

P6060

BASIC Software Library

SISMA

Manuale dell'utente

olivetti

DMS 14085 (0)

PREFAZIONE

La presente pubblicazione é indirizzata ai progettisti di strutture civili che operano in zona sismica , utenti del personal Minicomputer P6060.

Il package permette di ottenere in modo automatico le forze, da applicare ad ogni singolo telaio piano di cui è composta la struttura, che simulano l'azione sismica.

SOMMARIO

Dopo la spiegazione del package viene descritto dettagliatamente il programma che lo compone, ed infine si esegue un esempio di calcolo.

In appendice sono descritti gli algoritmi usati nel programma.

Riferimenti:

Decreto ministeriale 3 marzo 1975.
Disposizioni concernenti la applicazione delle norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche.

Distribuzione: su licenza (L)

Prima Edizione: Settembre 1977

Questo materiale é stato preparato da Olivetti esclusivamente per l'uso da parte dei propri clienti.

Olivetti garantisce che il presente materiale costituisce, alla data di edizione, la più aggiornata documentazione da essa elaborata relativa al prodotto cui si riferisce.

E' inteso che l'uso di detto materiale avviene da parte dell'utente sotto la propria responsabilità.

Nessuna ulteriore garanzia viene pertanto prestata da Olivetti (in particolare in ordine all'assenza di imperfezioni, incompletezza e/o difficoltà operativa), restando espressamente esclusa ogni sua responsabilità per danni diretti o indiretti comunque derivanti dall'uso di tale documentazione.

Tutta la documentazione é coperta da copyright.

PUBBLICAZIONE EMESSA DA:

Ing. C. Olivetti & C., S.p.A.
Divisione Italia
Direzione Marketing Sistemi
4/6, Via Clerici - 20121 Milano (Italy)

INDICE

<u>INTRODUZIONE</u>	v	5. <u>ESEMPIO DI CALCOLO</u>	5-1
1. <u>GENERALITA'</u>	1-1	<u>ALLEGATO</u> - Le nuove norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche e le disposizioni concernenti la loro applicazione (Decreti Ministeriali del 3 marzo 1975)	A-1
<u>Configurazione Hardware</u>	1-1		
<u>Le unità di misura</u>	1-1		
<u>Coordinate di riferimento</u>	1-1		
<u>Le dimensioni della struttura</u>	1-2		
Input	1-3		
Parametri di input	1-3		
Le frasi del linguaggio di input	1-4		
2. <u>*SISMA</u>	2-1		
<u>Metodo</u>	2-1		
<u>Funzioni chiave considerate</u>	2-1		
<u>Procedure operative</u>	2-2		
3. <u>GENERALITA' SUL METODO DI CALCOLO</u>	3-1		
<u>Calcolo delle rigidezze dei telai di piano</u>	3-1		
<u>Calcolo delle rigidezze delle pareti</u>	3-2		
<u>Ripartizioni delle forze orizzontali</u>	3-3		
<u>Calcolo delle forze correttive</u>	3-4		

INTRODUZIONE

Il programma calcola i carichi orizzontali da applicare alle singole strutture a telaio, per simulare le azioni sismiche orizzontali.

Come richiesto dalle norme, nella valutazione di tali forze si fa riferimento all'edificio intelaiato visto nella globalità, ossia come problema tridimensionale.

Valutato il "peso" di ciascun piano, il programma determina le forze statiche orizzontali applicandole ai baricentri dei "pesi" stessi. Quindi, a ciascun livello, ripartisce tali forze orizzontali in proporzione alle rigidzze dei diversi telai (longitudinali e trasversali) che compongono la costruzione, avendo cura di tener conto dell'effetto delle coppie torcenti che insorgono in presenza di eccentricità tra il baricentro delle rigidzze e quello delle masse. Nel computo delle rigidzze dei diversi telai si tiene conto dell'eventuale presenza di pareti di controvento valutandone, ad ogni piano, la rigidzza sulla base dello schema statico a mensola incastrata al piede (alle fondazioni). Per cui con i risultati del programma si simula l'azione sismica sul telaio spaziale facendo riferimento a telai piani caricati con le forze date dal programma (vedi fig. 1).

