

IMPOSTAZIONE VERIFICHE DI SICUREZZA E UTILIZZO NELLA D.L. E COLLAUDO

ing. prof. Ivo Vanzi

Membro permanente Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici

Ordinario in Tecnica delle Costruzioni e Costruzioni in Zona Sismica
Dip. di ingegneria e geologia, Università di Chieti-Pescara

i.vanzi@unich.it

ORGANIZZAZIONE

IMPOSTAZIONE SICUREZZA + USO IN D.L. E COLLAUDO + Δ NTC (08-18)

1. CAP. 2 (SICUREZZA) – CONTENUTO E DIFFERENZE 08 – 18?
2. CAP. 2 – SICUREZZA: IMPOSTAZIONE CONCETTUALE E CONFRONTO INTERNAZIONALE
3. CAP. 2 – SICUREZZA: CENNO ALLA SITUAZIONE ITALIANA E COSTRUZIONI ESISTENTI
4. CAP. 3 (AZIONI) – CONTENUTO E DIFFERENZE 08 – 18?
5. CAP. 8 – AZIONE SISMICA E COSTRUZIONI ESISTENTI
6. CAP. 11 – IMPOSTAZIONE SICUREZZA SE $R_{ck, is} < 0.85 \cdot R_{ck}$
7. CONCLUSIONI

CAP. 2 (SICUREZZA)

CONTENUTO E DIFFERENZE 08 – 18

1. CAP. 2 – contenuto e differenze

2	SICUREZZA E PRESTAZIONI ATTESE
2.1	PRINCIPI FONDAMENTALI
2.2	STATI LIMITE REQUISITI DELLE OPERE STRUTTURALI
2.2.1	<i>Stati Limite Ultimi (SLU)</i>
2.2.2	<i>Stati Limite di Esercizio (SLE)</i>
2.2.3	<i>Verifiche</i> SICUREZZA ANTINCENDIO ; DURABILITA' ; ROBUSTEZZA
2.3	VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA
2.4	VITA NOMINALE, CLASSI D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO ...
2.4.1	<i>Vita nominale</i> DI PROGETTO
2.4.2	<i>Classi d'uso</i>
2.4.3	<i>Periodo di riferimento per l'azione sismica</i>
2.5	AZIONI SULLE COSTRUZIONI
2.5.1	<i>Classificazione delle Azioni</i>
2.5.2	<i>Caratterizzazione delle Azioni Elementari</i>
2.5.3	<i>Combinazioni delle Azioni</i>
2.5.4	<i>Degrado</i>
2.6	AZIONI NELLE VERIFICHE AGLI STATI LIMITE
2.6.1	<i>Stati Limite Ultimi</i>
2.6.2	<i>Stati Limite di Esercizio</i>
2.7	VERIFICHE ALLE TENSIONI AMMISSIBILI

1. CAP. 2 – contenuto e differenze

2.1 PRINCIPI FONDAMENTALI

Si utilizza logica omogenea a quella delle norme internazionali ed europee

Opera strutturale, durante il suo uso protratto nel tempo, andrà incontro ad eventi quali:

- Azioni, variabili in intensità (peso proprio, sovraccarichi, sisma, ecc.)
- Incendi
- Degrado a causa dell'ambiente (p.e. corrosione)
- Eventi eccezionali (p.e. esplosioni)
-

Obiettivi:

- Opera sia utilizzabile
- Manutenzione sia contenuta in limiti ragionevoli
- **Sicurezza** sia, per gli eventi elencati, alta
- Progettazione / verifica sia operativamente semplice

1. CAP. 2 – contenuto e differenze

2.1 PRINCIPI FONDAMENTALI - sicurezza

In particolare, secondo quanto stabilito nei capitoli specifici, le opere e le varie tipologie strutturali devono possedere i seguenti requisiti:

- *sicurezza nei confronti di stati limite ultimi* (SLU): capacità di evitare crolli, perdite di equilibrio e dissesti gravi, totali o parziali, che possano compromettere l'incolumità delle persone ovvero comportare la perdita di beni, ovvero provocare gravi danni ambientali e sociali, ovvero mettere fuori servizio l'opera;
- *sicurezza nei confronti di stati limite di esercizio* (SLE): capacità di garantire le prestazioni previste per le condizioni di esercizio;
- *sicurezza antincendio*: capacità di garantire le prestazioni strutturali previste in caso d'incendio, per un periodo richiesto;
- *durabilità*: capacità della *costruzione* *struttura* di mantenere, nell'arco della *propria* vita nominale *di progetto*, i livelli prestazionali per i quali è stata progettata, tenuto conto delle caratteristiche ambientali in cui si trova e del livello previsto di manutenzione;
- *robustezza*: capacità di evitare danni sproporzionati rispetto all'entità di possibili cause innescanti eccezionali quali esplosioni e urti.

Il superamento di uno stato limite ultimo ha carattere irreversibile e si definisce collasso.

Il superamento di uno stato limite di esercizio può avere carattere reversibile o irreversibile.

Per le opere esistenti è possibile fare riferimento a livelli di sicurezza diversi da quelli delle nuove opere ed è anche possibile considerare solo gli stati limite ultimi. Maggiori dettagli sono dati al **Capitolo 8**.

1. CAP. 2 – contenuto e differenze

2.3 VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA

Obiettivi:

- Opera sia utilizzabile
- Manutenzione sia contenuta in limiti ragionevoli
- **Sicurezza** sia, per gli eventi elencati, alta

Sicurezza : intuitivamente, la si ottiene se la resistenza (R) è molto maggiore dell'azione (E)

Problema:

(R) la resistenza del materiale è variabile nello spazio e nel tempo;

(E) le singole azioni sono variabili nel tempo

(E) le singole azioni si combinano tra di loro in maniera variabile nel tempo

e

dobbiamo fornire regole di progettazione **semplici**

Problema (in sintesi): per fini operativi, e per ottenere gli obiettivi posti, dobbiamo **semplificare** una realtà fisica complessa ed aleatoria

1. CAP. 2 – contenuto e differenze

2.3 VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA

Problema (in sintesi): per fini operativi, e per ottenere gli obiettivi posti, dobbiamo **semplificare** una realtà fisica complessa ed aleatoria

Semplificazione: progetto con

- UN valore di **resistenza** assunto **opportunamente** più **basso** di quello effettivo
- UN valore dell'azione assunto **opportunamente** più alto di quello effettivo

$$R_d \geq E_d \quad [2.2.1]$$

OPPORTUNAMENTE? : I valori di progetto (pedice d=design) della resistenza (R) e degli effetti delle azione (E) si calcolano partendo dai valori caratteristici, ed utilizzando i **coefficienti parziali di sicurezza γ e i coefficienti di combinazione ψ**

In genere, $R_d = R_k / \gamma_M$ e $E_d = E_k * \gamma_E$

In questo modo, si ottiene la **sicurezza** desiderata.

1. CAP. 2 – contenuto e differenze

2.4 VITA NOMINALE DI PROGETTO

2.4.1. VITA NOMINALE DI PROGETTO

La vita nominale di progetto V_N di un'opera è convenzionalmente definita come il numero di anni nel quale l'opera, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, così come prevista in sede di progetto, è previsto che mantenga i livelli prestazionali per i quali è stata progettata.

I valori minimi riportati nella Tab. 2.4.I, possono essere anche impiegati per definire le prestazioni dipendenti dal tempo.

Tab. 2.4.I – Valori minimi della Vita nominale V_N di progetto per i diversi tipi di costruzioni

TIPI DI COSTRUZIONI DI NUOVA REALIZZAZIONE		Valori minimi di V_N (anni)
1	Costruzioni temporanee (1)	10

2	Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	50
3	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	100

(1) Costruzioni o parti di esse che possono essere smantellate con l'intento di essere riutilizzate non sono da considerarsi temporanee

1. CAP. 2 – contenuto e differenze

2.4 VITA NOMINALE DI PROGETTO

2.4.3. PERIODO DI RIFERIMENTO PER L'AZIONE SISMICA

Le azioni sismiche sulle costruzioni vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_R che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale V_N per il coefficiente d'uso C_U :

$$V_R = V_N \cdot C_U \quad [2.4.1]$$

Il valore del coefficiente d'uso C_U è definito, al variare della classe d'uso, come mostrato in Tab. 2.4.II.

Tab. 2.4.II – Valori del coefficiente d'uso C_U

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

Per le costruzioni a servizio di attività a rischio di incidente rilevante si adotteranno valori di C_U anche superiori a 2, in relazione alle conseguenze sull'ambiente e sulla pubblica incolumità determinate dal raggiungimento degli stati limite.

1. CAP. 2 – contenuto e differenze

2.4 VITA NOMINALE DI PROGETTO

2.4.2. CLASSI D'USO

Con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso così definite:

Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.

Classe II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

¹ Costruzioni o parti di esse che possono essere smantellate con l'intento di essere riutilizzate non sono da considerarsi temporanee

Classe III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

Classe IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

1. CAP. 2 – contenuto e differenze

2.5 AZIONI SULLE COSTRUZIONI

2.5.2 CARATTERIZZAZIONE DELLE AZIONI ELEMENTARI

Si definisce valore caratteristico Q_k di un'azione variabile il valore corrispondente ad un frattile pari al 95 % della popolazione dei massimi, in relazione al periodo di riferimento dell'azione variabile stessa.

Nella definizione delle combinazioni delle azioni che possono agire contemporaneamente, i termini Q_{kj} rappresentano le azioni variabili della combinazione, con Q_{k1} azione variabile dominante e $Q_{k2}, Q_{k3}, \dots$ azioni variabili che possono agire contemporaneamente a quella dominante. Le azioni variabili Q_{kj} vengono combinate con i coefficienti di combinazione ψ_{0j}, ψ_{1j} e ψ_{2j} , i cui valori sono forniti nel § 2.5.3, Tab. 2.5.I, per edifici civili e industriali correnti.

Con riferimento alla durata percentuale relativa ai livelli di intensità dell'azione variabile, si definiscono:

- valore quasi permanente $\psi_{2j} \cdot Q_{kj}$: la media della distribuzione temporale dell'intensità;
- valore frequente $\psi_{1j} \cdot Q_{kj}$: il valore corrispondente al frattile 95 % della distribuzione temporale dell'intensità e cioè che è superato per una limitata frazione del periodo di riferimento;
- valore raro (o di combinazione) $\psi_{0j} \cdot Q_{kj}$: il valore di durata breve ma ancora significativa nei riguardi della possibile concomitanza con altre azioni variabili.

Nel caso in cui la caratterizzazione stocastica dell'azione considerata non sia disponibile, si può assumere il valore nominale. Nel seguito sono indicati con pedice k i valori caratteristici; senza pedice k i valori nominali.

1. CAP. 2 – contenuto e differenze

2.3 VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA

Problema (in sintesi): per fini operativi, e per ottenere gli obiettivi posti, dobbiamo **semplificare** una realtà fisica complessa ed aleatoria

Semplificazione: progetto con

- UN valore di **resistenza** assunto opportunamente più **basso** di quello effettivo
- UN valore dell'azione assunto opportunamente più alto di quello effettivo

$$R_d \geq E_d \quad [2.2.1]$$

I valori di progetto (pedice d=design) della resistenza (R) e degli effetti delle azione (E) si calcolano partendo dai valori caratteristici, ed utilizzando i **coefficienti parziali di sicurezza γ** .

In questo modo, si ottiene la **sicurezza** desiderata.

1. CAP. 2 – contenuto e differenze

2.5.3 COMBINAZIONE DELLE AZIONI (lato Ed)

2.5.3. COMBINAZIONI DELLE AZIONI

Ai fini delle verifiche degli stati limite, si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni.

- Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad [2.5.1]$$

- Combinazione caratteristica, **cosiddetta rara**, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad [2.5.2]$$

- Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad [2.5.3]$$

- Combinazione quasi permanente (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad [2.5.4]$$

- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E:

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad [2.5.5]$$

1. CAP. 2 – contenuto e differenze

2.5.3 COMBINAZIONE DELLE AZIONI (lato Ed)

Tab. 2.5.I – Valori dei coefficienti di combinazione

Categoria/Azione variabile	Ψ_{0j}	Ψ_{1j}	Ψ_{2j}
Categoria A - Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
Categoria B - Uffici	0,7	0,5	0,3
Categoria C - Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
Categoria D - Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E – Aree per immagazzinamento, uso commerciale e uso industriale Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F - Rimesse , parcheggi ed aree per il traffico di veicoli (per autoveicoli di peso ≤ 30 kN)	0,7	0,7	0,6
Categoria G – Rimesse, parcheggi ed aree per il traffico di veicoli (per autoveicoli di peso > 30 kN)	0,7	0,5	0,3
Categoria H - Coperture accessibili per sola manutenzione	0,0	0,0	0,0
Categoria I – Coperture praticabili	da valutarsi caso per caso		
Categoria K – Coperture per usi speciali (impianti, eliporti, ...)			
Vento	0,6	0,2	0,0
Neve (a quota ≤ 1000 m s.l.m.)	0,5	0,2	0,0
Neve (a quota > 1000 m s.l.m.)	0,7	0,5	0,2
Variazioni termiche	0,6	0,5	0,0

1. CAP. 2 – contenuto e differenze

VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA (lato $R_d = R_k/\gamma_M$)

Problema (in sintesi): per fini operativi, e per ottenere gli obiettivi posti, dobbiamo semplificare una realtà fisica complessa ed aleatoria

Semplificazione: progetto con

- UN valore di resistenza assunto opportunamente più basso di quello effettivo
- UN valore dell'azione assunto opportunamente più alto di quello effettivo

$$R_d \geq E_d \quad [2.2.1]$$

I valori di progetto (pedice d=design) della resistenza (R) e degli effetti delle azione (E) si calcolano partendo dai valori caratteristici, ed utilizzando i coefficienti parziali di sicurezza γ .

In questo modo, si ottiene la sicurezza desiderata.

