



dal 1952 il GIORNALE dell'INGEGNERE

Quindicinale
di informazione
per ingegneri
e architetti



Intervista al professor Pierangelo Andreini

Il risparmio energetico nel settore degli edifici

Pierfrancesco Gallizi

In questa intervista il professor Pierangelo Andreini, docente di termotecnica industriale presso la Facoltà di Ingegneria del Politecnico di Milano, espone i motivi che rendono prioritaria l'adozione di misure più incisive di risparmio energetico nel settore civile con interventi strutturali che accrescano l'efficienza degli edifici, per contrastare gli effetti della corsa del greggio e il verificarsi di situazioni di emergenza, come quella dovuta alla riduzione delle forniture di gas del gennaio scorso.

Parlando di energia i temi più ricorrenti sono quelli delle prospettive di crescita dei consumi, dei problemi dell'approvvigionamento, come testimonia l'ampio dibattito delle scorse settimane sulla realizzazione di nuovi gasdotti e rigassificatori, della diversificazione delle fonti, per esempio ricorrendo all'impiego "pulito" del carbone, del contributo crescente che dovrà apportare il nucleare alla copertura del fabbisogno energetico, del ruolo delle energie rinnovabili. Altro tema ricorrente è quello dell'impatto ambientale dei processi di conversione, in particolare sul cambiamento del clima. Minore attenzione è invece riservata al tema del risparmio energetico, malgrado l'efficienza media di utilizzo dell'energia, rispetto a quella teoricamente raggiungibile, sia ancora molto bassa ed esista, quindi, una rilevante fonte potenziale di energia che viene oggi sprecata e dispersa. Concorde con questa valutazione?

In effetti il tema del risparmio energetico è scarsamente presente nel dibattito nazionale sull'energia, per i limiti intrinseci di questa fonte virtuale di energia pulita, consistente nel consumo evitato. In tal modo, però, si sottovaluta l'importanza del contributo che la progressiva diffusione di sistemi e componenti ad alta efficienza può dare alla soluzione del problema energetico, specie in Italia che dipende dalle forniture estere di energia per l'85% del suo fabbisogno. Basti pensare che negli ultimi quarant'anni il progressivo incremento dell'efficienza negli usi finali e nelle conversioni da un tipo di energia a un altro ha consentito di dimezzare l'aumento della domanda energetica

globale, che altrimenti si sarebbe verificato con l'uso delle vecchie tecnologie. Peraltro, siamo ancora ben lontani dall'aver raggiunto il limite della convenienza economica, tanto più se vengono contabilizzate le esternalità, ovvero i costi dell'impatto che le varie attività produttive hanno sull'ambiente. Al proposito è da notare che negli ultimi dieci anni, in Italia, l'intensità energetica è rimasta pressoché costante sul valore di circa 187 tep/M euro, oltretutto segnando una leggera crescita negli anni più recenti. È auspicabile, quindi, che in futuro una quota maggiore delle discussioni e delle iniziative possa riguardare programmi e progetti per la diffusione di tecnologie produttive o impiantistiche più sostenibili; tecnologie che aumentino l'efficienza e il risparmio, promuovendo l'impiego di componenti e materiali innovativi e un più ampio ricorso all'informatica e alla sensoristica, che stanno dando un grande impulso all'aumento dell'efficienza nei trasporti, nell'industria e nel settore delle costruzioni.

Il libro verde della Commissione Ue sull'efficienza energetica attribuisce notevole importanza agli interventi nel settore civile, che in Europa assorbe circa 2/5 del fabbisogno energetico. Ciò è vero anche per l'Italia? Come valuta il potenziale di risparmio per il nostro paese?