Questi carichi possono essere immessi nel programma "PLANE FRAME" anche esso distribuito dalla Olivetti che opera con la stessa configurazione hardware ottenendo così le azioni interne: azione assale, azione tagliante, momento flettente, in ogni asta della struttura.

Il calcolo segue le istruzioni di cui al D.M. 3/3/75 (pubblicato sul suppl. ord. della G.U. n. 93 dell' 8/4/1975): "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche".

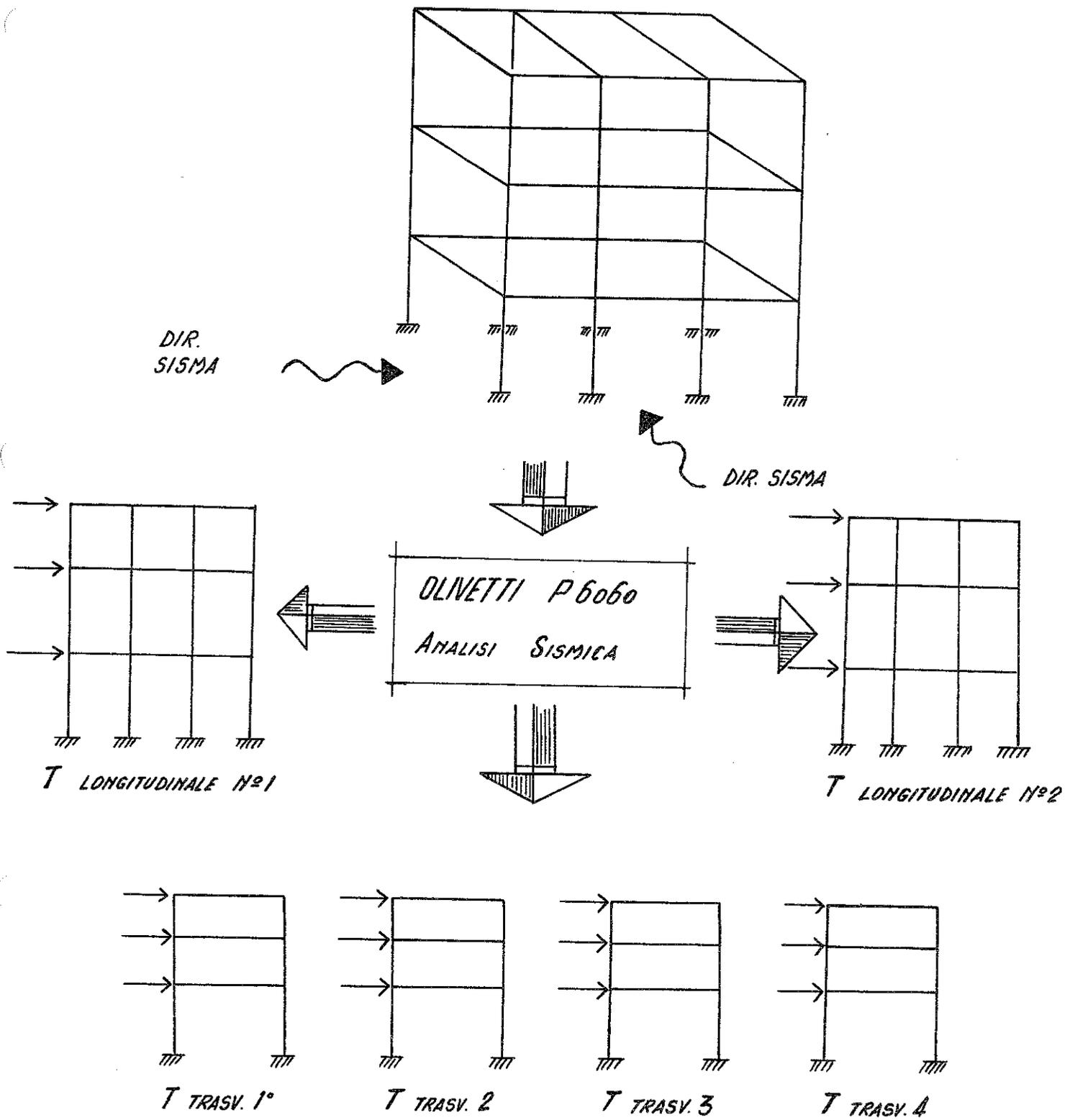


FIG. 1

1. GENERALITA'

Configurazione hardware

Il programma funziona sulla seguente configurazione hardware:

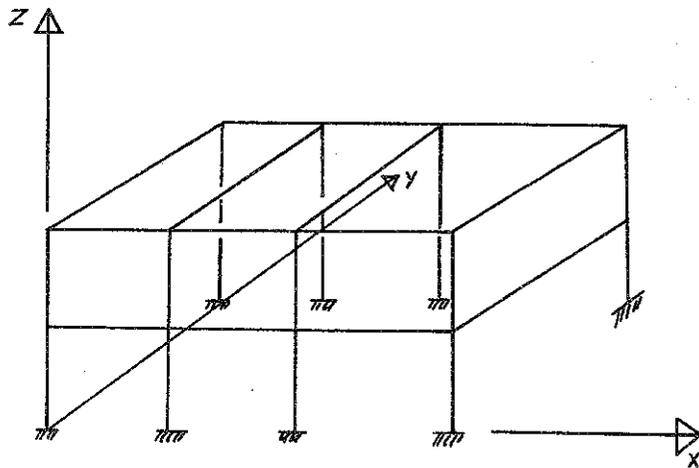
- P 6060 unità base
- stampante integrata
- secondo floppy disk
- estensione della memoria utente a 32 K

Le unità di misura

I dati di input devono sempre essere espressi nelle seguenti unità di misura:

- lunghezze in m
- aree in cm^2