1. CAP. 2 – contenuto e differenze

2.7 VERIFICHE ALLE TENSIONI AMMISSIBILI

ELIMINATA

CAP. 2 SICUREZZA

IMPOSTAZIONE CONCETTUALE E CONFRONTO INTERNAZIONALE

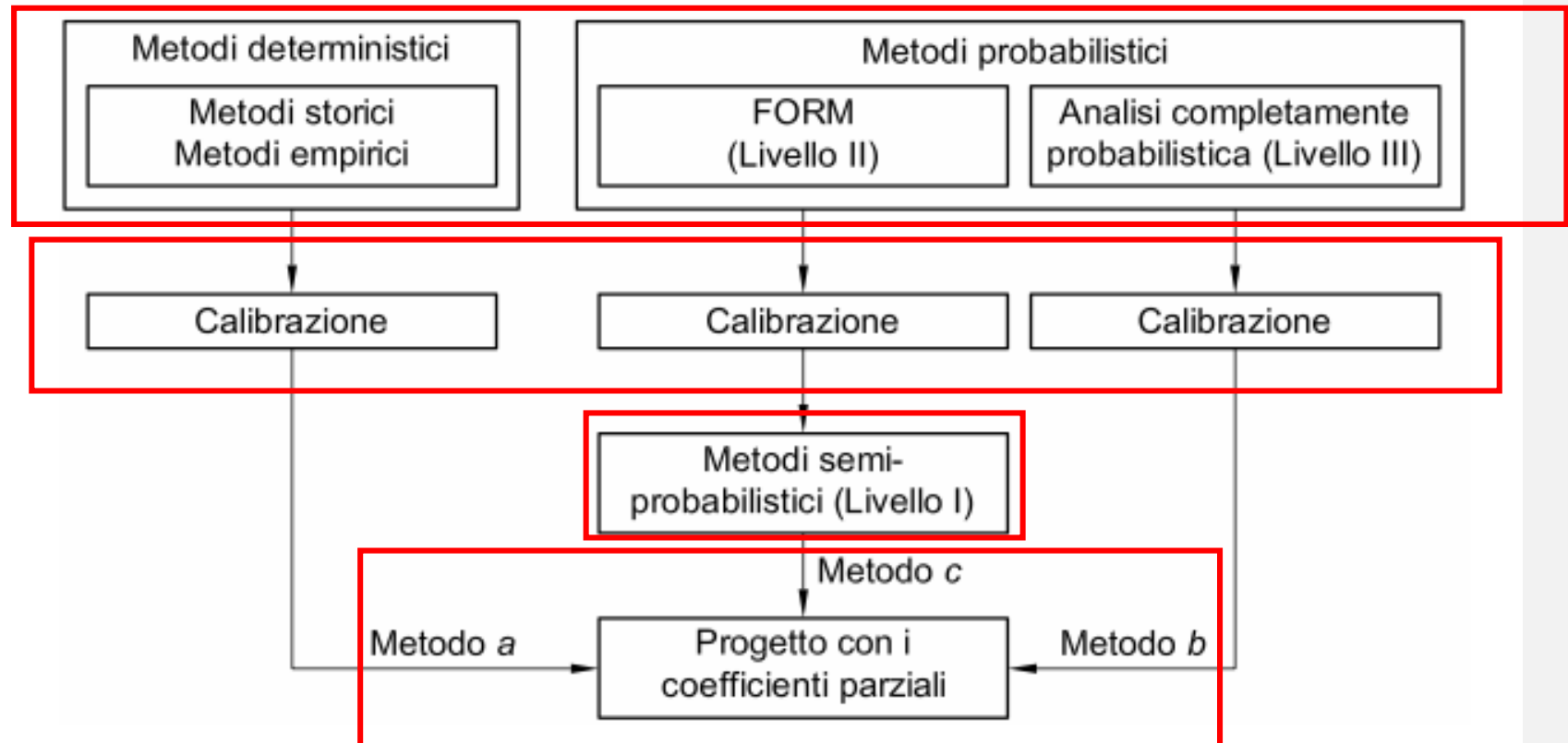
**RESTITUIRÒ
IL METODO ALLE
TENSIONI AMMISSIBILI**



2.A CAP. 2 – sicurezza – IMPOSTAZIONE CONCETTUALE

L'IMPOSTAZIONE DELLA SICUREZZA E' RIMASTA IMMUTATA (NTC08 vs. NTC14) ED E' COERENTE CON IL FORMATO EC

Rassegna dei metodi di affidabilità



2.A CAP. 2 – sicurezza – IMPOSTAZIONE CONCETTUALE

LA SICUREZZA, DEFINITA IN EC0, E' ALTA; VIENE AUMENTATA SE LE CONSEGUENZE SONO MOLTO ELEVATE; E' OMOGENEA SUL TERRITORIO

B.3.1

Classi di conseguenze

- (1) Ai fini della differenziazione dell'affidabilità, classi di conseguenze (CC) possono essere stabilite considerando le conseguenze del collasso o del malfunzionamento della struttura come indicato nel prospetto B.1.
- (2) Tre classi di affidabilità RC1, RC2 e RC3 possono essere associati alle tre classi di conseguenze CC1, CC2 e CC3.

prospetto C.2

Valori di riferimento dell'indice di affidabilità β per gli elementi strutturali di classe RC2¹⁾

Stato limite	Valori di riferimento dell'indice di affidabilità <<processo SENZA memoria>>	
	1 anno	50 anni
Ultimo	4,7 $P_f=1.3E-6$	3,8
Fatica		da 1,5 a 3,8 ²⁾
Esercizio (irreversibile)	2,9	1,5
1) Vedere appendice B.		
2) Dipende dal grado di ispezionabilità, riparabilità e tolleranza al danneggiamento.		

2.A CAP. 2 – sicurezza – IMPOSTAZIONE CONCETTUALE

1. L'IMPOSTAZIONE DELLA SICUREZZA E' RIMASTA IMMUTATA (NTC08 vs. OTT14) ED E' COERENTE CON IL FORMATO EC
2. LA SICUREZZA E' ALTA; VIENE AUMENTATA SE LE CONSEGUENZE SONO MOLTO ELEVATE; E' OMOGENEA SUL TERRITORIO
3. SI TIENE CONTO DELL'ALEATORIETA' DI EFFETTI DELLE AZIONI E RESISTENZE CON I METODI DELL'AFFIDABILITA' STRUTTURALE

Approccio per la calibrazione dei valori di progetto

- (1) Nel metodo di verifica dell'affidabilità basato sul valore di progetto (vedere figura C.1), è necessario definire i valori di progetto di tutte le variabili di base. Un progetto è ritenuto sufficiente se non sono raggiunti gli stati limite quando si introducono i valori di progetto nei modelli di analisi. In notazione simbolica, ciò è espresso nella forma:

$$E_d < R_d \quad (C.4)$$

dove il pedice "d" si riferisce ai valori di progetto. Questa è la strada seguita nella pratica per garantire che l'indice di affidabilità β sia uguale o maggiore del valore di riferimento.

2.A CAP. 2 – sicurezza – IMPOSTAZIONE CONCETTUALE

1. L'IMPOSTAZIONE DELLA SICUREZZA E' RIMASTA IMMUTATA (NTC08 vs. LUG13) ED E' COERENTE CON IL FORMATO EC
2. LA SICUREZZA E' ALTA; VIENE AUMENTATA SE LE CONSEGUENZE SONO MOLTO ELEVATE; E' OMOGENEA SUL TERRITORIO
3. SI TIENE CONTO DELL'ALEATORIETA' DI EFFETTI DELLE AZIONI E RESISTENZE CON I METODI DELL'AFFIDABILITA' STRUTTURALE

E_d e R_d possono essere espressi nella forma in qualche modo simbolica:

$$E_d = E\{F_{d1}, F_{d2}, \dots, a_{d1}, a_{d2}, \dots, \theta_{d1}, \theta_{d2}, \dots\} \quad (C.5a)$$

$$R_d = R\{X_{d1}, X_{d2}, \dots, a_{d1}, a_{d2}, \dots, \theta_{d1}, \theta_{d2}, \dots\} \quad (C.5b)$$

dove:

E è l'effetto dell'azione;

R è la resistenza;

F è un'azione;

X è una proprietà di un materiale;

a è una proprietà geometrica;

θ è una incertezza di modello.

2.A CAP. 2 – sicurezza – IMPOSTAZIONE CONCETTUALE

1. L'IMPOSTAZIONE DELLA SICUREZZA E' RIMASTA IMMUTATA (NTC08 vs. LUG13) ED E' COERENTE CON IL FORMATO EC
2. LA SICUREZZA E' ALTA; VIENE AUMENTATA SE LE CONSEGUENZE SONO MOLTO ELEVATE; E' OMOGENEA SUL TERRITORIO
3. SI TIENE CONTO DELL'ALEATORIETA' DI EFFETTI DELLE AZIONI E RESISTENZE CON I METODI DELL'AFFIDABILITA' STRUTTURALE

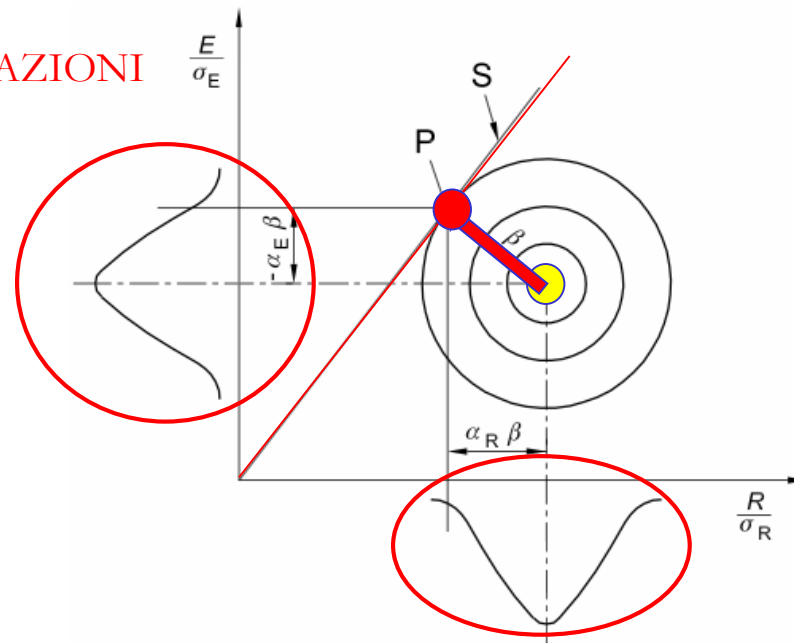
figura C.2 Punto di progetto e indice di affidabilità β secondo il metodo di affidabilità al primo ordine (FORM) per variabili con distribuzione Normale non correlate

Legenda

S Frontiera del dominio di collasso $g = R - E = 0$

P Punto di progetto

EFFETTI AZIONI



RESISTENZE

2.A CAP. 2 – sicurezza – IMPOSTAZIONE CONCETTUALE

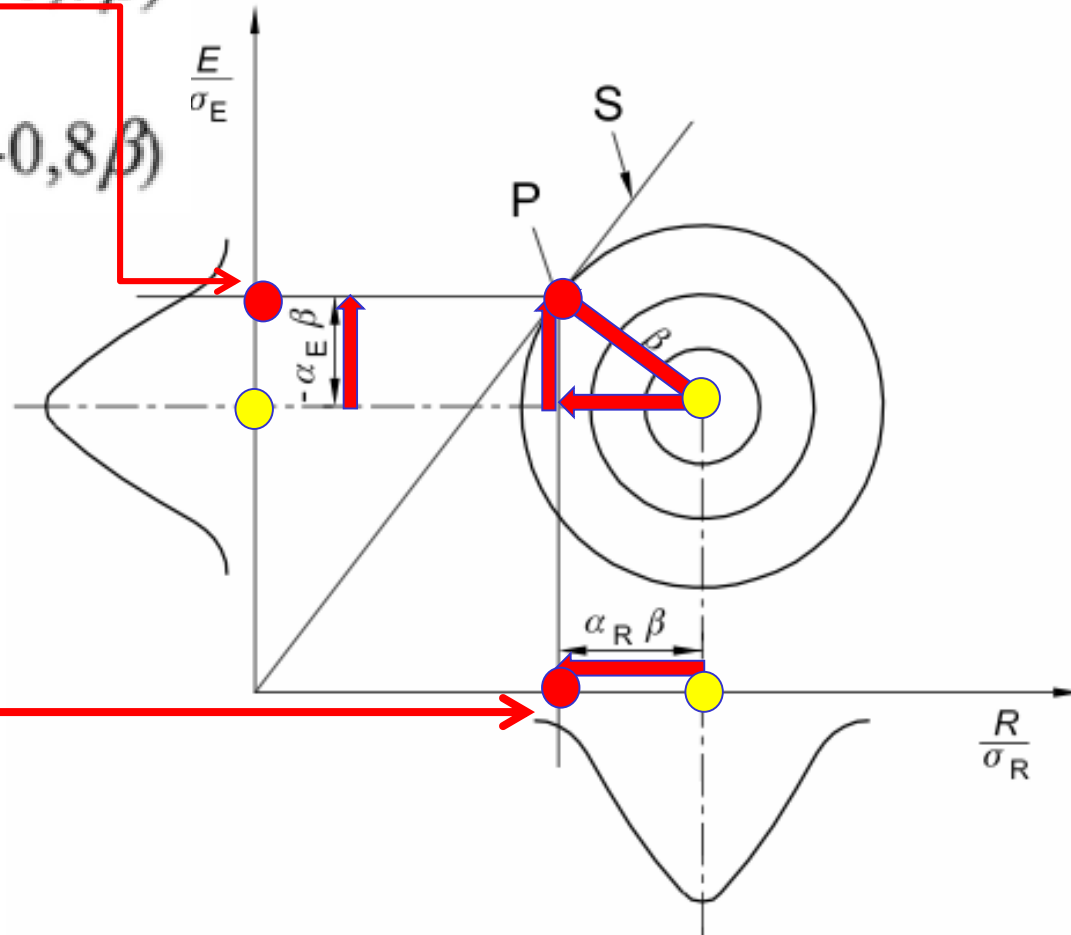
α_E and α_R may be taken as - 0,7 and 0,8, respectively, provided

$$0,16 < \sigma_E / \sigma_R < 7,6$$

(C.7)

$$P(E > E_d) = \Phi(-0,7\beta)$$

$$P(R \leq R_d) = \Phi(-0,8\beta)$$



2.

