g_i \cdot H_i \cdot m_i \cdot \psi_i) / A$$

Essendo:

- g_i la massa dell'i-esimo materiale combustibile
- H_i il potere calorifico dell'i-esimo materiale combustibile
- m_i il fattore di partecipazione alla combustione dell'i-esimo materiale combustibile
- ψ_i il fattore di limitazione della partecipazione alla combustione dell'i-esimo materiale combustibile
- A la superficie lorda in pianta del compartimento

CARICO DI INCENDIO ORIENTATIVO

Ai fini della definizione del carico di incendio, si può in alternativa ricorrere ad una valutazione statistica facendo riferimento a valori con probabilità di superamento inferiore al 20% (frattile 80%)

Tipologia di attività	Carico medio [MJ/m ²]	Carico frattile 80% [MJ/m ²]
Abitazioni	780	948
Ospedali	230	280
Alberghi	310	377
Biblioteche	1500	1824
Uffici	420	511
Scuole	285	347
Centri commerciali	600	730
Cinema	300	365

Per altre tipologie di attività può farsi riferimento al programma **Clara** del Ministero dell'Interno tenendo presente che il frattile 80% è 1,25 ÷ 1,50 volte il valore medio in caso di attività con arredi simili tra i diversi ambienti e 1,45 ÷ 1,50 volte il valore medio in caso di attività con arredi dissimili

FATTORI DI RISCHIO DI INCENDIO

I fattori di rischio δ_{q1} e δ_{q2} , come si è detto, mettono in relazione il carico specifico di incendio con la dimensione del compartimento ed il tipo di attività svolta in esso

Superficie in pianta del compartimento	Fattore δ_{q1}
Da 0 a 500 mq	1,00
Da 500 a 1.000 mq	1,20
Da 1.000 a 2.500 mq	1,40
Da 2.500 a 5.000 mq	1,60
Da 5.000 a 10.000 mq	1,80
Oltre 10.000 mq	2,00

Classe di rischio	Fattore δ_{q2}
<u>Basso rischio di incendio</u> in termini di probabilità di innesco, velocità di propagazione e possibilità di controllo	0,80
<u>Moderato rischio di incendio</u> in termini di probabilità di innesco, velocità di propagazione e possibilità di controllo	1,00
<u>Alto rischio di incendio</u> in termini di probabilità di innesco, velocità di propagazione e possibilità di controllo	1,20

MISURE DI PROTEZIONE ALL'INCENDIO

I carichi di incendio precedentemente definiti, possono tuttavia ridursi per mezzo del fattore di protezione δ_n in relazione alle misure di protezione adottate

Tipologia di misura antincendio	Fattore di riduzione δ_n
Sistemi automatici di estinzione ad acqua	0,60
Sistemi automatici di estinzione ad altro estinguente	0,80
Sistemi di evacuazione automatica di fumo e calore	0,90
Sistemi automatici di rilevazione, segnalazione e allarme incendio	0,85
Squadra aziendale dedicata alla lotta antincendio	0,90
Rete idrica antincendio interna	0,90
Rete idrica antincendio interna e esterna	0,80
Percorsi protetti di accesso	0,90
Accessibilità ai mezzi di soccorso VV.FF.	0,90

Dall'applicazione combinata delle misure di protezione innanzi menzionate, è possibile ridurre il carico specifico di incendio fino al **27%** del valore iniziale, con ovvio decremento della classe di resistenza al fuoco prescritta per l'opera in esame a circa **1/3** del valore in assenza di protezioni

METODI TABELLARI

In alternativa ai metodi analitici, il *D.M. 16 febbraio 2007* propone quale valida alternativa il calcolo tabellare per singoli elementi strutturali consistente nella semplice individuazione di una geometria minima da rispettare per l'attribuzione delle dimensioni trasversali delle sezioni e della distanze dall'asse della barra d'armatura rispetto al lato esposto all'incendio

Le tabelle propongono delle condizioni sufficienti per attribuire cautelativamente la classificazione di resistenza al fuoco di elementi costruttivi.