- momenti d'inerzia in cm^4
- moduli elastici E, G in Kg/cm^2
- pesi propri e sovraccarichi solai in Kg/m^2
- pesi specifici in Kg/m^3

Coordinate di riferimento



L'asse x è lungo la direzione longitudinale della struttura

L'asse y è lungo la direzione trasversale

L'asse z è rivolto verso l'alto.

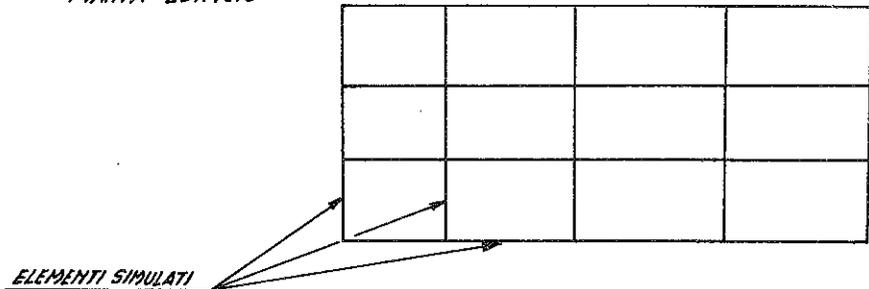
Il sisma avviene nelle due direzioni principali del rettangolo di base: per cui saranno sollecitati rispettivamente i telai longitudinali (direzione del sisma lungo l'asse x) e quelli trasversali (direzione sisma asse y)

Nel caso si abbia una struttura a pianta non rettangolare ci si riconduce a sezione rettangolare simulando eventuali travi e pilastri.

Le travi e i pilastri che riportano la pianta a forma rettangolare e devono avere le proprietà (aree ed inerzie trascurabili confrontate con quelle degli elementi della struttura reale.