CAP. 2 – SICUREZZA

IMPOSTAZIONE CONCETTUALE E CONFRONTO INTERNAZIONALE

2.B CAP. 2 – sicurezza – CONFRONTO INTERNAZIONALE

JCSS Workshop on Code Calibration

1

Zurich March 21/22

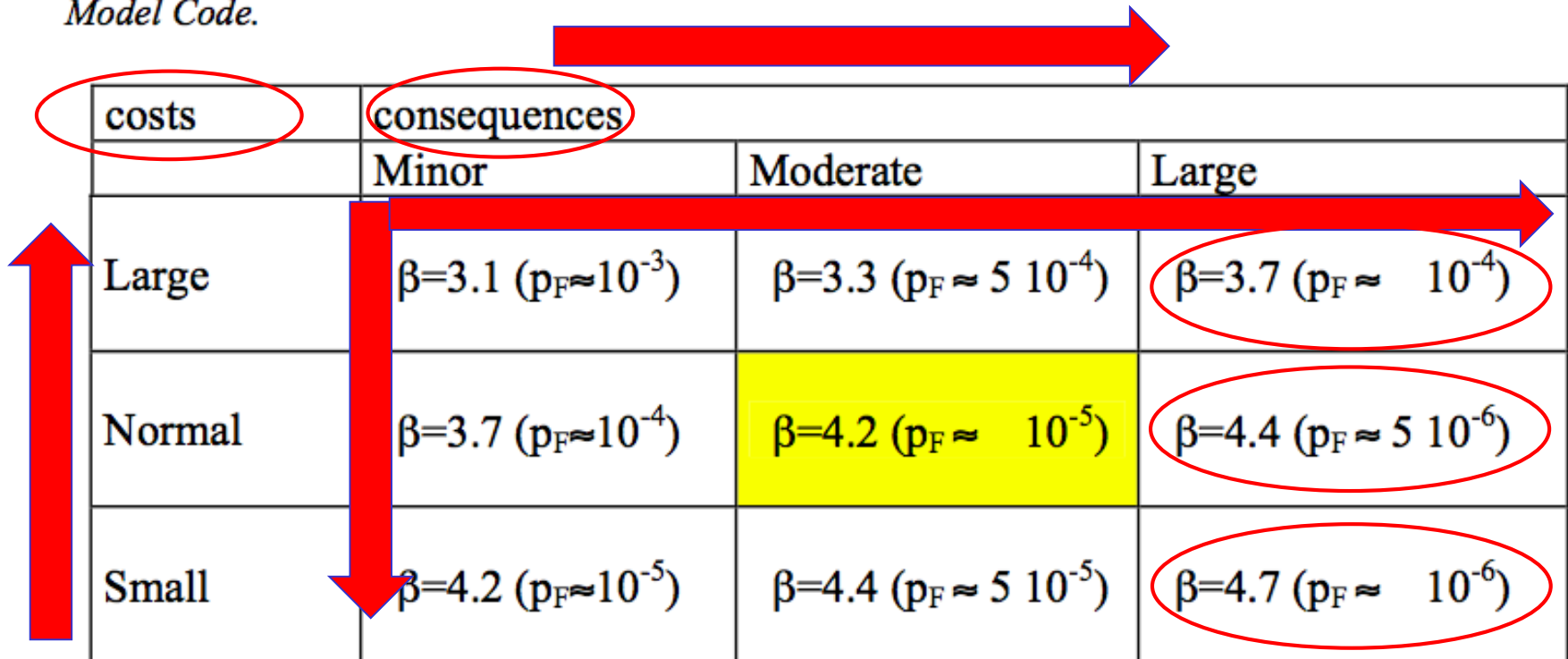
Reliability Based Code calibration The use of the JCSS Probabilistic Model Code.

*Joint Committee of Structural Safety
Workshop on Code Calibration, March 21/22, Zurich*

Ton Vrouwenvelder
TNO Bouw / TU Delft, The Netherlands

2.B CAP. 2 – sicurezza – CONFRONTO INTERNAZIONALE

Table 1: Target reliabilities β for a one year reference period according to the JCSS Probabilistic Model Code.



costs	consequences		
	Minor	Moderate	Large
Large	$\beta=3.1$ ($p_F \approx 10^{-3}$)	$\beta=3.3$ ($p_F \approx 5 \cdot 10^{-4}$)	$\beta=3.7$ ($p_F \approx 10^{-4}$)
Normal	$\beta=3.7$ ($p_F \approx 10^{-4}$)	$\beta=4.2$ ($p_F \approx 10^{-5}$)	$\beta=4.4$ ($p_F \approx 5 \cdot 10^{-6}$)
Small	$\beta=4.2$ ($p_F \approx 10^{-5}$)	$\beta=4.4$ ($p_F \approx 5 \cdot 10^{-5}$)	$\beta=4.7$ ($p_F \approx 10^{-6}$)

2.B CAP. 2 – sicurezza – CONFRONTO INTERNAZIONALE

QUALE DOVREBBE ESSERE OBIETTIVO DI SICUREZZA PER LE STRUTTURE ESISTENTI ? RISPOSTA DIPENDE ANCHE DA DECISIONI TECNICHE E POLITICHE

Table 2: Target reliabilities β for a one year reference period as mentioned in a number of national and international codes (according to an inquiry by IABSE Working Commisison 1)

	3.1				3.5				4.0				4.5				5.0			
Argentina	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Canada	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X								
China	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X										
Denmark							X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
Estonia											X									
Germany											X									
Holland						X	X	X	X	X	X									
South Africa				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
Spain											X									
Sweden							X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
UK																	X			
USA									X											

>MEDIA PAESI ($P_f = 10^{-5}$)

>JCSS

ITALIA ; NUOVO

2.B CAP. 2 – sicurezza – CONFRONTO INTERNAZIONALE

QUALE DOVREBBE ESSERE OBIETTIVO DI SICUREZZA PER LE STRUTTURE ESISTENTI ? RISPOSTA DIPENDE DA DECISIONI TECNICHE E POLITICHE

SE SICUREZZA OBIETTIVO (TAB. 1 JCSS) DIPENDE ANCHE DAL COSTO PER OTTENERLA, E' RAGIONEVOLE ACCETTARE SICUREZZA INFERIORE SU STRUTTURE ESISTENTI

STRUTTURE ESISTENTI, IN QUANTO TALI, POSSONO ESSERE (IN TEORIA!) CONOSCIUTE ANCHE MEGLIO DI QUELLE DA PROGETTARE

CAP. 2 – SICUREZZA

CENNO ALLA SITUAZIONE ITALIANA PER LE COSTRUZIONI ESISTENTI (EDIFICI)

3 CAP. 2 – sicurezza – SITUAZIONE ITALIANA E COSTRUZIONI ESISTENTI

LO STATO DI FATTO DEGLI EDIFICI ESISTENTI IN ITALIA

3 CAP. 2 – sicurezza – SITUAZIONE ITALIANA E COSTRUZIONI ESISTENTI

- A titolo esemplificativo riportiamo rilevazioni **Istat del 1991**, attraverso le quali si evidenzia il peso notevole degli **edifici** in c.a. sul numero di abitazioni complessivo. Circa 13 milioni di abitazioni hanno struttura portante in c.a., mentre le abitazioni con struttura portante in muratura sono pari a circa 10 milioni.
- Dal 1991, la situazione è rimasta simile. Situazione analoga per strutture diverse dagli edifici

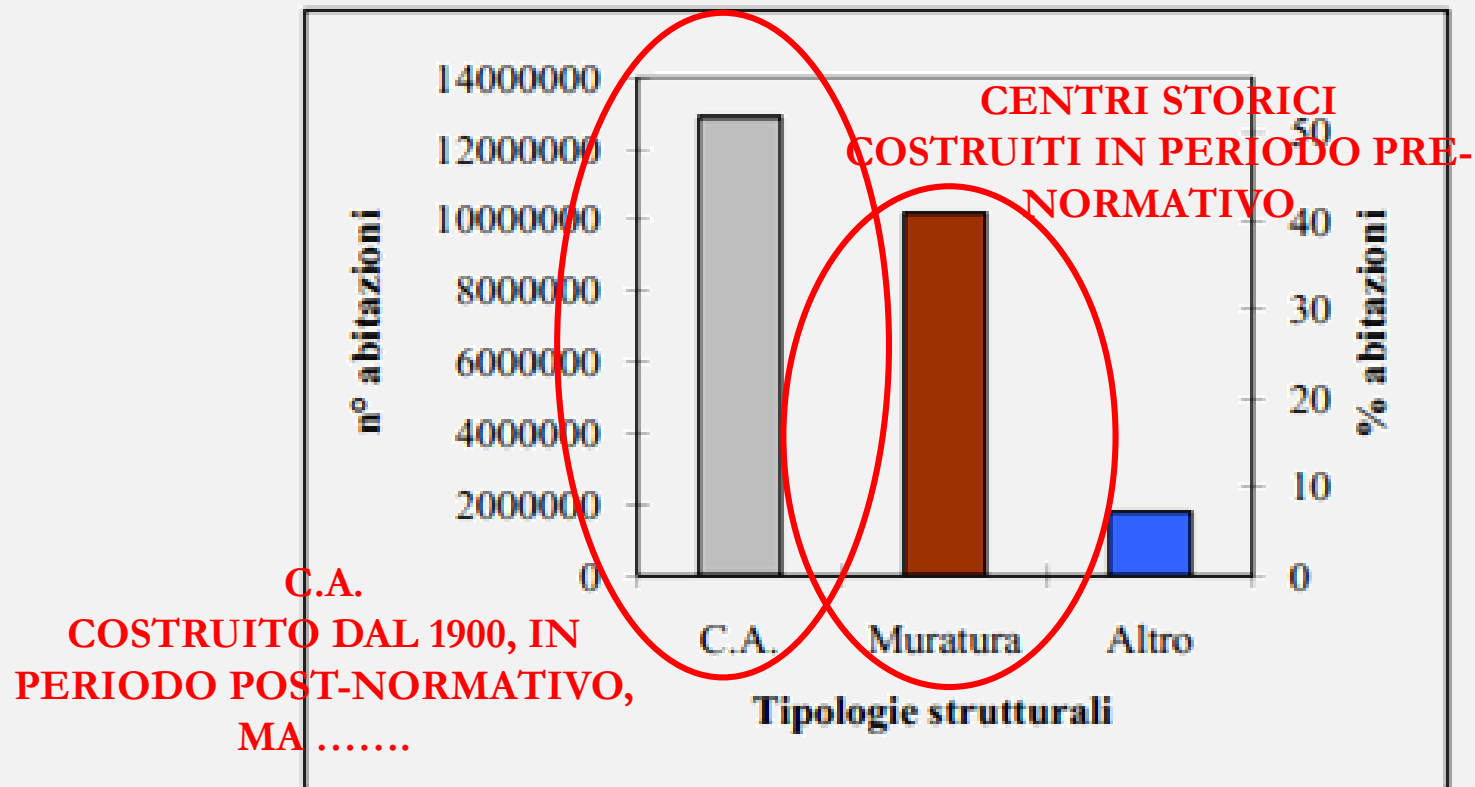


Figura 1.1. Suddivisione delle abitazioni in funzione della tipologia costruttiva

3 CAP. 2 – sicurezza – SITUAZIONE ITALIANA E COSTRUZIONI ESISTENTI

- La Figura 1.2 mostra come circa 8.5 milioni di abitazioni, pari al 60% alle costruzioni in c.a., siano state realizzate in epoche in cui la normativa di riferimento era il R.D. del 1939

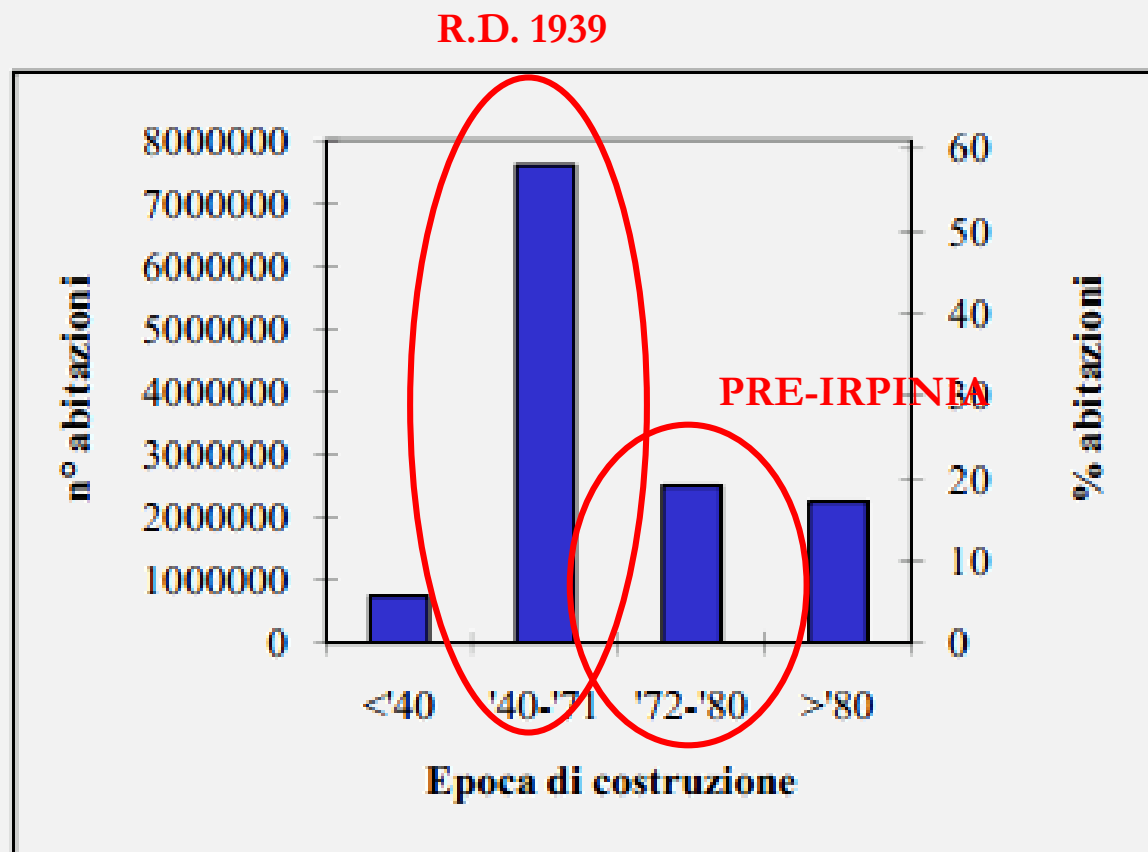


Figura 1.2. Epoca di realizzazione delle strutture in c.a.