In Italia, dato il clima più mite, il consumo è ovviamente minore, assorbe all'incirca 1/3 del fabbisogno nazionale. L'edilizia rimane, comunque, anche nel nostro Paese, un settore che offre elevati margini di intervento, in particolare se si considera l'elevata età media del parco edilizio nazionale. Al proposito si noti che nell'arco della vita utile gli edifici italiani consumano complessivamente per il loro esercizio (fabbisogni termici ed elettrici) una quantità di energia superiore, mediamente, di un ordine di grandezza rispetto a quella necessaria per la loro costruzione (energia per la produzione di materiali e componenti, energia consumata per l'assemblaggio e gli altri consumi legati all'attività edilizia).

segue a pag. 3

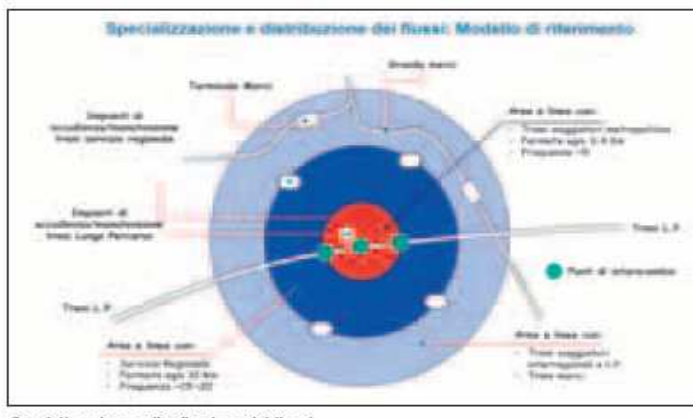
Svolto nei giorni scorsi a Milano il tradizionale appuntamento della Mobility Conference Exhibition

Partire dal Nord-Ovest per rilanciare il sistema infrastrutturale del nostro Paese

Franco Ciarfione

Lo sviluppo di un'adeguata rete di infrastrutture, la capacità di muovere con efficacia ed efficienza merci, persone e informazioni, la qualità della mobilità nei contesti urbani e metropolitani contribuiscono notevolmente alla competitività del nostro Paese. Una rete infrastrutturale adeguata alle necessità di movimentazione di persone e merci è requisito essenziale e prioritario per la competitività del sistema economico e garantire elevati livelli di benessere sociale. In ultima analisi, favorisce la crescita di una nazione.

Questi obiettivi, prioritari, non possono però considerarsi un'automatica e diretta conseguenza degli interventi infrastrutturali, ma è ovvio che, senza di questi, ogni politica settoriale tendente al miglioramento della qualità della vita non potrebbe avere successo. Testimoniano la rilevante importanza delle opere pubbliche



Specializzazione e distribuzione dei flussi

la centralità a livello politico e lo sforzo per creare una normativa di settore. Legge Obiettivo e il ruolo del Cipe nell'ap-

provazione dei progetti e nel reperimento delle risorse finanziarie rappresentano il tentativo di responsabilizzazione

di Enti e soggetti e della individuazione delle fasi procedurali.

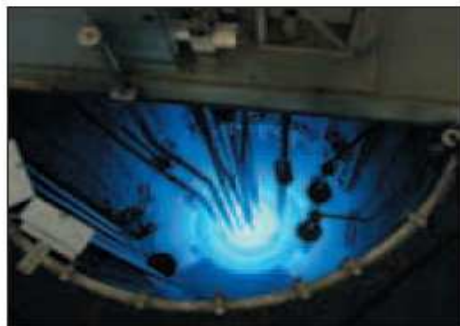
segue a pag. 7

Sono trascorsi quarant'anni dalla realizzazione del reattore TRIGA Mark II

A Pavia il più attrezzato centro italiano per la ricerca sulle tecnologie nucleari

Davide Canevari

Ospitato nel Laboratorio di energia nucleare applicata (Lena) raggiunge la sua prima criticità il 15 novembre 1965 alle ore 19.31. Tra le attività recenti più importanti si segnala la tecnica di analisi per attivazione neutronica, ossia la rivelazione di un elemento stabile presente in traccia in una qualsiasi matrice.