Esempio

PIANTA EDIFICIO



Le dimensioni della struttura

Tutti i dati di input sono memorizzati in un file esterno chiamato SISMA che è di circa 100 kbytes per strutture con numero di campate longitudinali, trasversali, piani e muri non superiori ai seguenti limiti:

- a) NCL = 10 campate longitudinali
- b) NCT = 10 campate trasversali
- c) NP = 10 piani
- d) NM = 10 muri

Input

La definizione della struttura a telaio da esaminare avviene per gruppi di elementi (travi, colonne, riquadri di soletta etc.) dalle medesime caratteristiche. In tal modo, scelta una grandezza (ad es. l'area delle sezioni delle travi) e per essa fissato un valore numerico (ad es. 1.800 cm²) occorrerà indicare tutti gli elementi (travi) cui si intende attribuire quel particolare valore numerico della grandezza scelta. L'insieme di questi elementi costituisce un "gruppo". Per una determinata grandezza occorrerà definire così tanti gruppi di elementi quanti sono i valori numerici diversi tra loro assunti da quella grandezza nell'intera struttura.

Parametri di input

Le grandezze da definire (nel seguito chiamate parametri) sono le seguenti (l'abbreviazione è usata come indice di richiamo)

PST	peso specifico travi
AST	area sezione travi
PSP	peso specifico pilastri
ASP	area sezione pilastri
ILP	inerzia long. pilastri
ITP	inerzia trasv. pilastri
MEP	modulo elastico pilastri
MTP	modulo tors. pilastri
PPS	peso proprio solette
CRS	coeff. riduzione sovraccarico
SPS	sovraccarico permanente solette
SAS	sovraccarico accidentale solette

L'elencazione degli elementi che possiedono una certa caratteristica avviene utilizzando una o più frasi del linguaggio di input, descritte più avanti.

Per evitare che qualche elemento non venga dimensionato per dimenticanza, scelto un parametro non è possibile passare alla definizione di un parametro successivo (ossia il programma continua a chiedere la definizione di nuovi gruppi di elementi) fin tanto che esista anche un solo elemento a cui non sia stato assegnato un valore.

In fase di definizione dei parametri, oltre ai codici di richiamo sopra indicati, possono essere usate le seguenti parole:

- END per interrompere la fase di input dei dati ed uscita dalla routine di input. Tale fase sarà perciò da usarsi ad esaurimento dei dati di input o per passare ad altra fase del programma;
- CALC per iniziare i calcoli;
- HELP per avere una sintesi dei parametri previsti dal programma (un asterisco accanto ad un codice di richiamo di un parametro sta ad indicare che l'input per quel parametro è già stato completato);
- MURI per l'input dei dati relativi a pareti di controvento eventualmente presenti. Per tale input si precisa che ogni parete è intesa di larghezza costante, pari alla lunghezza di campata. L'altezza di parete, che può essere minore della quota della soletta di copertura, deve però coincidere, in ogni caso, con la quota di una delle solette della struttura.
Lo spessore, variabile da piano a piano, è infine assunto costante all'interno di ciascun riquadro di parete.

Le frasi del linguaggio di input

Al fine di ridurre la mole di dati da impostare, si utilizza un "linguaggio" che, usando come "vocabolario" le parole memorizzate sui tasti funzione nonché i segni ",", (virgola) e "+" (somma) permette di individuare agevolmente una particolare trave o pilastro, o riquadro di soletta o di parete (gruppi di travi, di pilastri, riquadri di soletta o di parete).

Per individuare un particolare pilastro basta fornire il numero del telaio trasversale e longitudinale che su tale pilastro si intersecano ed il numero del piano corrispondente. Analogamente una trave è individuata dal numero del telaio (trasversale o longitudinale) di appartenenza, dal numero della campata (trasv. o longit.) corrispondente e dal numero del piano (della sua soletta di calpestio) cui la trave appartiene. Un riquadro di soletta è individuato dai numeri delle campate longitudinali e trasversali che su di esso si intersecano, nonché dal numero del piano (soletta di calpestio) di appartenenza. Infine un riquadro di parete è individuato dal numero del telaio di appartenenza, dal numero della campata di appartenenza e dal numero del piano corrispondente.