3 CAP. 2 – sicurezza – SITUAZIONE ITALIANA E COSTRUZIONI ESISTENTI

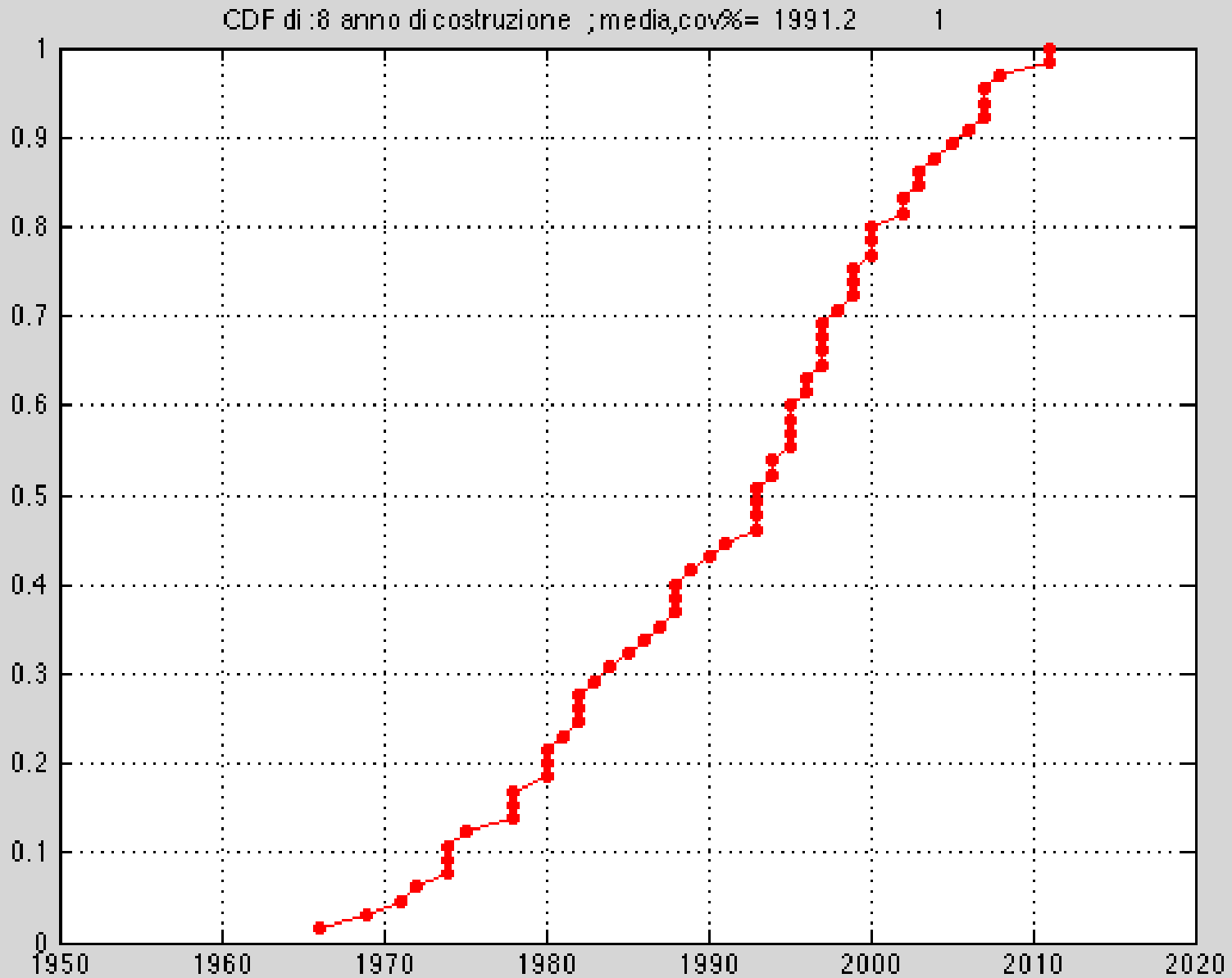
LA MAGGIORANZA DELLE STRUTTURE PRESENTI SUL
NOSTRO TERRITORIO SONO STATE PROGETTATE CON
NORME ANTIQUATE O SENZA NORME TECNICHE

QUESTO E' VERO SOPRATTUTTO PER LE AZIONI SISMICHE

3 CAP. 2 – sicurezza – SITUAZIONE ITALIANA E COSTRUZIONI ESISTENTI

ANNO DI COSTRUZIONE DEGLI
EDIFICI INDUSTRIALI
IN
ITALIA

BANCA DATI SUI DANNI SU CIRCA 100 STRUTTURE INDUSTRIALI IN EMILIA



4.

CAP. 3 (AZIONI)

CONTENUTO E DIFFERENZE 08 – 18?

4 CAP. 3 – azioni

3	AZIONI SULLE COSTRUZIONI.....
3.1	OPERE CIVILI E INDUSTRIALI
3.1.1	GENERALITÀ.....
3.1.2	Pesi propri dei materiali strutturali
3.1.3	Carichi permanenti non strutturali
3.1.4	Carichi variabili
3.2	AZIONE SISMICA.....
3.2.1	Stati limite e relative probabilità di superamento.....
3.2.2	Categorie di sottosuolo e condizioni topografiche
3.2.3	Valutazione dell'azione sismica
3.2.4	Combinazione dell'azione sismica con le altre azioni
3.2.5	Effetti della variabilità spaziale del moto
3.3	AZIONI DEL VENTO
3.3.1	Generalità
3.3.2	Velocità di riferimento
3.3.3	Azioni statiche equivalenti
3.3.4	Pressione del vento
3.3.5	Azione tangenziale del vento
3.3.6	Pressione cinetica di riferimento
3.3.7	Coefficiente di esposizione
3.3.8	Coefficiente dinamico
3.3.9	Particolari precauzioni progettuali
3.4	AZIONI DELLA NEVE
3.4.1	Carico neve
3.4.2	Valore caratteristico del carico neve al suolo
3.4.3	Coefficiente di esposizione
3.4.4	Coefficiente termico
3.4.5	Carico neve sulle coperture
3.5	AZIONI DELLA TEMPERATURA
3.5.1	Generalità
3.5.2	Temperatura dell'aria esterna
3.5.3	Temperatura dell'aria interna
3.5.4	Distribuzione della temperatura negli elementi strutturali.....
3.5.5	Azioni termiche sugli edifici.....
3.5.6	Particolari precauzioni nel progetto di strutture soggette ad azioni termiche speciali....
3.5.7	Effetti delle azioni termiche
3.6	AZIONI ECCEZIONALI
3.6.1	Incendio
3.6.2	Esplosioni
3.6.3	Urti.....

SOVRACCARICHI VERT./ORIZZ.

RIFORMULAZIONE CAT. SOTTOS.

RIFORMULAZIONE IN FUNZIONE DELLA GEOGRAFIA

AGGIORNAMENTI

4 CAP. 3 – azioni - Qk

3.1.4.1 SOVRACCARICHI VERTICALI UNIFORMEMENTE DISTRIBUITI

Analogamente ai carichi permanenti non strutturali definiti al § 3.1.3 ed in linea di massima, in presenza di orizzontamenti anche con orditura unidirezionale ma con capacità di ripartizione trasversale, i sovraccarichi potranno assumersi, per la verifica d'insieme, come uniformemente ripartiti. In caso contrario, occorre valutarne le effettive distribuzioni.

Per le categorie d'uso A, B, C, D, H e I, i sovraccarichi verticali distribuiti che agiscono su di singolo elemento strutturale facente parte di un orizzontamento (ad esempio una trave), possono essere ridotti in base all'estensione dell'area di influenza A [m²] di competenza dell'elemento stesso. Il coefficiente riduttivo α_A è dato da

$$\alpha_A = \frac{5}{7}\psi_0 + \frac{10}{A} \leq 1,0$$

[3.1.1]

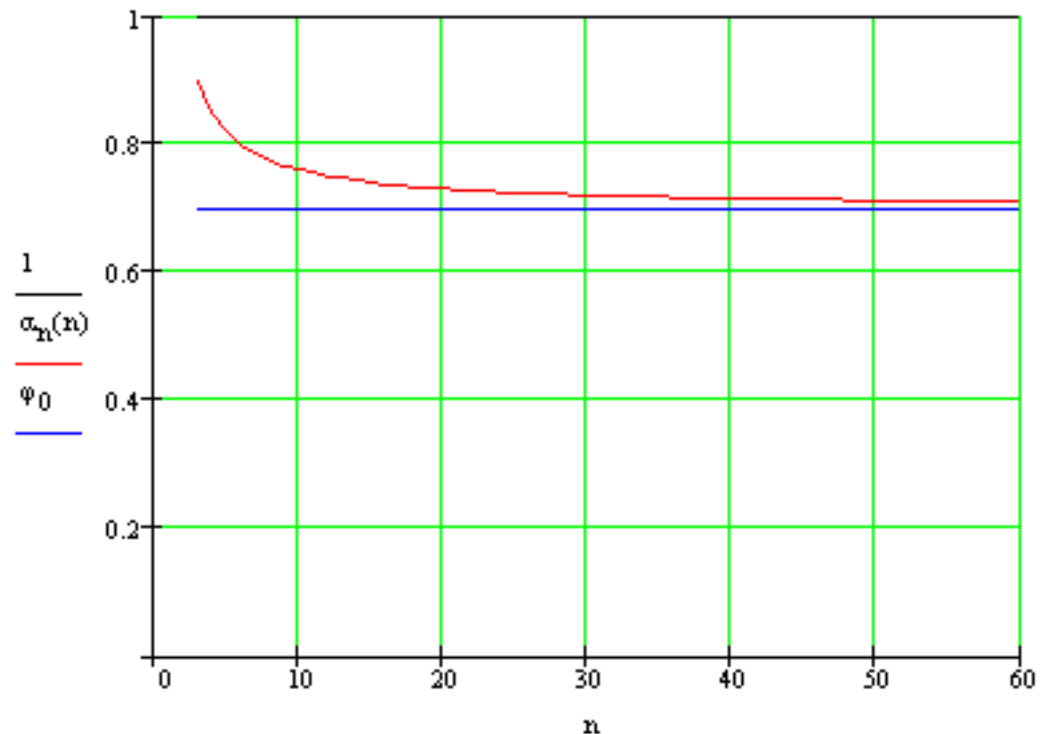
essendo ψ_0 il coefficiente di combinazione (Tab. 2.5.I)

Analogamente, per le sole categorie d'uso da A a D, carichi agenti su membrature verticali, tra i quali pilastri, possono essere ridotti in funzione del numero di piani caricati n

$$\alpha_n = \frac{2 + (n - 2)\psi_0}{n}$$

I due coefficienti riduttivi α_A e α_n non possono essere

NON CONTEMPORANEITA' SOVRACCARICHI (t ; Aa)
P(t* ; Ainfluenza = Aa) è bassa



4 CAP. 3 – azioni - vento

3.3.10. AVVERTENZE PROGETTUALI

Le azioni del vento sui ponti lunghi, sugli edifici alti e più in generale sulle costruzioni di grandi dimensioni o di forma non simmetrica, possono dare luogo a forze trasversali alla direzione del vento e a momenti torcenti di notevoli intensità. Tali azioni possono essere ulteriormente amplificate dalla risposta dinamica della struttura.

Agli ultimi piani degli edifici alti, le azioni del vento possono causare oscillazioni (soprattutto accelerazioni di piano) le cui conseguenze variano, nei riguardi degli occupanti, dalla non percezione sino al fastidio e, in alcuni casi, all'intollerabilità fisiologica.

Per strutture o elementi strutturali snelli di forma cilindrica, quali ciminiere, ~~pali di illuminazione~~, torri di telecomunicazioni o singoli elementi di carpenteria si deve tenere conto degli effetti dinamici ~~indotti di risonanza dovuti~~ al distacco alternato dei vortici dal corpo investito dal vento. Tali effetti possono essere particolarmente severi quando la frequenza di distacco dei vortici uguaglia una frequenza propria della struttura, dando luogo a un fenomeno di risonanza. In questa situazione le vibrazioni sono tanto maggiori quanto più la struttura è leggera e poco smorzata. L'occorrenza di fenomeni di risonanza in corrispondenza di velocità del vento relativamente piccole e quindi frequenti richiede particolari attenzioni ~~possono risultare particolarmente gravosi~~ nei riguardi della fatica.

Per strutture particolarmente deformabili, leggere e poco smorzate, l'interazione del vento con la struttura può dare luogo ad azioni aeroelastiche, i cui effetti ~~modificano~~ le frequenze proprie e/o lo smorzamento della struttura sino a causare fenomeni di instabilità, fra i quali il galoppo, la divergenza torsionale ed il flutter. Il galoppo è tipico di cavi ghiacciati o percorsi da rivoli d'acqua, di elementi di carpenteria e più in generale di elementi strutturali di forma non circolare. La divergenza torsionale è tipica ~~di cartelloni pubblicitari e più~~ in generale di lastre molto sottili. Il flutter è tipico di ponti sospesi o strallati o di profili alari.

Per strutture o elementi strutturali ravvicinati e di analoga forma, ad esempio edifici alti, serbatoi, torri di refrigerazione, ponti, ciminiere, cavi, elementi di carpenteria e tubi, possono manifestarsi fenomeni di interferenza tali da modificare gli effetti che il vento causerebbe se agisse sulle stesse strutture o elementi strutturali isolati. Tali effetti possono incrementare le azioni statiche, dinamiche e aeroelastiche del vento in modo estremamente severo.