Il reattore TRIGA Mark II

PAVIA - Pochi lo sanno. Ma l'Italia del no al nucleare, che da quasi 20 anni ha "spento" tutte le sue centrali (e con loro buona parte dell'industria di settore), ospita un reattore da ricerca e insegnamento che da oltre 40 anni funziona regolarmente. Non in bunker o in una zona isolata, ma a Pavia, in un edificio circondato da istituti universitari. Si tratta del TRIGA (Training research isotope production general atomic), collocato nel Laboratorio energia nucleare applicata (Lena). L'acroni-

mo TRIGA indica, dunque, le principali attività di utilizzo di tali impianti: formazione didattica e professionale, ricerca e produzione di radioisotopi. Lena è oggi il Centro universitario più attrezzato, in Italia, per l'attività di ricerca nel campo dell'applicazione delle tecnologie nucleari. Dimo-

strazione ne è che, nel corso degli ultimi anni, il reattore e le apparecchiature del Lena sono state ampiamente utilizzate da gruppi di ricerca italiani e stranieri per lo svolgimento di importanti attività sperimentali. Il reattore nucleare di ricerca TRIGA Mark II raggiunge la sua prima criticità il 15 novembre 1965 alle ore 19.31.

"Oggi - spiega l'ingegner Andrea Borio di Tighole, direttore del Lena - il reattore è ancora perfettamente funzionante e, quasi quotidianamente, viene utilizzato per lo svolgimento di attività di ricerca e di servizio. Il reattore appartiene alla filiera degli impianti TRIGA, i reattori di ricerca più diffusi al mondo costruiti dalla General Atomic negli anni Sessanta in circa un centinaio di esemplari. Una quarantina - con taglie di potenza variabili da 100 kW a 14 MW - sono ancora in esercizio. Grazie al loro elevatissimo grado di sicurezza i reattori nucleari di ricerca TRIGA sono impianti "urbani", spesso costruiti nel centro delle città (come a Pavia, Vienna, Hannover e Mainz) o nelle immediate periferie (come a Ljubljana e a Pitești). Il reattore del Lena è uno dei tre reattori nucleari di ricerca ancora in esercizio in Italia (gli altri che sono presso il centro di ricerca dell'Ena a Casaccia).

segue a pag. 6

a pag. 2

Regione Lombardia,
il professor De Maio
lancia Obiettivo ICT

Fabio Benati

a pag. 4

Impianti termici,
manutenzione
e abbattimento del PM 10

Antonio De Marco

a pag. 8

Intervista al presidente
dell'Ordine degli Ingegneri
della provincia di Salerno

Roberto Di Sarzo

a pag. 10

Normativa antisismica,
confronto tra il passato
e le nuove leggi

Salvatore Prierno

NORMATIVA ANTISISMICA

L'analisi delle più recenti novità legislative e il confronto con le regole del passato

dot. ing. Salvatore Palermo*

Questo articolo, con particolare riferimento alle strutture intelaiate in c.a., propone un confronto tra i livelli di duttilità correlati all'impiego delle nuove norme sismiche (D.M. 14/09/05, O.P.C.M. 3274), relativamente alla nuova classificazione sismica (All.1 O.P.C.M. 3274), e i livelli di duttilità conseguiti con l'utilizzo delle precedenti norme sismiche (D.M. 16/01/96), combinate con la precedente classificazione sismica (D.M. fino al 1984).

TAB. 1

Nuova classificazione (All. 1 O.P.C.M. 3274)	Precedente classificazione (D.M. fino al 1984)
Zona 1 ($a/g=0.35$)	S=12
Zona 2 ($a/g=0.25$)	S=9
Zona 3 ($a/g=0.15$)	S=6
Zona 4 ($a/g=0.05$)	-

Nel quadro legislativo del settore delle costruzioni, il 23 Ottobre 2005, sono entrati in vigore:

- il D.M. 14-09-05 recante "Norme tecniche per le costruzioni";
- la nuova classificazione sismica ai sensi del punto 3, dell'Allegato 1 dell'O.P.C.M. 3274/2003.

La nuova classificazione sismica è immediatamente operativa; per le norme tecniche del D.M. 14-09-05 è previsto un periodo di utilizzo facoltativo di 18 mesi, in cui poter già applicare le nuove norme oppure, alternativamente, le norme precedenti (per la sismica: D.M. 16-01-96).