Tale modo di individuare elementi del telaio, è espresso nel linguaggio con una o più frasi dal seguente formato:

Aa [+ b] , Cc [+ d] , Ee [+ f]

La frase è suddivisa in tre campi separati dal segno "," (virgola). Ognuno di questi campi può essere ulteriormente diviso in due sottocampi separati dal segno "+" (somma). Le lettere minuscole rappresentano numeri interi positivi; i dati in parentesi quadre possono essere omessi quando l'incremento è nullo. Le lettere A, C rappresentano, in un ordine prestabilito e senza ripetizione, due tra le abbreviazioni poste sui tasti funzione 1*4. Sono quindi possibili le seguenti combinazioni:

- | | |
|------------|---|
| TT a, TL c | che individua una colonna come intersezione del telaio trasversale "a" con telaio longitudinale "c"; |
| TT a, CT c | che individua una trave mediante il telaio "a" e la campata "c" di appartenenza; |
| CT a, CT c | che individua un'area di soletta come intersezione della campata trasversale "a" e della campata longitudinale "c"; |

TT a, CT c che individua un riquadro di parete
 mediante il telaio trasversale "a"
 di appartenenza e la campata "c"
 trasversale di appartenenza.

Nella posizione della lettera E apparirà sempre la
abbreviazione posta sul tasto funzione 5 (la lettera
P) ad indicare il piano (la soletta di calpestio nel
caso di travi o riquadri di soletta) cui ci si rife-
risce. Quando nella posizione delle lettere A e C
trovansi contemporaneamente l'indicazione di telaio,
la prima indicazione dovrà essere quella del telaio
trasversale ossia TT. In modo analogo nel caso di
campate la prima indicazione dovrà essere quella di
campata trasversale ossia CT.

I valori a, c, e, precisano il numero del telaio,
della campata e del piano indicati da A, C, E.
I valori opzionali +b, +d, +f indicano un incremento;
ad es. P 1 + 2 sta a significare: "il piano 1 più i
due piani successivi" (ossia il secondo ed il terzo).

A titolo esemplificativo si riportano di seguito i
significati di alcune frasi con riferimento alla
struttura di fig. 2:

TL 1, CL 2, P 1	individua la trave AB
TL 2, CL 3+1, P 3+1	individua la trave CD e la trave C'D'
TT 2, TL 2, P 2	individua il pilastro EF
CT 1, CL 4, P 3	individua il riquadro di soletta ILDH
TT 5, TL 1, P 1+2	individua la pilastrata GONH
TT 3+2, TL 1+2, P 3+1	individua tutti i pilastri del 3° e 4° piano
TL 1, CL 1+3, P 1+2	individua tutte le travi del 1° tel. long.
CT 1+1, CL 1+3, P 1	individua l'intera soletta del 1° piano