In tutti i casi sopra citati si raccomanda di fare ricorso a dati suffragati da opportuna documentazione, o ricavati per mezzo di metodi analitici, numerici e/o sperimentali adeguatamente comprovati. ~~A tale proposito può farsi utile riferimento al documento CNR-DT-207/2008.~~

4 CAP. 3 – azioni - neve

Zona II

Arezzo, Ascoli Piceno, **Avellino**, Bari, Barletta-Andria-Trani, **Benevento**, Campobasso, Chieti, Fermo, Ferrara, Firenze, Foggia, **Frosinone**, Genova, Gorizia, Imperia, Isernia, **L'Aquila**, La Spezia, Lucca, Macerata, Mantova, Massa Carrara, Padova, Perugia, Pescara, Pistoia, Prato, **Rieti**, Rovigo, Savona, Teramo, Trieste, Venezia, Verona:

$$q_{sk} = 1,00 \text{ kN/m}^2 \quad a_s \leq 200 \text{ m}$$

$$q_{sk} = 0,85 [1 + (a_s/481)^2] \text{ kN/m}^2 \quad a_s > 200 \text{ m}$$

[3.4.4]

Zona III

Agrigento, **Avellino**, **Benevento**, Brindisi, Cagliari, Caltanissetta, Carbonia-Iglesias, Caserta, Catania, Catanzaro, Cosenza, Crotone, Enna, **Frosinone**, Grosseto, **L'Aquila**, Latina, Lecce, Livorno, Matera, Medio Campidano, Messina, Napoli, Nuoro, Ogliastro, Olbia-Tempio, Oristano, Palermo, Pisa, Potenza, Ragusa, Reggio Calabria, **Rieti**, Roma, Salerno, Sassari, Siena, Siracusa, Taranto, Terni, Trapani, Vibo Valentia, Viterbo:

$$q_{sk} = 0,60 \text{ kN/m}^2 \quad a_s \leq 200 \text{ m}$$

$$q_{sk} = 0,51 [1 + (a_s/481)^2] \text{ kN/m}^2 \quad a_s > 200 \text{ m}$$

[3.4.5]

Per altitudini superiori a 1500 m sul livello del mare si dovrà fare riferimento alle condizioni locali di clima e di esposizione utilizzando comunque valori di carico neve non inferiori a quelli previsti per 1500 m.

Per un'opera di nuova realizzazione in fase di costruzione o per le fasi transitorie relative ad interventi sulle costruzioni esistenti, il periodo di ritorno dell'azione potrà essere ridotto come di seguito specificato:

- per fasi di costruzione o fasi transitorie con durata prevista in sede di progetto non superiore a tre mesi, si assumerà $T_R \geq 5$ anni;
- per fasi di costruzione o fasi transitorie con durata prevista in sede di progetto compresa fra tre mesi e un anno, si assumerà $T_R \geq 10$ anni.

4 CAP. 3 – azioni - temperatura

3.5.2. TEMPERATURA DELL'ARIA ESTERNA

La temperatura dell'aria esterna, T_{est} , può assumere il valore T_{max} o T_{min} , definite rispettivamente come temperatura massima estiva e minima invernale dell'aria nel sito della costruzione, con riferimento ad un periodo di ritorno di 50 anni.

Per un'opera di nuova realizzazione in fase di costruzione o per le fasi transitorie relative ad interventi sulle costruzioni esistenti, il periodo di ritorno dell'azione potrà essere ridotto come di seguito specificato:

- per fasi di costruzione o fasi transitorie con durata prevista in sede di progetto non superiore a tre mesi, si assumerà $T_R \geq 5$ anni;
- per fasi di costruzione o fasi transitorie con durata prevista in sede di progetto compresa fra tre mesi d un anno, si assumerà $T_R \geq 10$ anni;

In mancanza di adeguate indagini statistiche basate su dati specifici relativi al sito in esame, T_{max} o T_{min} dovranno essere calcolati in base alle espressioni riportate nel seguito, per le varie zone indicate nella Fig. 3.5.1. Tale zonazione non tiene conto di aspetti specifici e locali che, se necessario, dovranno essere definiti singolarmente.



Fig. 3.5.1 – Zone della temperatura dell'aria esterna.

4 CAP. 3 – azioni - temperatura

Nelle espressioni seguenti, $T_{\max}$ o $T_{\min}$ sono espressi in °C; l'altitudine di riferimento a_s (espressa in m) è la quota del suolo sul livello del mare nel sito dove è realizzata la costruzione.

Zona I

Valle d'Aosta, Piemonte, Lombardia, Trentino-Alto Adige, Veneto, Friuli-Venezia Giulia, Emilia Romagna:

$$T_{\min} = -15 - 4 \cdot a_s / 1000 \quad [3.5.1]$$

$$T_{\max} = 42 - 6 \cdot a_s / 1000 \quad [3.5.2]$$

Zona II

Liguria, Toscana, Umbria, Lazio, Sardegna, Campania, Basilicata:

$$T_{\min} = -8 - 6 \cdot a_s / 1000 \quad [3.5.3]$$

$$T_{\max} = 42 - 2 \cdot a_s / 1000 \quad [3.5.4]$$

Zona III

Marche, Abruzzo, Molise, Puglia:

$$T_{\min} = -8 - 7 \cdot a_s / 1000 \quad [3.5.5]$$

$$T_{\max} = 42 - 0.3 \cdot a_s / 1000 \quad [3.5.6]$$

Zona IV

Calabria, Sicilia:

$$T_{\min} = -2 - 9 \cdot a_s / 1000 \quad [3.5.7]$$

$$T_{\max} = 42 - 2 \cdot a_s / 1000 \quad [3.5.8]$$

4 CAP. 3 – azioni – imbarcazioni ed aeromobili

3.6.3.5 Urti di imbarcazioni

Nelle verifiche si possono considerare agenti, non simultaneamente, due azioni nelle direzioni parallela (F_{dx}) e ortogonale (F_{dy}) alla direzione del moto dell'imbarcazione, con:

$$F_{dy} = 0,50 F_{dx} \quad (3.6.10)$$

L'azione tangenziale dovuta all'attrito, F_R , agente simultaneamente alla forza F_{dx} , vale:

$$F_R = 0,40 F_{dx} \quad (3.6.11)$$

45

NTC08

In assenza di determinazioni più accurate e trascurando la capacità dissipativa della struttura, le forze statiche equivalenti per imbarcazioni marittime possono essere dedotte dalla Tab. 3.6.VI.

Tabella 3.6.IV – Forze statiche equivalenti agli urti di imbarcazioni

Classe imbarcazione	Lunghezza [m]	Massa a pieno carico [t]	Forza F_{dx} [kN]
Piccola	50	3.000	30.000
Media	100	10.000	80.000
Grande	200	40.000	240.000
Molto grande	300	100.000	460.000

Valori relativi ad imbarcazioni di massa diversa possono essere ricavati mediante interpolazione lineare.

Nei porti le forze di collisione possono essere ridotte del 50 %.

Il punto di impatto dipende dalla geometria della struttura e dalle dimensioni dell'imbarcazione.

Detta L la lunghezza della imbarcazione, il punto di impatto più sfavorevole può essere preso nell'intervallo compreso fra 0,05 L sotto e 0,05 L sopra il livello dell'acqua assunto in sede di progetto. L'area di impatto è di 0,05 L in verticale per 0,1 L in orizzontale, a meno che l'elemento strutturale non sia più piccolo.

Per le imbarcazioni naviganti in acque interne, le forze statiche equivalenti possono essere ricavate sulla base di studi di comprovata validità.

3.6.3.6 Urti di elicotteri

Se in progetto è previsto il possibile atterraggio di elicotteri sulla copertura della costruzione, si deve considerare una azione eccezionale per gli atterraggi di emergenza.

La forza statica verticale equivalente di progetto, espressa in kN, è uguale a

$$F_d = 100\sqrt{m} \quad (3.6.12)$$

dove m è la massa, in tonnellate, dell'aeromobile.

Si deve considerare che le azioni dell'urto possono agire su ogni parte dell'area di atterraggio come anche sulla struttura del tetto ad almeno una distanza di 7 m dai limiti dell'area di atterraggio. L'area di impatto può essere assunta pari a 2 m × 2 m.

NTC14

3.6.3.5 URTI DI IMBARCAZIONI ED AEROMOBILI

Le azioni derivanti da urti di imbarcazioni ed aeromobili vanno valutate sulla base delle indicazioni riportate in **documenti di comprovata validità, di cui al Cap. 12.**

e.g. norme **ASHTO**

Stante l'estrema variabilità delle azioni, velocità ed effetti dinamici del fenomeno fisico

CAP. 3 e 8 AZIONE SISMICA E COSTRUZIONI ESISTENTI

5 CAP. 3 e 8 – azione sismica e strutture esistenti

8.3 VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA

.....

La valutazione della sicurezza e la progettazione degli interventi sulle costruzioni **esistenti** potranno essere eseguite con riferimento ai **solì SLU**, salvo che per le costruzioni in classe d'uso IV, per le quali sono richieste anche le verifiche agli SLE specificate al § 7.3.6; in quest'ultimo caso potranno essere adottati livelli prestazionali ridotti.

Per la combinazione sismica le verifiche agli **SLU** possono essere eseguite rispetto alla condizione di salvaguardia della vita umana (**SLV**) o, in alternativa, alla condizione di collasso (**SLC**), secondo quanto specificato al § 7.3.6

Nelle verifiche rispetto alle azioni sismiche il livello di **sicurezza** della costruzione è quantificato attraverso il **rapporto ζ_E** tra **l'azione sismica massima sopportabile dalla struttura e l'azione sismica massima che si utilizzerebbe nel progetto di una nuova costruzione**; l'entità delle altre azioni contemporaneamente presenti è la stessa assunta per le nuove costruzioni, salvo quanto emerso sui carichi verticali permanenti a seguito delle indagini condotte (di cui al § 8.5.5) e salvo l'eventuale adozione di appositi **provvedimenti restrittivi** sull'uso e, conseguentemente, sui **carichi verticali variabili**.

La restrizione sull'uso può mutare da porzione a porzione della costruzione e, per l'i-esima porzione, è quantificata attraverso il rapporto **$\zeta_{V,i}$** tra il valore massimo del **sovraccarico variabile verticale sopportabile da quella parte della costruzione** e il valore del **sovraccarico verticale variabile che si utilizzerebbe nel progetto di una nuova costruzione**.

5 CAP. 3 e 8 – azione sismica e strutture esistenti

$$\zeta_E := \frac{s_{\max}}{\frac{s_e(T)}{q}} \quad \blacksquare$$

$$\zeta_{V_i} := \frac{Q_{\max_i}}{Q_k} \quad \blacksquare$$

5 CAP. 3 e 8 – azione sismica e strutture esistenti

8.4.3. INTERVENTO DI ADEGUAMENTO

L'intervento di adeguamento della costruzione è obbligatorio quando si intenda:

- a) **sopraelevare** la costruzione; b) **ampliare** la costruzione mediante opere ad essa strutturalmente connesse e tali da alterarne significativamente la risposta;
- c) apportare **variazioni di classe e/o di destinazione d'uso** che comportino incrementi dei carichi globali verticali in fondazione, valutati secondo la combinazione caratteristica per carichi gravitazionali di cui alla Equazione 2.5.2, superiori al 10%. ...;
- d) effettuare interventi strutturali volti a **trasformare la costruzione** mediante un insieme sistematico di opere; e) introdurre sistemi di controllo della risposta sismica...

Nei casi a), b) e d), per la verifica della struttura $\zeta_E=1,0$.

Nel caso c) si può assumere **$\zeta_E=0,80$** .

5 CAP. 3 e 8 – azione sismica e strutture esistenti - ADEGUAMENTO

$$\zeta_{E_C} = \frac{S_{MAX}}{\frac{S_E(T)}{q}} = 0.8 \quad \blacksquare$$

CAP. 2, 3 e 8

IMPLICAZIONI IN TERMINI DI

SICUREZZA

6. CAPP. 2, 3 e 8 – azione sismica e strutture esistenti – costi economici e sociali

COSTI ECONOMICI E SOCIALI

6. CAPP. 2, 3 e 8 – azione sismica e strutture esistenti – costi economici e sociali

I COSTI DIRETTI DI TERREMOTI IMPORTANTI SONO DELL'ORDINE DI PUNTI PERCENTUALI DI PIL

I COSTI INDIRETTI (e.g. business interruption) SONO DELLO STESSO ORDINE DI GRANDEZZA

I RISCHI SONO ELEVATI (grandi somme coinvolte) E SOPRATTUTTO

CONCENTRATI NEL TEMPO E NELLO SPAZIO

(lo stesso danno ha conseguenze diversissime se è “spalmato” su una comunità grande e su un periodo di tempo lungo OPPURE su una comunità piccola e su un periodo di tempo breve).

6. CAPP. 2, 3 e 8 – azione sismica e strutture esistenti – costi economici e sociali

702

C. Nuti, I. Vanzi / *Engineering Structures* 25 (2003) 701–711

Table 1
Damages expressed in monetary values for some past earthquakes^a

Country	Earthquake	Year	Costs (1995 billion US\$)	Costs/gdp (%)
Japan	Great Hanshin	1995	110	2.3
California, USA	Northridge	1994	20	2.4
California, USA	Loma Prieta	1989	7.1	0.9

^a For Northridge and Loma Prieta, the gdp considered is the one of the State of California. In the costs/gdp ratio, costs and gdp are both relative to the year of the earthquake occurrence.

1% PIL ITA=15 miliardi euro

FONTI:
LETTERATURA SCIENTIFICA ;
ECONOMIST ; SOLE24ORE

I finanziamenti statali per i principali terremoti

Importi in milioni di euro

	Importo finanziamenti a prezzi 2011	Periodo di riferimento	Morti	Senza tetto
Valle del Belice - 1968	8.801	1968-2018	370	70.000
Friuli Venezia Giulia - 1976	17.776	1976-2006	989	45.000
Irpinia - 1980	49.882	1980-2023	2.914	280.000
Marche-Umbria 1997	12.909	1997-2024	11	32.000
Molise e Puglia - 2002	1.713	2002-2023	30	5.700
Abruzzo - 2009	9.809	2009-2033	308	67.500
Emilia Romagna, Lombardia e Veneto - 2012	9.131	2012-2026	27	15.000
Totale	110.012	1968-2033	4.649	515.200

6. CAPP. 2, 3 e 8 – azione sismica e strutture esistenti – costi economici e sociali

I COSTI DIRETTI E INDIRETTI DI TERREMOTI IMPORTANTI SONO ALTI

IL COSTO DEGLI INTERVENTI DI MIGLIORAMENTO O ADEGUAMENTO SISMICO E' ALTO (SE SI PRIVILEGIA LA CONSERVAZIONE) E PROPORZIONALE AL LIVELLO DI SICUREZZA RAGGIUNTO

IN UN MONDO DI RISORSE INFINITE SI POTREBBERO ADEGUARE TUTTE LE STRUTTURE ALLA SICUREZZA DESIDERATA

**IN UN MONDO DI RISORSE FINITE SI DEVE TROVARE UN PUNTO DI OTTIMO (OVVERO UN COMPROMESSO)
TRA IL NUMERO DELLE STRUTTURE ESISTENTI SU CUI SI INTERVIENE E LA SICUREZZA RAGGIUNTA**

6. CAPP. 2, 3 e 8 – azione sismica e strutture esistenti - pericolosità

PERICOLOSITA' SISMICA ITALIANA: PARAMETRI NTC08=NTC14

6. CAPP. 2, 3 e 8 – azione sismica e strutture esistenti - pericolosità

RISCHIO (SISMICO)

probabilità di osservare almeno un sinistro (*probability of failure*) in **T**= periodo di osservazione, con riferimento allo stato limite **s**.