Il calcolo per singoli elementi strutturali non esaurisce tuttavia il compito del progettista, il quale deve effettuare un esame ragionato sul comportamento globale del sistema, valutando che i particolari costruttivi siano tali da ridurre la probabilità di frammentazione (evitando ad esempio ricoprimenti delle barre superiori ai 50 mm), di cedimento degli ancoraggi e di perdita della capacità rotazionale (anticipatamente al collasso per momento flettente)

Analogamente alla capacità portante *R*, il decreto menzionato tabella inoltre per gli elementi non strutturali i valori della tenuta alla compartimentazione *E* e dell'isolamento termico *I*

TABELLA PER SOLETTE E SOLAI

La tabella seguente riporta i valori minimi (in mm) dello spessore totale **H** di solette e solai e della distanza **a** dall'asse delle armature alla superficie esposta al fuoco in funzione della classe di resistenza ricercata

Classe	30	60	90	120	180	240
Solette piene con armatura monodirezionale	H = 80/ a = 10	120/20	120/30	160/40	200/55	240/65
Solai misti di lamiera di acciaio con riempimento di calcestruzzo (1)	H = 80/a = 10	120/20	120/30	160/40	200/55	240/65
Solai a travetti con alleggerimento (2)	H = 160/a = 15	200/30	240/35	240/45	300/60	300/75
Solai a lastra con alleggerimento (3)	H = 160/a = 15	200/30	240/35	240/45	300/60	300/75

I valori di a devono essere non inferiori ai minimi di regolamento per le opere di c.a. e c.a.p. In caso di armatura pre-tesa aumentare i valori di a di 15 mm. In presenza di intonaco i valori di H e a ne devono tenere conto nella seguente maniera: 10 mm di intonaco normale (definizione in D.4.1) equivale ad 10 mm di calcestruzzo; 10 mm di intonaco protettivo antincendio (definizione in D.4.1) equivale a 20 mm di calcestruzzo. Per ricoprimenti di calcestruzzo superiori a 50 mm prevedere una armatura diffusa aggiuntiva che assicuri la stabilità del ricoprimento.

(1) In caso di lamiera grecata H rappresenta lo spessore medio della soletta. Il valore di a non comprende lo spessore della lamiera. La lamiera ha unicamente funzione di cassero. In caso contrario la lamiera va protetta secondo quanto indicato in D.7.1

(2) Deve essere sempre presente uno strato di intonaco normale di spessore non inferiore a 20 mm ovvero uno strato di intonaco isolante di spessore non inferiore a 10 mm.

(3) In caso di alleggerimento in polistirene o materiali affini prevedere opportuni sfoghi delle sovrappressioni

Intendendosi intonaco normale se caratterizzato da massa volumica compresa tra 1000 e 1400 kg/m³ e con **intonaco protettivo antincendio se caratterizzato da massa volumica compresa tra 600 e 1000 kg/m³**

TABELLA PER TRAVI IN C.A.

La tabella seguente riporta i valori minimi (espressa in mm) della larghezza **b** della sezione, della distanza **a** dall'asse delle armature alla superficie esposta al fuoco e della larghezza dell'anima **b_w** della sezione in funzione della classe di resistenza ricercata per travi in c.a.

Classe	Combinazioni possibili di b e a				b _w
30	b = 80 / a = 25	120/20	160/15	200/15	80
60	b = 120 / a = 40	160/35	200/30	300/25	100
90	b=150/a=55	200/45	300/40	400/35	100
120	b = 200 / a = 65	240/60	300/55	500/50	120
180	b = 240 / a = 60	300/70	400/65	600/60	140
240	b = 260 / a = 90	350 I 60	500/75	700/70	160

I valori di a devono essere non inferiori ai minimi di regolamento per le opere di c.a. e c.a.p. In caso di armatura pre-tesa aumentare i valori di a di 15 mm. In presenza di intonaco i valori di b e a ne possono tenere conto nella maniera indicata nella tabella D.5.1. Per ricoprimenti di calcestruzzo superiori a 50 mm prevedere una armatura diffusa aggiuntiva che assicuri la stabilità del ricoprimento.

Potendo osservare in tal caso il raggiungimento di medesimi risultati aumentando opportunamente una sola delle due dimensioni **b** od **a**

Si precisa tuttavia che le norme prevedono una larghezza minima delle travi di 20 cm

TABELLA PER PILASTRI IN C.A.

La tabella seguente riporta i valori minimi (espressa in mm) della larghezza minima o del diametro **b** della sezione, della distanza **a** dall'asse delle armature alla superficie esposta al fuoco in funzione della classe di resistenza ricercata per pilastri in c.a.

Classe	Esposto su più lati		Esposto su un lato
	B	a	
30	B=200	a = 30	300/25
60	B=250	a=45	160/25
90	B=350	a=50	160/25
120	B=350	a =60	180/35
180	B=450	a =70	230/55
240			300/70

Valendo le medesime considerazioni già espresse per travi e solette in merito ai minimi di regolamento, alla presenza di armatura pre-tesa, alla presenza di intonaco e alla presenza di ricoprimenti in calcestruzzo superiori ai 50 mm

I valori sopra esposti, sono tuttavia validi purché la lunghezza lorda del pilastro non superi 6,0 m ai piani intermedi e 4,5 m all'ultimo piano

Anche in tal caso si precisa che le norme prevedono una larghezza minima dei pilastri di 30 cm

TABELLA PER PARETI IN C.A.