Tra le norme antisismiche contemplate nel D.M. 14-09-05 che possono trovare vigenza applicativa compaiono gli Allegati 2 e 3 alla O.P.C.M. 3274 e a tali norme (in particolare all'All. 2, edifici) si farà nel seguito riferimento come "nuove norme".

Si ritiene utile innanzitutto effettuare un confronto tra le zone sismiche previste nella precedente classificazione e quelle introdotte dalla nuova. Per tale scopo si fa riferimento alla Tab. 1 che riprende quanto indicato nell'All. 1 della O.P.C.M. 3274 e ribadito in una Nota del 29-03-04, a cura del Dipartimento della Protezione Civile.

Occorre segnalare che questa corrispondenza è stata, fino ad oggi, utilizzata nel periodo transitorio della nuova classificazione sismica: per un comune classificato sismico ai sensi della nuova classificazione, potendo scegliere, nel regime transitorio, di non considerarlo tale, in via "precauzionale" si valutava spesso di adottare un qualche grado di sismicità con riferimento alla vecchia classificazione, in modo da continuare

a condurre i calcoli con le norme antisismiche precedenti.

Si fissa, a titolo di esempio, l'attenzione sulla zona 3 ($a/g=0.15$) della nuova classificazione che, con riferimento alla suddetta tabella, sarebbe in corrispondenza con S=6 della precedente classificazione (D.M. fino al 1984).

Lo spettro Elastico e di progetto allo Stato Limite Ultimo (SLU) delle accelerazioni, per l'azione orizzontale, secondo O.P.C.M. 3274, e quello solo allo Stato Limite Ultimo (SLU) secondo D.M. 16-01-96, sono riportati in Fig. 1.

Per la lettura del diagramma di Fig. 1 vale quanto segue: a) per avere periodi simili che dividono i vari rami di spettro si è fatto riferimento al suolo D; in corrispondenza ad esso, per l'O.P.C.M. 3274, occorrerebbe moltiplicare gli spettri (Elastico, SLU) per un fattore S pari a 1.35; per SLU del D.M. 16-01-96 occorrerebbe moltiplicare fino ad un massimo di 1.3; per uniformità non si è tenuto conto di tali amplificazioni;

b) l'ordinata 0.06, del tratto orizzontale, per lo spettro SLU del D.M. 16-01-96, si ottiene moltiplicando il valore $C = (S - 2)/100 = (6 - 2)/100 = 0.04$ per il fattore 1.5 (che consente di passare alle venefiche per lo stato limite ultimo: $0.04 \times 1.5 = 0.06$);

c) l'ordinata 0.375, del tratto

orizzontale, per lo spettro Elastico O.P.C.M. 3274, si ottiene moltiplicando il valore 0.15 per il fattore 2.5, l'espressione in tale tratto dello spettro Elastico è infatti: $(a/g) S \eta 2.5 = 0.15 \times 1 \times 1 \times 2.5 = 0.375$, ove si è assunto, in accordo con a), S=1 e, come di regola, valore unitario per il fattore η di smorzamento viscoso;

d) lo spettro di progetto SLU per l'O.P.C.M. 3274 è stato ottenuto supponendo che:

1. il progetto sia in alta duttilità (quindi rispetto dei criteri di gerarchia delle resistenze, di capacity design, ecc.);
2. la struttura sismo-resistente sia a telaio;
3. i telai resistenti siano a più piani e a più campate;
4. l'edificio sia regolare in altezza;

tutte queste condizioni portano ad un fattore di struttura $q=5.85$ che consente di dividere le ordinate dello spettro Elastico per ottenere lo spettro di progetto SLU (ad es. nel tratto orizzontale il rapporto tra le due ordinate è proprio $5.85; 0.375/0.064=5.85$).

Si osservi che con le norme tecniche di precedente concezione (D.M. 16-01-96) veniva direttamente fornito al Progettista lo spettro SLU per il progetto, richiedendo che fosse compito del progettista garantire che la struttura possedesse un sufficiente grado di duttilità al fine di ottenere il richiesto livello di sicurezza (si veda la circolare

10-04-1997 contenente le Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. 16/01/96).