I passaggi logico – matematici per il calcolo del rischio sismico $P_{f_s}(T)$ sono:

(1) **pericolosità** sismica (ovvero definizione probabilistica dell'azione); **non** dipende dalla struttura

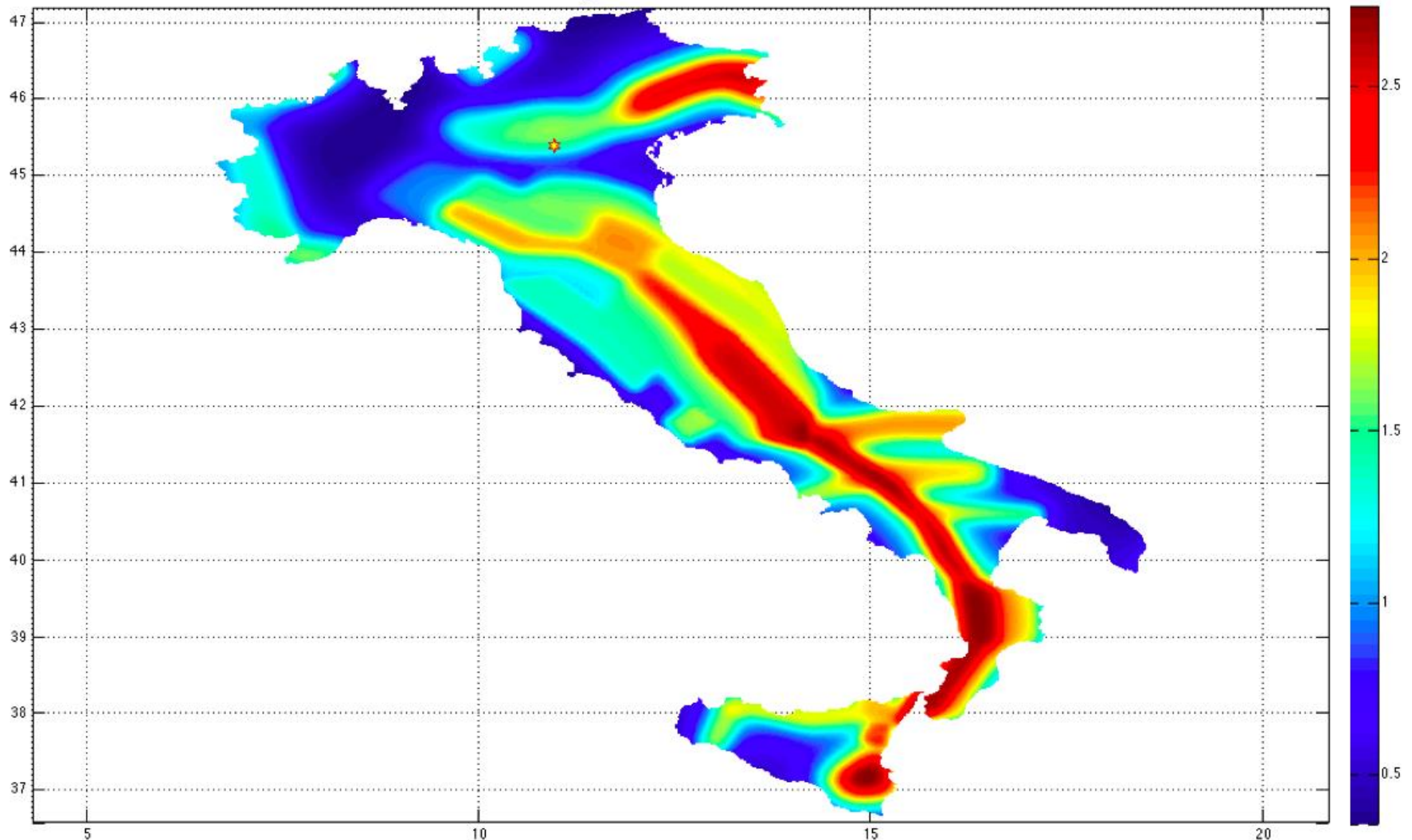
(2) **fragilità** strutturale associata al tipo di SL (ovvero definizione, deterministica o probabilistica, della resistenza strutturale); **non** dipende dall'azione

(3) calcolo del **rischio** sismico (che si ottiene integrando la pericolosità e la fragilità con operazione matematica detta convoluzione).

6. CAPP. 2, 3 e 8 – azione sismica e strutture esistenti - pericolosità

1. PERICOLOSITA' E RISCHIO SISMICO : CENNI RIEPILOGATIVI PER L'ITALIA. ag, $T_r=475$ anni , suolo A

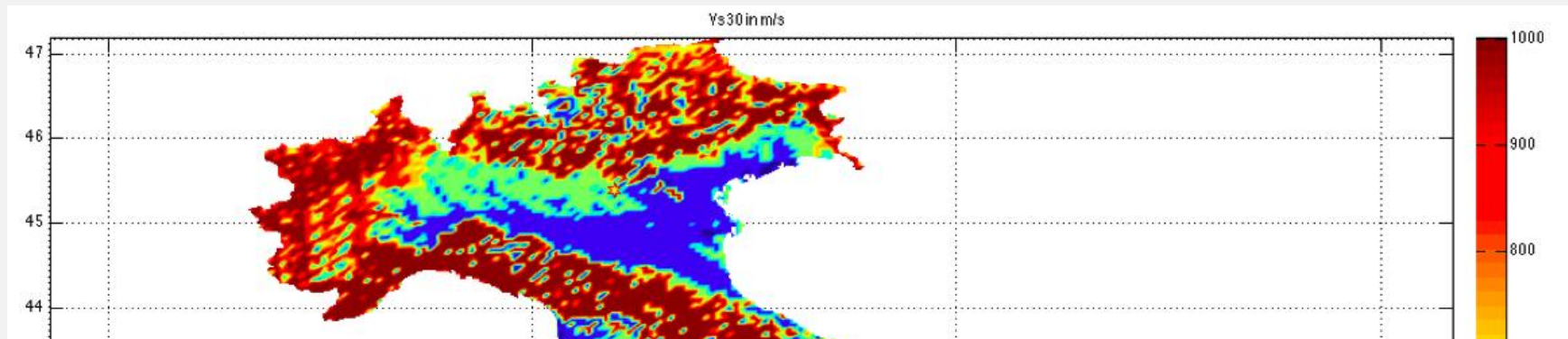
ag suolo A $T_r=475$ anni in m/s/s



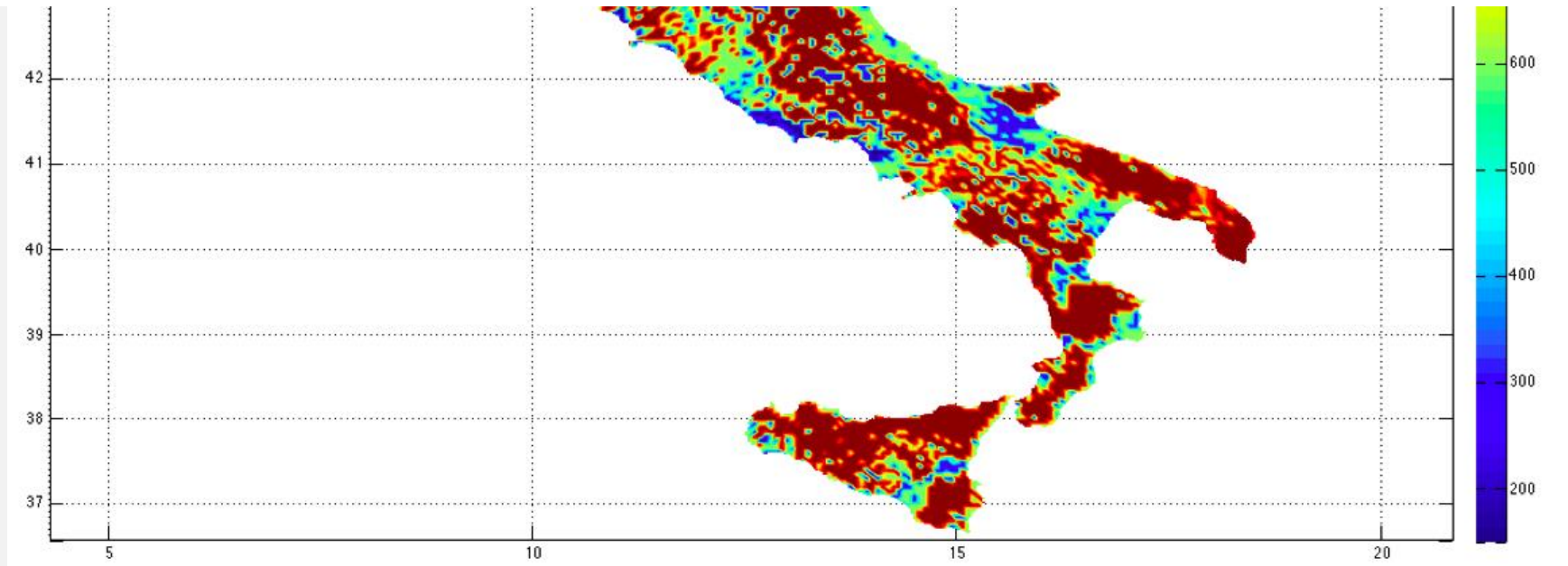
6. CAPP. 2, 3 e 8 – azione sismica e strutture esistenti - pericolosità

1. PERICOLOSITA' E RISCHIO SISMICO : CENNI RIEPILOGATIVI PER L'ITALIA.

V_{s30} (m/s)