La tabella seguente riporta i valori minimi (espressa in mm) dello spessore **s** della sezione e della distanza **a** dall'asse delle armature alla superficie esposta al fuoco in funzione della classe di resistenza ricercata per pareti in c.a.

Classe	Esposto su un lato	Esposto su due lati
30	s=120 / a=10	120/10
60	s=130 / a=10	140/10
90	s=140 / a=25	170/25
120	s=160 / a=35	220/35
180	s=210 / a=50	270/55
240	s=270 / a=60	350/60

I valori di a devono essere non inferiori ai minimi di regolamento per le opere di c.a. e c.a.p. In caso di armatura pre-tesa aumentare i valori di a di 15 mm. In presenza di intonaco i valori di a ne possono tenere conto nella maniera indicata nella tabella D.5.1. Per ricoprimenti di calcestruzzo superiori a 50 mm prevedere una armatura diffusa aggiuntiva che assicuri la stabilità del ricoprimento.

Così come per i pilastri, i valori sopra esposti sono tuttavia validi purché la lunghezza lorda della parete non superi 6,0 m ai piani intermedi e 4,5 m all'ultimo piano

Anche in tal caso si precisa che le norme prevedono una larghezza minima delle pareti di 15 cm

TABELLE PER MEMBRATURE IN ACCIAIO (1)

Le tabelle seguenti riportano i valori minimi (espressa in mm) dello spessore **s** di alcune tipologie di rivestimento per travi o tiranti (**s_T**) e colonne (**s_P**) in acciaio

I valori, che sono forniti in funzione del fattore di sezione (espresso come rapporto tra la superficie ed il volume della sezione) non sono validi per profili di classe IV, ossia soggetti a instabilità locale

INTONACO NORMALE							INTONACO PROTETTIVO ANTINCENDIO						
Classe	Fattore di sezione (m ⁻¹)						Classe	Fattore di sezione (m ⁻¹)					
	<50	<100	<150	<200	<250	<300		<50	<100	<150	<200	<250	<300
30	s _T =10	10	10	15	20	20	30	s _T =10	10	10	10	15	20
	s _C =10	15	20	25	25	30		s _C =10	10	15	15	20	25
60	s _T =10	20	25	35	40	45	60	s _T =10	10	20	25	30	40
	s _C =15	25	35	45	55	65		s _C =10	20	30	35	40	50
90	s _T =15	30	45	55	65	75	90	s _T =15	25	35	45	55	65
	s _C =25	40	55	75				s _C =20	35	45	60	75	
120	s _T =20	45	60	75			120	s _T =15	35	50	65	75	
	s _C =30	55						s _C =25	45	65			
180	s _T =35	65					180	s _T =25	55	75			
	s _C =50							s _C =35	65				
240	s _T =50						240	s _T =35	70				
	s _C =70							s _C =50					
Intonaco tipo sabbia e cemento, sabbia cemento e calce, sabbia calce e gesso e simili caratterizzato da una massa volumica compresa tra 1000 e 1400 kg/m ³							Intonaco tipo gesso, vermiculite o argilla espansa e cemento o gesso, perlite e gesso e simili caratterizzato da una massa volumica compresa tra 600 e 1000 kg/m ³						

Valendo, analogamente al caso del calcestruzzo armato, una limitazione sull'altezza lorda delle colonne che non dovranno superare 4,5 m ai piani intermedi e 3,0 m all'ultimo piano

Inoltre le tabelle sono valide purché il produttore emetta una dichiarazione di rispondenza alle presenti tabelle (tale obbligo sarà sostituito entro 3 anni dall'obbligo della marcatura CE)

TABELLE PER MEMBRATURE IN ACCIAIO (2)

Le tabelle seguenti riportano i valori minimi (espressa in mm) dello spessore **s** di alcune tipologie di rivestimento per travi o tiranti (**s_T**) e colonne (**s_P**) in acciaio

I valori, che sono forniti in funzione del fattore di sezione (espresso come rapporto tra la superficie ed il volume della sezione) non sono validi per profili di classe IV, ossia soggetti a instabilità locale