Le Norme di precedente concezione richiedevano di fatto che il Progettista possedesse elevate competenze e conoscenze di progettazione antisismica tali da adottare un sistema di regole e di calcolo che garantisse il fattore di struttura necessario (duttilità necessaria), fattore che è tutt'altro che un requisito naturale della struttura.

Le Norme di nuova concezione (O.P.C.M. 3274) hanno esplicitato il sistema di regole e di calcolo prevedendolo come insieme di prescrizioni; ad esempio, per il caso, in esame, l'assunzione "rispetto delle condizioni 1, 2, 3, 4, consente di giustificare un fattore di struttura (duttilità) pari a 5.85".

Si osservi che ad analoghe considerazioni concettuali si perverrà anche prendendo in considerazione la Norma europea antisismica EC8, anziché quella italiana O.P.C.M. 3274.

Si rilevi che con le norme tecniche antisismiche del D.M. 16-01-96 si progettava con le sollecitazioni provenienti dal calcolo, non sono cioè contemplati criteri quali gerarchia delle resistenze, capacity design, ecc., in altre parole non è prevista la possibilità esplicita di progettare in alta duttilità (CDA). Pertanto, volendo istituire una corrispondenza tra precedenti e nuove norme tecniche antisismiche, occorre considerare che le norme del D.M. 16-01-96, non prevedendo il calcolo in alta duttilità (CDA), portano di fatto a progettare

con regole simili a quelle che, nelle norme della O.P.C.M. 3274, sono inquadrate come regole per il calcolo in bassa duttilità (CDB).

Tale analogia è valida purché, assieme al D.M. 16-01-96 si adottano, come prescrizioni, le indicazioni contenute nell'All. 1 delle già richiamate Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. 16/01/96. Le prescrizioni dell'All. 1 in parola, con riferimento alle strutture intelaiate in c.a., sono infatti sostanzialmente coincidenti con le analoghe previste, in CDB, al cap. 5.5, dalla O.P.C.M. 3274 (l'All. 1 è solo leggermente più severo nel dettare condizioni sulle armature trasversali di travi e pilastri). Riportiamo quindi un nuovo grafico (Fig. 2), ricavando lo spettro SLU, secondo O.P.C.M. 3274, per bassa duttilità (CDB), che comporta l'applicazione di un fattore riduttivo pari a 0.7 sul fattore di struttura calcolato in alta duttilità (quindi $q = 5.85 \cdot 0.7 = 4.1$). Si osservi quindi che se si volessero considerare le precedenti norme tecniche (D.M. 16-01-96) con la nuova classificazione

invece: $0.073/0.052 \sim 1.4$.

La sostanza del ragionamento non cambia se si cambia tipo di struttura sismo-resistente, tipo di suolo, scelta della zona sismica di riferimento, salvo rifare le corrispondenti valutazioni numeriche (che invece cambiano). Si segnala infine che il confronto di cui sopra è stato riferito agli spettri SLU, il progetto definitivo della struttura, con particolare riferimento alle nuove norme, può essere anche condizionato dalle verifiche per gli spettri SLD, Stato Limite di Danno (specie se la struttura ha rigidità non elevata).

CONCLUSIONI

Presi a riferimento gli spettri (Elastico, SLU) correlati ai valori delle accelerazioni previsti nella nuova classificazione sismica, si ha una certa equivalenza con gli spettri (SLU) delle accelerazioni connesse alla precedente classificazione sismica, purché, procedendo con le nuove norme tecniche antisismiche si progetti in alta duttilità e la costruzione abbia una certa regolarità in altezza (riferito alla Tab. 1 e alla Fig. 1).

Procedendo invece con le precedenti norme tecniche antisismiche, per avere gli stessi livelli di duttilità, come fissati dagli spettri Elastici, SLU correlati alla nuova classificazione sismica, occorre opportunamente amplificare le accelerazioni dello spettro SLU connesso alla precedente classificazione (riferito alla Tab. 1 e alla Fig. 2).