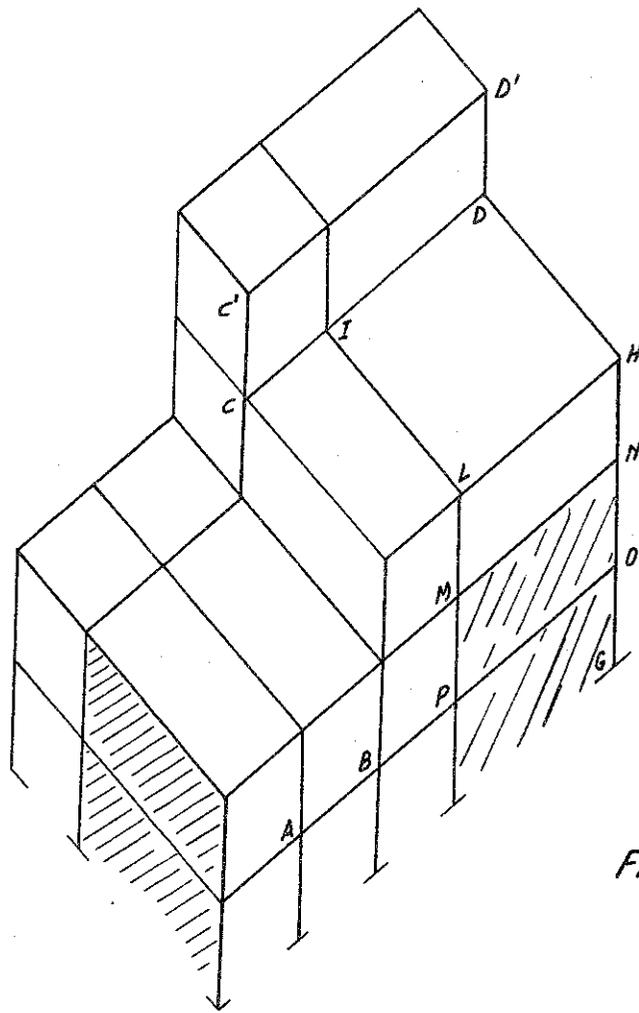


FIG. 2

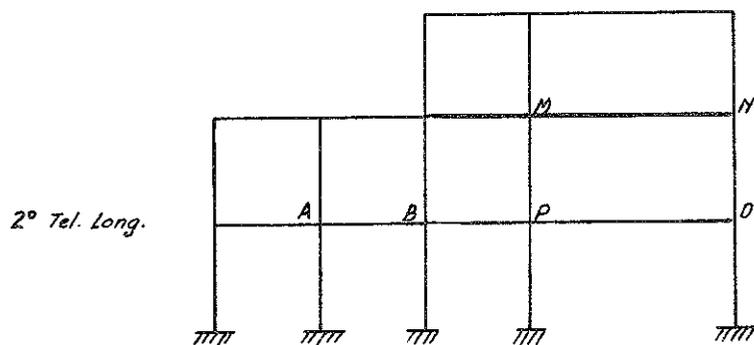
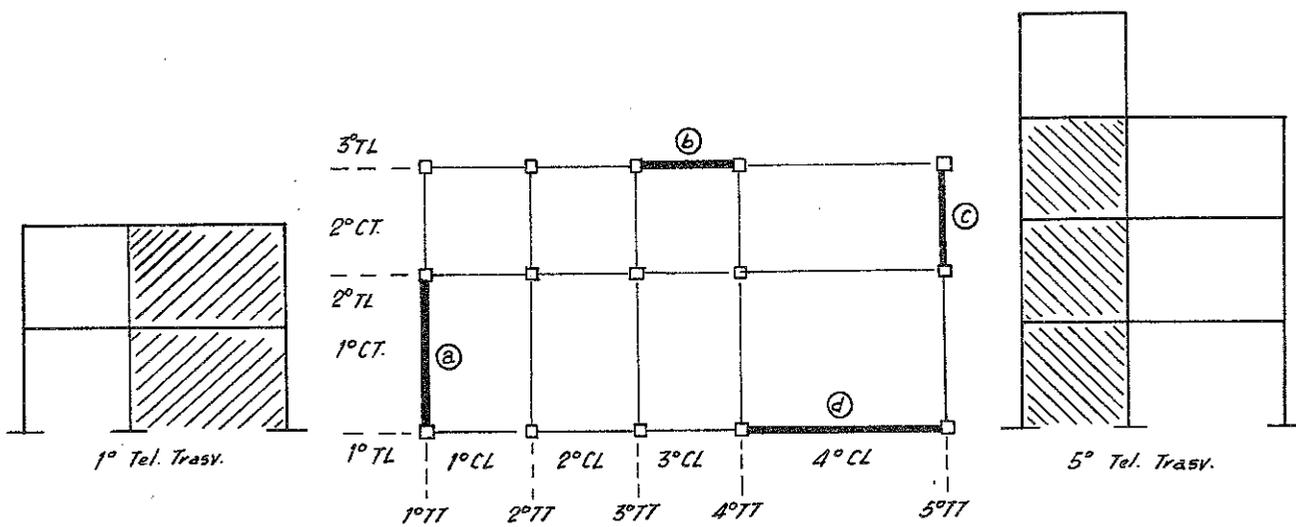
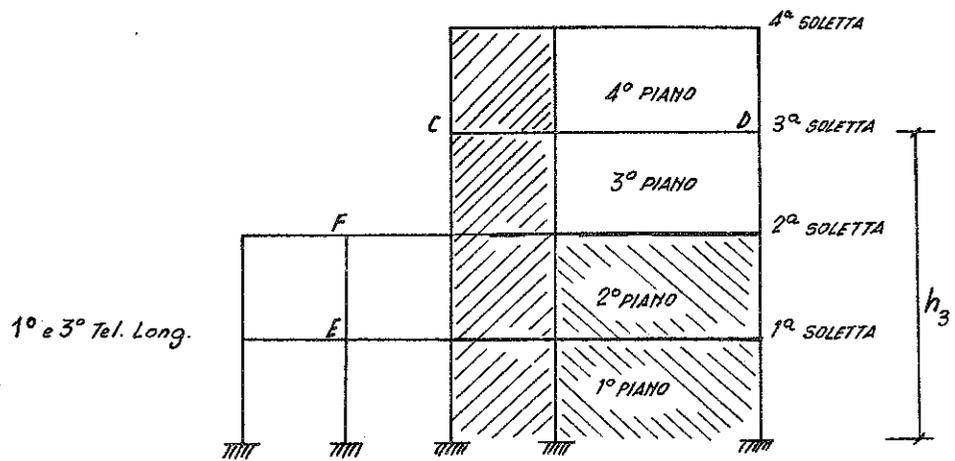