INTONACO PROTETTIVO ANTINCENDIO LEGGERO							PANNELLI DI FIBRE MINERALI						
Fattore di sezione (m ⁻¹)							Fattore di sezione (m ⁻¹)						
Classe	<50	<100	<150	<200	<250	<300	Classe	<50	<100	<150	<200	<250	<300
30	s _T =10	10	10	10	10	15	30	s _T =15	15	15	15	15	20
	s _C =10	10	10	15	15	20		s _C =15	15	15	20	25	30
60	s _T =10	10	15	20	25	25	60	s _T =15	15	25	35	40	45
	s _C =10	15	20	25	35	35		s _C =15	25	35	55	50	55
90	s _T =10	20	25	30	35	40	90	s _T =15	25	40	50	55	65
	s _C =15	25	35	40	45	50		s _C =20	40	55	65	75	
120	s _T =15	25	35	40	45	50	120	s _T =20	40	55	65	75	
	s _C =20	30	45	55	60	65		s _C =30	55	75			
180	s _T =20	35	50	60	65	70	180	s _T =35	60				
	s _C =30	50	65					s _C =50					
240	s _T =30	50	65				240	s _T =45					
	s _C =40	70						s _C =65					
Intonaco leggero a base di fibre o inerti minerali espansi e leganti, caratterizzato da una massa volumica compresa tra 300 e 600 kg/m ³							Pannello composto da fibre di silicati, lana di roccia, lana minerale e simili fibre incombustibili (con esclusione della fibra di vetro) caratterizzato da una massa volumica compresa tra 150 e 300 kg/m ³						

Valendo, analogamente al caso del calcestruzzo armato, una limitazione sull'altezza lorda delle colonne che non dovranno superare 4,5 m ai piani intermedi e 3,0 m all'ultimo piano

Inoltre le tabelle sono valide purché il produttore emetta una dichiarazione di rispondenza alle presenti tabelle (tale obbligo sarà sostituito entro 3 anni dall'obbligo della marcatura CE)

TABELLE PER MEMBRATURE IN ACCIAIO (3)

Le tabelle seguenti riportano i valori minimi (espressa in mm) dello spessore **s** di alcune tipologie di rivestimento per travi o tiranti (**s_T**) e colonne (**s_P**) in acciaio

I valori, che sono forniti in funzione del fattore di sezione (espresso come rapporto tra la superficie ed il volume della sezione) non sono validi per profili di classe IV, ossia soggetti a instabilità locale

LASTRE DI GESSO RIVESTITO						
Classe	Fattore di sezione (m ⁻¹)					
	<50	<100	<150	<200	<250	<300
30	s _T =10	10	10	15	15	20
	s _C =10	15	15	20	20	25
60	s _T =10	15	20	25	25	30
	s _C =15	20	25	30	35	40
90	s _T =20	25	30	35	35	40
	s _C =25	30	35	40	45	50
120	s _T =25	35	40	45	45	50
	s _C =30	40	45	50	55	60
180	s _T =35	45	55	55	60	65
	s _C =45	55	65	65	70	
240	s _T =45	55	65	70		
	s _C =55	70				

Lastra di gesso rivestito tipo antincendio caratterizzata da una massa volumica compresa tra 750 e 900 kg/m³

LASTRE DI CALCIO SILICATO						
Classe	Fattore di sezione (m ⁻¹)					
	<50	<100	<150	<200	<250	<300
30	s _T =10	10	10	10	15	15
	s _C =10	10	15	15	20	20
60	s _T =10	15	15	20	25	25
	s _C =10	20	25	25	30	35
90	s _T =15	25	25	30	35	35
	s _C =20	30	35	35	40	45
120	s _T =20	30	35	40	45	45
	s _C =25	35	45	50	55	55
180	s _T =30	40	50	55	60	60
	s _C =40	55	60	65	65	70
240	s _T =40	55	60	65	65	70
	s _C =50	70	75			

Lastra di calcio silicato caratterizzata da una massa volumica compresa tra 800 e 900 kg/m³