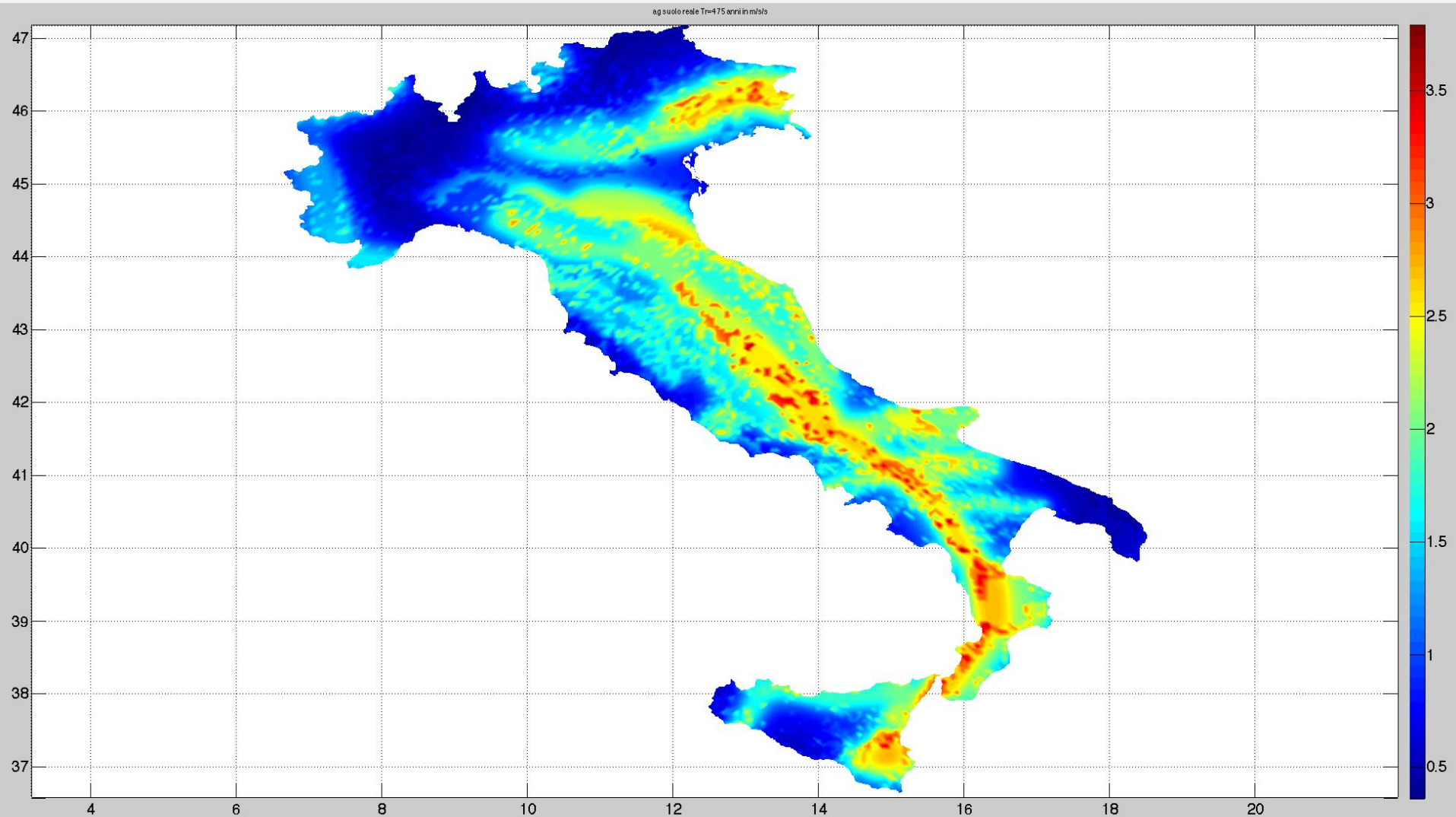
TOPOGRAFIA E USGS



6. CAPP. 2, 3 e 8 – azione sismica e strutture esistenti - pericolosità

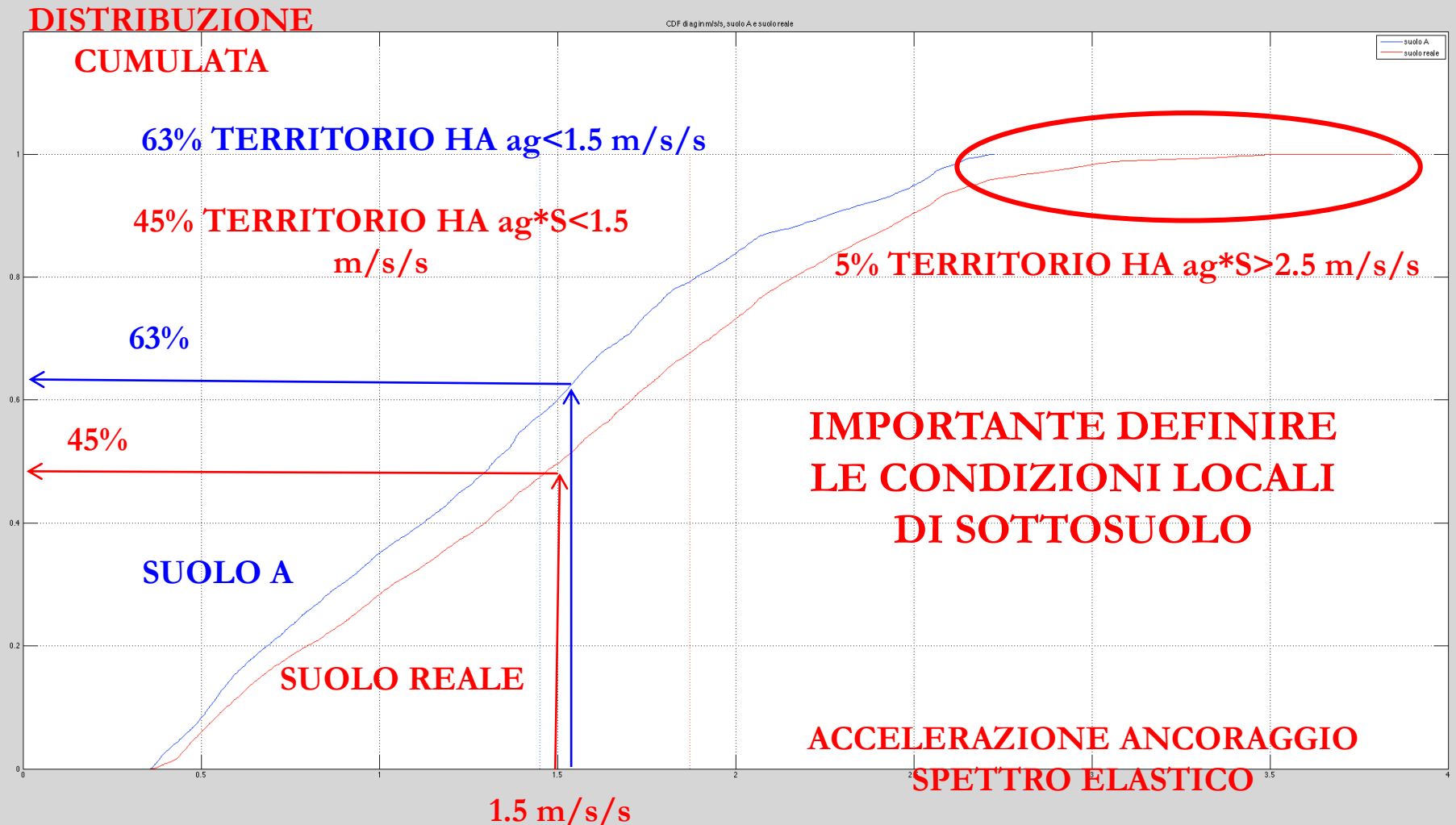
1. PERICOLOSITA' E RISCHIO SISMICO : CENNI RIEPILOGATIVI PER L'ITALIA.

S^*_{ag} (Tr=475 anni)



6. CAPP. 2, 3 e 8 – azione sismica e strutture esistenti - pericolosità

DISTRIBUZIONE DI a_g E $S \cdot a_g$ PER $T_r=475$ anni

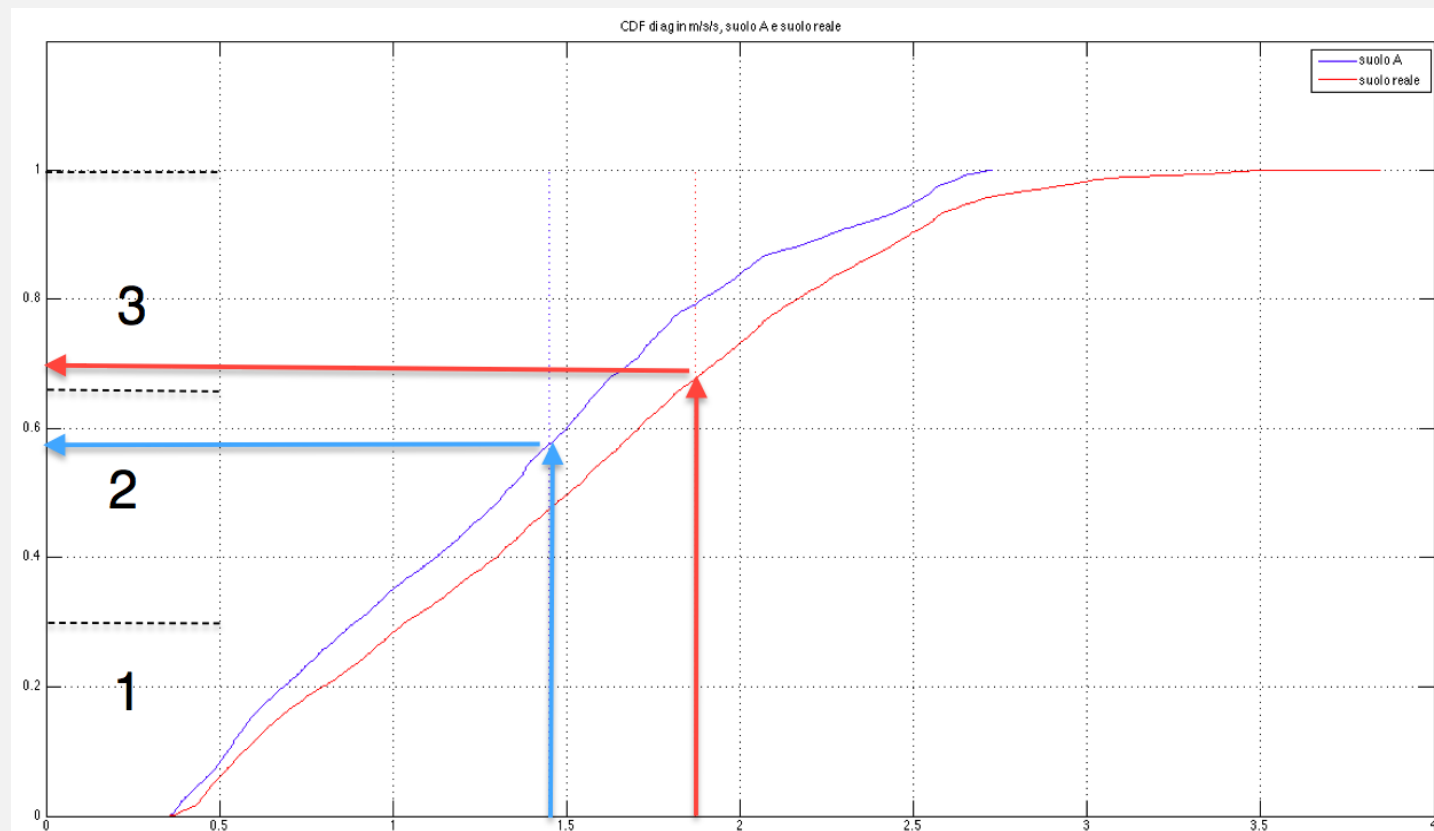


6. CAPP. 2, 3 e 8 – azione sismica e strutture esistenti - pericolosità

1. PERICOLOSITA' E RISCHIO SISMICO : CENNI RIEPILOGATIVI PER L'ITALIA.

Suddivisione in classi omogenee di pericolosità (esempio con $T_r = 475$ anni)

categoria	percentile (frattile)	descrizione pericolosità e colore associato	accelerazioni ag corrispondenti (m/s/s)
1	0-33	bassa	0 - 1.2
2	33-66	media	1.2 - 1.8
3	66-100	alta	1.8 - 3.8



6. CAPP. 2, 3 e 8 – azione sismica e strutture esistenti - pericolosità

**PERICOLOSITA' SISMICA
ITALIANA:
MODELLO NTC08=NTC18?**

6. CAPP. 2, 3 e 8 – azione sismica e strutture esistenti - pericolosità

$$\ln(v) = a_s + b_s \cdot \ln(a_g \cdot S_s)$$

$$\ln(T_r) = c_s + d_s \ln(a_g \cdot S_s)$$

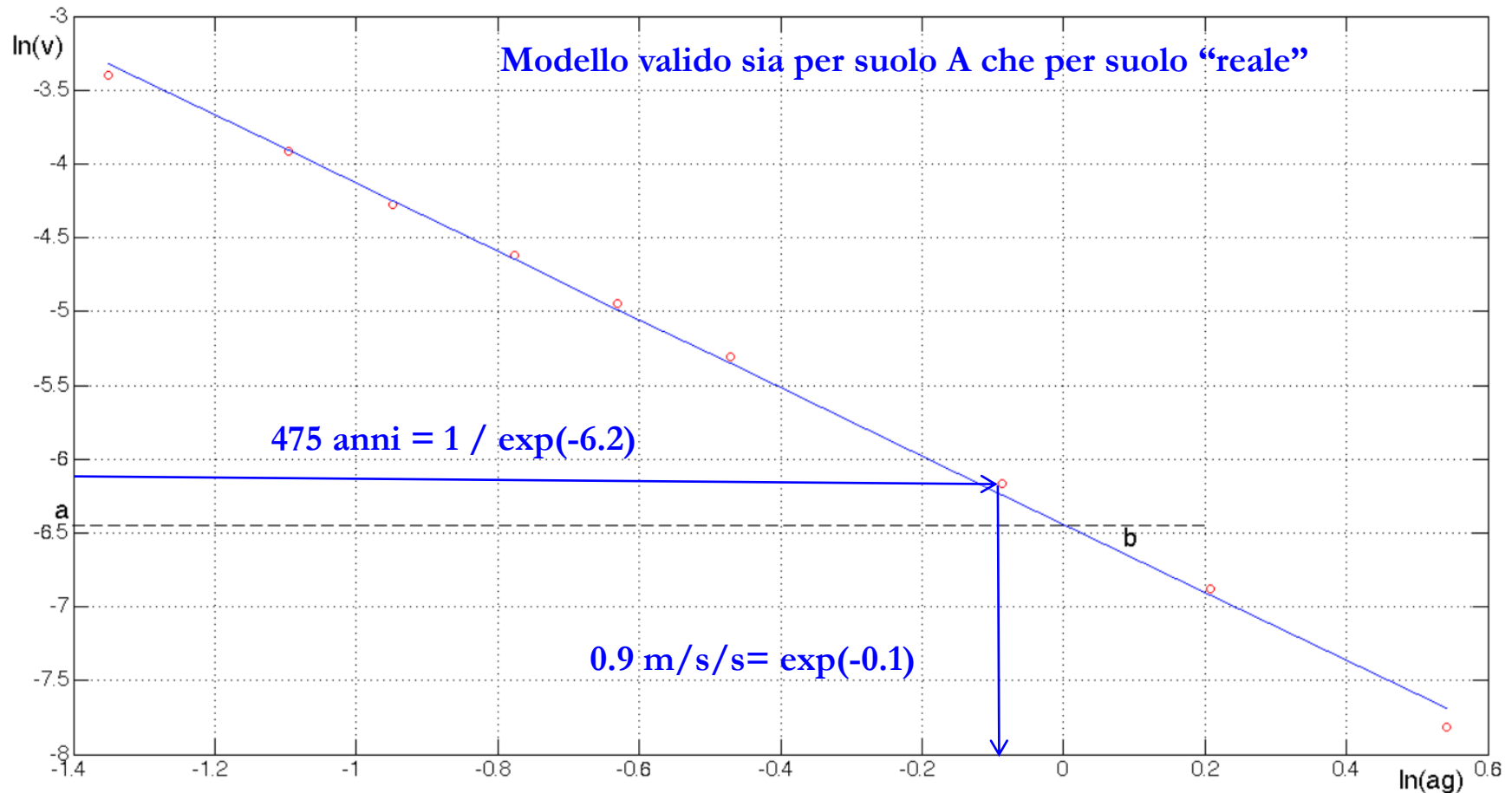


Figure 2.2: plot of eq. 2.1 and of the code prescribed (a_g ; $v=1/T_r$) points; longitude 6.5506, latitude 45.0850