Bibliografia

- (1) D.M. 14/09/05 Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti. Norme tecniche per le costruzioni
- (2) O.P.C.M. 3274 Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003 e s.m.i.
- (3) D.M. 16/01/96 Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche
- (4) Circolare 10-04-1997 Ministero dei Lavori Pubblici. Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. 16/01/96.

*Progettista strutturale

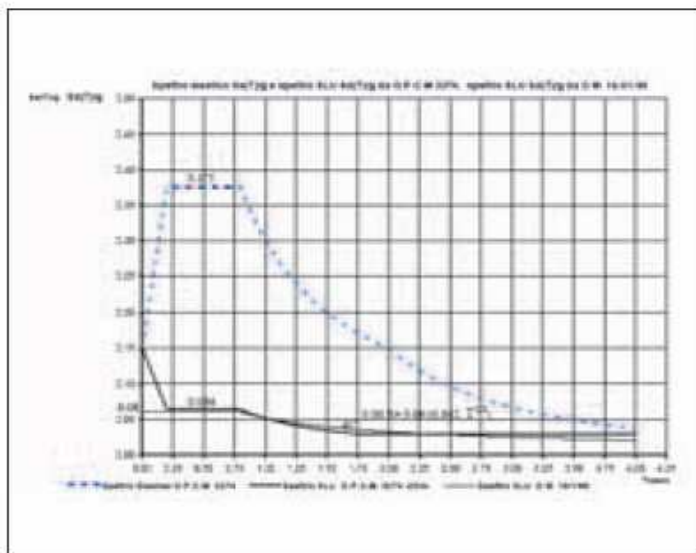


Fig. 1

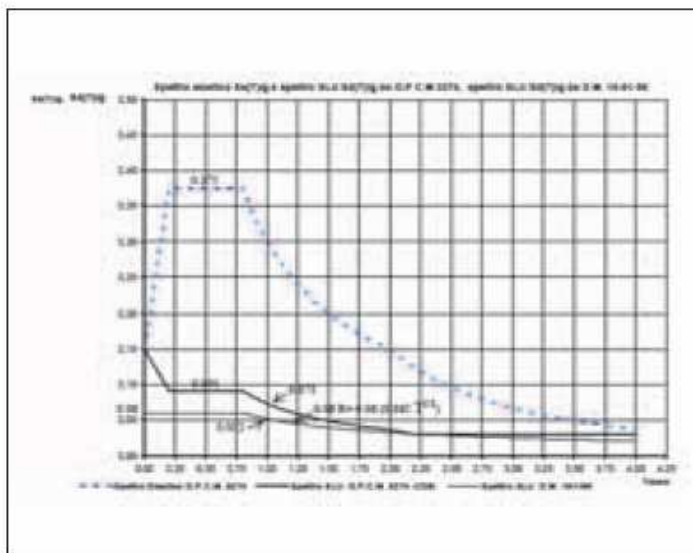


Fig. 2

Ingrandimento figure

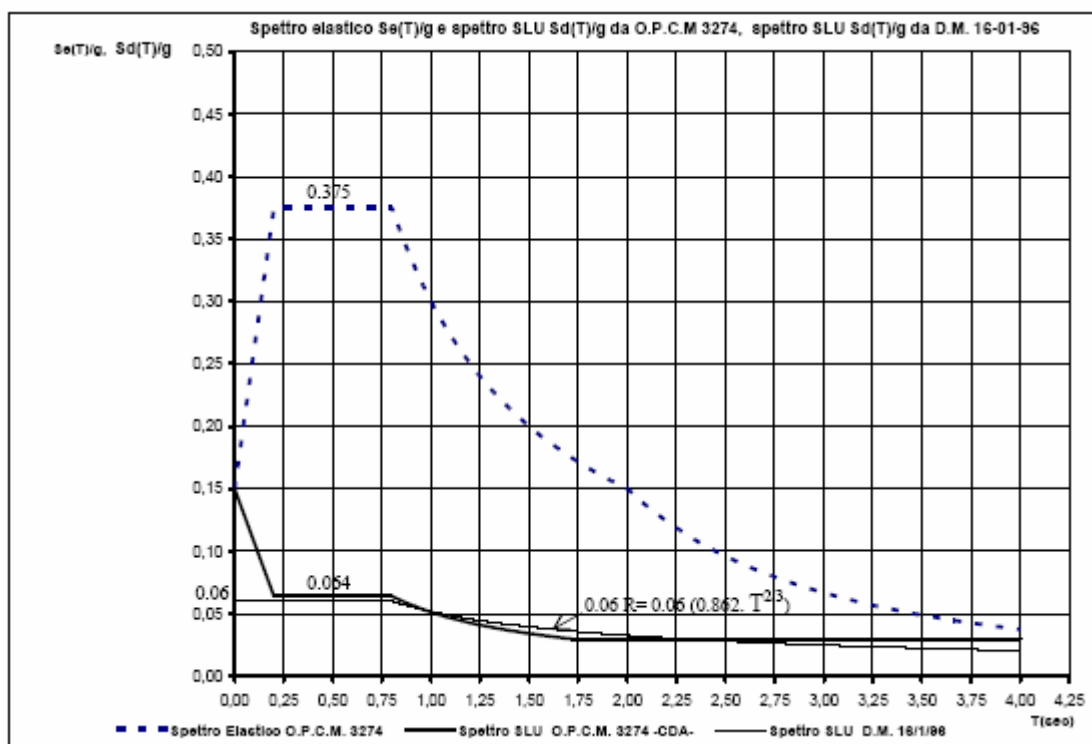


Fig. 1

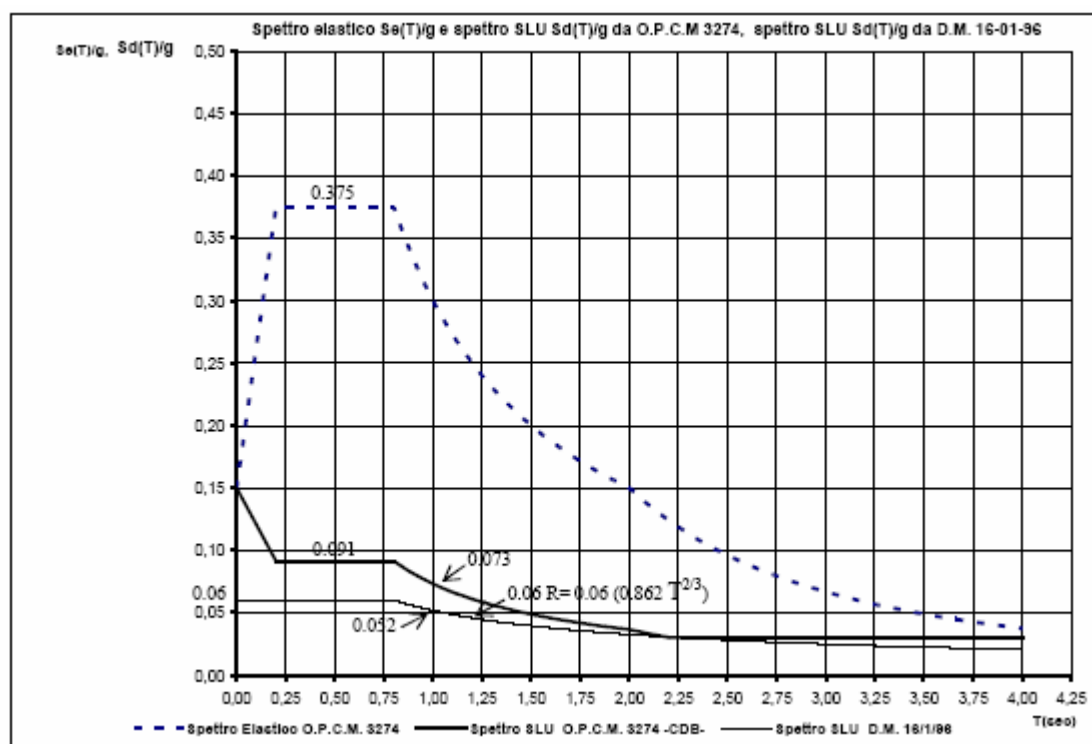


Fig. 2