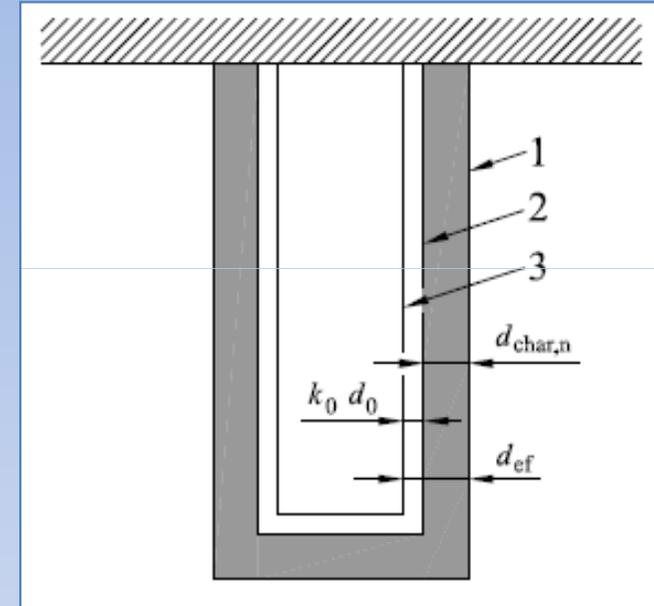
Valendo, analogamente al caso del calcestruzzo armato, una limitazione sull'altezza lorda delle colonne che non dovranno superare 4,5 m ai piani intermedi e 3,0 m all'ultimo piano

Inoltre le tabelle sono valide purché il produttore emetta una dichiarazione di rispondenza alle presenti tabelle (tale obbligo sarà sostituito entro 3 anni dall'obbligo della marcatura CE)

INCENDIO NELLE COSTRUZIONI DI LEGNO

Nella progettazione strutturale contro l'incendio di costruzioni in legno, è possibile adottare, per la verifica degli elementi, una sezione trasversale ridotta ottenuta dalla sezione trasversale reale rimuovendo le parti della sezione soggette a carbonatazione durante il pertinente tempo di esposizione al fuoco (*classe di resistenza al fuoco R*)

Si ricorda che in caso di incendio il coefficiente parziale per le proprietà del materiale γ_M vale 1,00



L'entità della profondità di carbonatazione d_{ef} può determinarsi come

$$d_{ef} = \beta_n \cdot t + k_0 \cdot 7 \text{ mm}$$

Essendo

β_n la velocità di carbonatazione di progetto

t il tempo di esposizione al fuoco

K_0 un coefficiente che vale $t/20\text{min}$ minore o uguale a 1

(ovvero t/t_{ch} per superfici protette, indicando t_{ch} l'inizio della carbonatazione)

VELOCITA' DI CARBONATAZIONE

I valori della velocità di carbonatazione sono forniti dall'Eurocodice 5 per elementi in legno di massa volumica pari a 450 kg/m^3 e spessore non inferiore a 20 mm

	β_0 mm/min	β_n mm/min
a) Conifere e Faggio		
Legno lamellare incollato con massa volumica caratteristica $\geq 290 \text{ kg/m}^3$	0,65	0,7
Legno massiccio con massa volumica caratteristica $\geq 290 \text{ kg/m}^3$	0,65	0,8
b) Latifoglie		
Legno massiccio o lamellare incollato di latifoglie con massa volumica caratteristica pari a 290 kg/m^3	0,65	0,7
Legno massiccio o lamellare incollato con massa volumica caratteristica $\geq 450 \text{ kg/m}^3$	0,50	0,55
c) LVL		
con massa volumica caratteristica $\geq 480 \text{ kg/m}^3$	0,65	0,7
d) Panelli		
Rivestimenti di legno	0,9 ^{a)}	-
Compensato	1,0 ^{a)}	-
Pannelli a base di legno diversi dal compensato	0,9 ^{a)}	-

Dovendo moltiplicare i valori esposti, in caso di massa volumica ρ_k diversa da 450 kg/m^3 , per il coefficiente k_ρ

$$k_\rho = \sqrt{\frac{450 \text{ kg/m}^3}{\rho_k}}$$

ESPLOSIONI ED URTI

Esplosioni

*In ambienti con pannelli di sfogo
In ambienti senza pannelli di sfogo*

Sono azioni eccezionali che riconducono lo studio dell'esplosione all'applicazione di pressioni statiche equivalenti che sono funzione del tipo di ambiente

Urti

*Collisioni da veicoli
Collisioni da treni
Collisioni da imbarcazioni
Collisioni da aeromobili*

Sono azioni eccezionali che riconducono lo studio dell'urto all'applicazione di forze statiche equivalenti che sono funzione del tipo di collisione previsto

BIBLIOGRAFIA

Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008

Circolare applicativa del D.M. 14 gennaio 2008

Ordinanza Presidente Consiglio dei Ministri 20 marzo 2003 n. 3274

Ordinanza Presidente Consiglio dei Ministri 3 maggio 2005, n. 3431

Decreto Ministeriale 16 gennaio 1996

Circolare Ministeriale 10 aprile 1997, n.65

Circolare Ministeriale 4 luglio 1996, n. 156

Decreto Ministeriale 16 febbraio 2007

Decreto Ministeriale 9 marzo 2007

UNI EN 1995-1-2