6. CAPP. 2, 3 e 8 – azione sismica e strutture esistenti - pericolosità

$$\ln(v) = a_s + b_s \cdot \ln(a_g \cdot S_s)$$

$$\ln(T_r) = c_s + d_s \cdot \ln(a_g \cdot S_s)$$

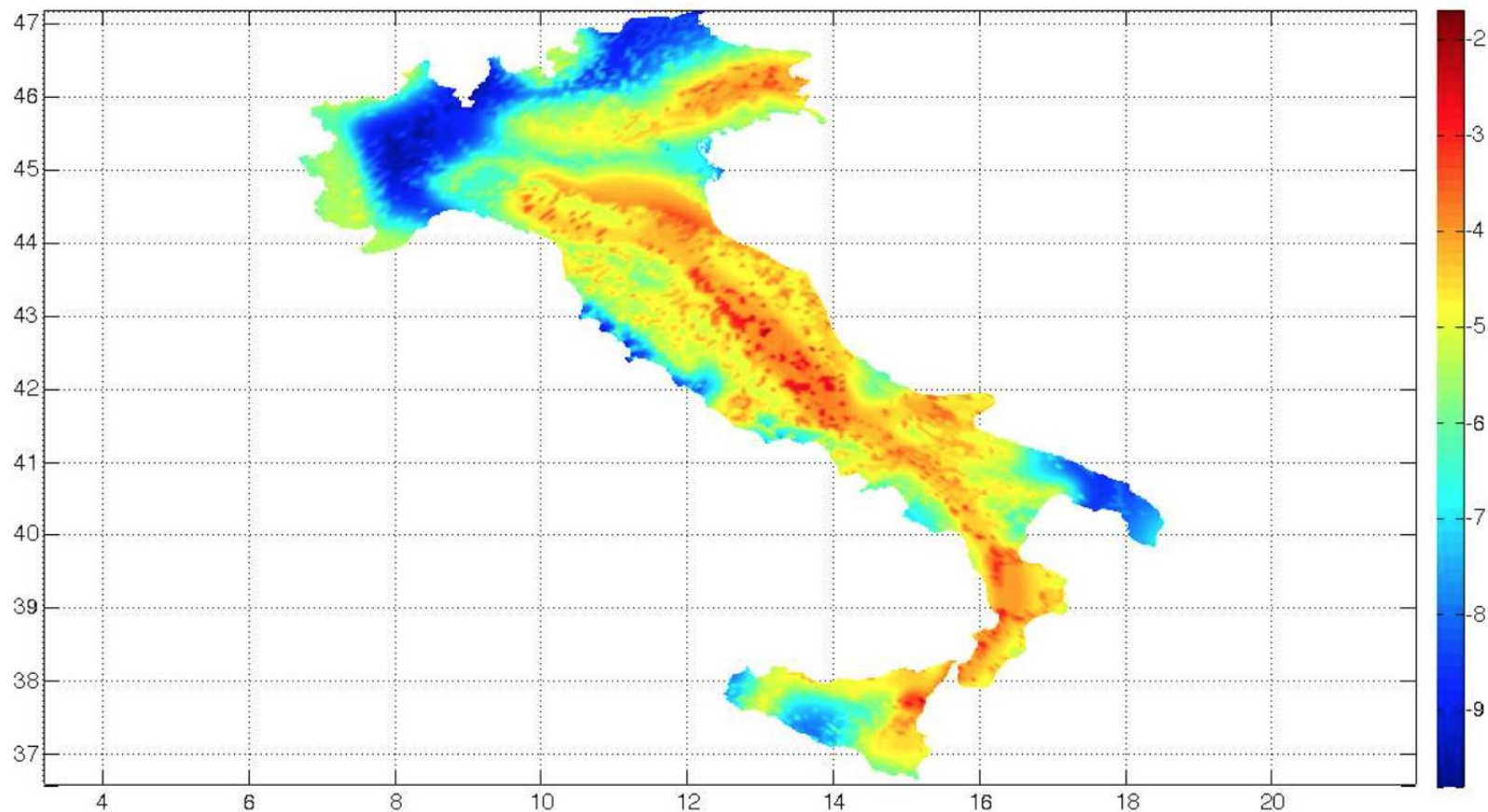


Figure 3.3: values of the constant a_s within equation (3.1). a_s varies between -1.5 and -9.5.

6. CAPP. 2, 3 e 8 – azione sismica e strutture esistenti - pericolosità

$$\ln(v) = a_s + b_s \cdot \ln(a_g \cdot S_s)$$

$$\ln(T_r) = c_s + d_s \cdot \ln(a_g \cdot S_s)$$

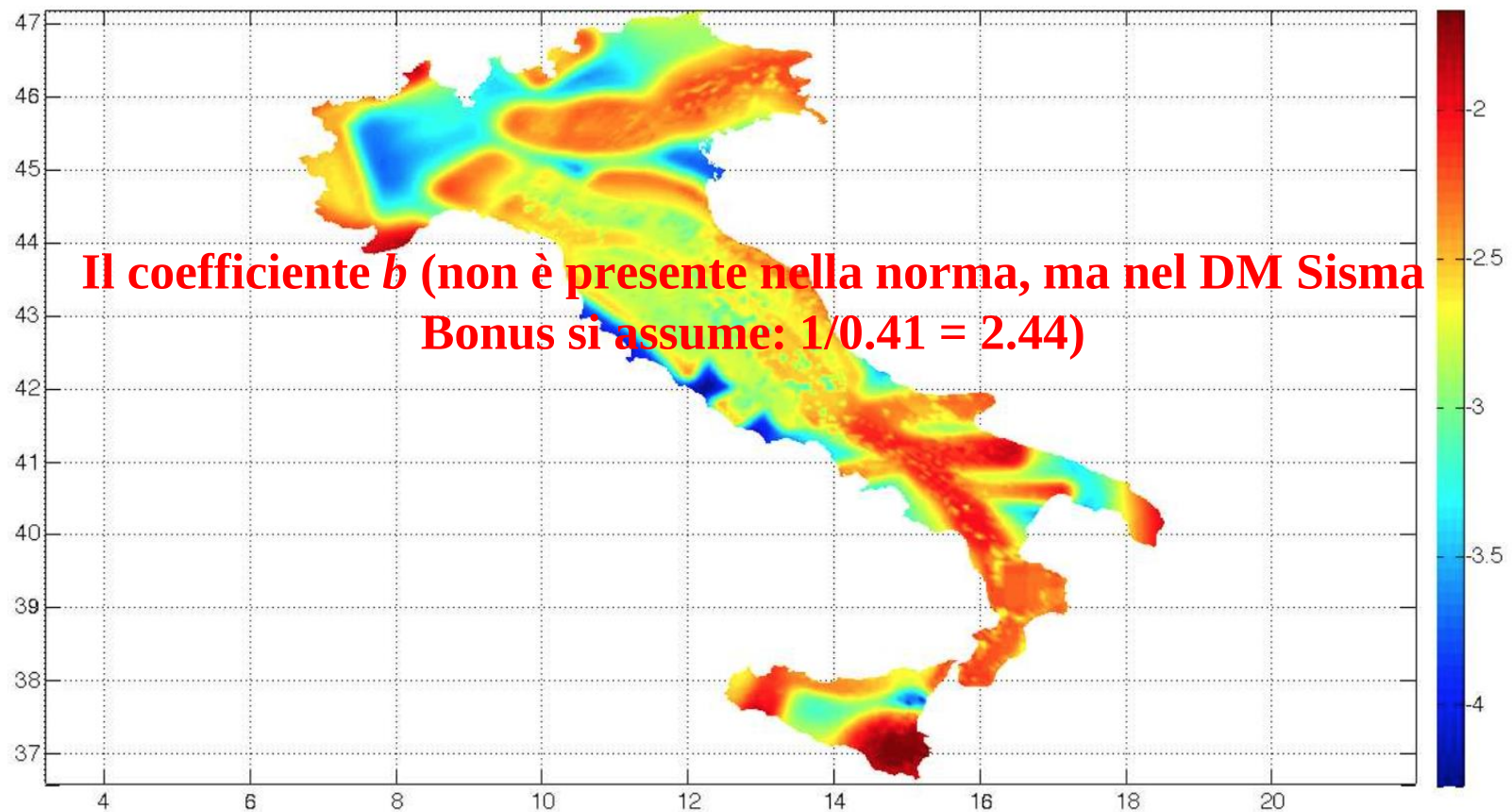


Figure 3.4: values of the constant b_s within equation (3.1). b_s varies between -1.5 and -4.5

CAP. 11 –IMPOSTAZIONE SICUREZZA SE $R_{ck,is} < 0.85 * R_{ck}$



Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici
Servizio Tecnico Centrale

VIA NOMENTANA 2 – 00161 ROMA

www.cslp.it

Alla Regione Emilia-Romagna
Agenzia regionale per la Ricostruzione sisma 2012
Viale Aldo Moro, 52
PEC: agenziaricostruzione@postacert.regione.emilia-romagna.it

COSA FARE SE $R_{ck, is} < 0.85 \cdot R_{ck}$ progetto?

NO cap. 8

In tali casi, mediante una serie di prove sia distruttive che non distruttive, compreso il prelievo di un numero congruo di carote dal calcestruzzo interessato, è necessario in primo luogo stimare un valore della **resistenza caratteristica in situ** del calcestruzzo, che possiamo definire come R_{ckis} o f_{ckis} , mentre il valore della resistenza caratteristica assunta in fase di progetto è definita come R_{ck} o f_{ck} ; ciò allo scopo di verificare se il calcestruzzo messo in opera, il cui valore atteso è in genere minore del valore della resistenza caratteristica assunta in fase di progetto, sia comunque accettabile, attraverso il confronto: $R_{ckis} \geq 0,85 R_{ck}$ (così come previsto al §11.2.6 delle norme tecniche per le costruzioni di cui al DM 14.01.2008).

Se il controllo di cui sopra è positivo, il quantitativo di calcestruzzo è accettabile e non occorrono ulteriori adempimenti.

Richiede invece un approfondimento, secondo le stesse Norme tecniche per le costruzioni (§§ 11.2.5 ed 11.2.6), il caso in cui R_{ckis} in situ risulti inferiore a $0,85 R_{ck}$ di progetto, oppure quando, per un'opera in corso di ultimazione o da poco realizzata, si verifichi la circostanza che vengano meno i presupposti in base ai quali sia stato redatto il collaudo statico, ad esempio quando si accerti che i certificati di prove sui materiali – sui quali il collaudatore si è basato - non siano attendibili. In questo caso, ad avviso di questo Consesso, **non dovrebbe farsi riferimento al Capitolo 8 Edifici esistenti** delle Norme tecniche vigenti, bensì fare riferimento ai livelli di sicurezza per i quali l'opera è stata progettata, previsti ai capitoli 4 e 7 delle Norme tecniche per le nuove opere.

Si osserva, infatti, che nell'ambito delle procedure di accettazione dei materiali o prodotti ad uso strutturale, solo per il calcestruzzo, in virtù della peculiarità del materiale per il quale la valutazione dell'esito delle prove di accettazione non può, per definizione, essere preventiva alla posa in opera ed impiego del calcestruzzo stesso, è esplicitamente prevista, e tipizzata, la **procedura da adottarsi nel caso di esito negativo di tali controlli (cfr. § 11.2.5.3 ed 11.2.6** delle Norme Tecniche per le costruzioni). Tale procedura è, a parere di questo Consesso, quella da applicare nel caso prospettato da codesta Agenzia.

- (1) l'opera deve essere riportata ai **livelli di sicurezza per i quali era stata progettata, previsti ai capitoli 4 e 7** delle Norme tecniche per le nuove opere. In sostanza, utilizzando il valore **Rckis** determinato sul calcestruzzo in opera, devono essere ripetute le verifiche effettuate nel progetto e **confermare** i medesimi livelli di **sicurezza**; in caso contrario occorre effettuare i necessari **interventi** affinché si riportino i predetti livelli di sicurezza a quelli richiesti, ovvero, si proceda con la **declassificazione** dell'opera o con la **demolizione**, se necessario;

(2) Circa la questione se sia ammissibile trovare **calcestruzzi** di resistenza **inferiore** ai minimi previsti per le strutture in zona sismica (§ 7.4.2.1 delle vigenti Norme Tecniche per le Costruzioni: classe **C20/25**), si rileva come, a parere di questo Consesso, tale limitazione, collocata nel Capitolo 7 delle Norme Tecniche per le Costruzioni, faccia riferimento alla fase di progettazione delle nuove costruzioni. Nell'ambito del successivo controllo di accettazione del materiale, nel caso in cui il calcestruzzo posto in opera non rispetti tale requisito di progetto, si ritiene **debba applicarsi il già citato § 11.2.5.3** delle stesse norme tecniche per le costruzioni, che richiede, prima di giungere alla decisione ultima di demolire l'opera o la parte di opera, di effettuare "un **controllo** teorico e/o sperimentale della **sicurezza** della struttura interessata dal quantitativo di calcestruzzo non conforme, sulla base della **resistenza ridotta** del calcestruzzo". Nell'effettuare tale controllo, dovrà approfondirsi il singolo caso specifico, al fine di verificare la sussistenza dei **requisiti**, non solo di **resistenza**, ma, in termini più moderni e completi, di **capacità** dell'opera o dell'elemento (intendendo per capacità l'insieme delle caratteristiche di **resistenza, deformabilità, duttilità, durabilità, robustezza, etc.**) nei confronti di quanto previsto nei

Circa l'ulteriore questione inerente i livelli di **sicurezza** da assumersi come riferimento per le verifiche di sicurezza delle strutture eventualmente interessate da **interventi di consolidamento** resisi necessari a seguito del verificarsi di non conformità del calcestruzzo posto in opera, infine, non può che confermarsi che, sempre con riferimento ai casi di cui al punto 1, le verifiche sulle strutture interessate dagli interventi di consolidamento possono considerarsi soddisfatte solo se il livello di sicurezza e le **prestazioni** - in termini di resistenza, deformazione e duttilità - siano conformi alle disposizioni delle norme tecniche per le costruzioni, così come previsto per il **progetto iniziale**

CONCLUSIONI

NTC08 – NTC18? – CAPP. 2 E 3

>MODIFICHE PICCOLE

>IMPOSTAZIONE DELLA SICUREZZA STRUTTURALE E VALORI DELLA SICUREZZA COERENTI CON GLI EUROCODICI E COMUNQUE ALTI NEL CONFRONTO INTERNAZIONALE

NTC18? – CAP. 8.4.2 E 8.4.3 (MIGLIORAMENTO E ADEGUAMENTO)

>INTRODOTTA DEFINIZIONE DI SICUREZZA SISMICA :

$\zeta_E = \text{MAX. AZIONE SISMICA} / \text{AZIONE PROGETTO STRUTT. NUOVA}$

>MIGLIORAMENTO

>ADEGUAMENTO : $\zeta_E > 0.8$ (1 SE DIVERSO DA CAMBIO DESTINAZIONE)

>OPPORTUNO RIFLETTERE SU:

>A LIVELLO INTERNAZIONALE SI TARA SICUREZZA ANCHE SUL COSTO PER OTTENERLA

>MAGGIORANZA PATRIMONIO IMMOBILIARE ITALIANO E' STATO PROGETTATO CON NORME ANTIQUATE (O SENZA NORME). L'ITALIA TENDE A CONSERVARE QUESTO PATRIMONIO

>A PARITA' DI RISORSE TOTALE IMPIEGATE, LA SCELTA E' TRA:
>SICUREZZA MINORE SU PIU' IMMOBILI, O
>SICUREZZA MAGGIORE SU MENO IMMOBILI