FIG. 2a.

TL 1+2, CL 1+3, P 1+3	individua le travi di tutti i telai long.
TT 5, CT 2, P 1+2	individua l'intera parete "c"
TL 1, CL 4, P 2	individua il riquadro MNOP della parete "d"

All'interno della routine MURI, gli incrementi +b, +d, devono essere nulli; il valore di e+f determina l'altezza del muro rispetto alle fondazioni.

Possono essere inoltre usate le seguenti parole:

ALL	il valore del parametro definito viene assegnato a tutti gli elementi;
NEXT	chiude la rassegna degli elementi appartenenti al gruppo in corso di definizione e permette di definire i valori del parametro del gruppo successivo nonché gli elementi di appartenenza;
END	chiude la rassegna degli elementi appartenenti al gruppo in corso di definizione;
HELP	fornisce brevi indicazioni su come procedere nell'uso del linguaggio;
PRINT	fornisce la stampa dei dati relativi al parametro trattato.



Questo programma è usato per immettere i dati della struttura e memorizzarli in un file esterno. Questo programma permette anche di correggere i dati immessi precedentemente.

Metodo

Tutti i dati numerici trattati da questo programma sono in semplice precisione, cioè sei cifre significative dopo la virgola, i calcoli sono eseguiti in doppia precisione cioè 13 cifre significative dopo la virgola.

L'input di tutti i dati della struttura è diviso in varie parti, chiamate parametri, che permettono di definire compiutamente la nostra struttura.

Il numero dei parametri è 13. La lista dei parametri può essere chiamata con la parola "HELP" la quale è presente anche in una delle funzioni chiave (F-16).

Quando è già stato effettuato l'input di un parametro compare un asterisco accanto al parametro eseguito qualora vengano listati i parametri (con la parola "HELP").

Funzioni chiave considerate

END	CALC						HELP
TT	TL	CT	CL	P	ALL	NEXT	MURI

- F₁ Indica la frase "telaio trasversale"
- F₂ Indica la frase "telaio longitudinale"
- F₃ Indica la frase "campata trasversale"
- F₄ Indica la frase "campata lonfitudinale"
- F₅ Indica la frase "piano"
- F₆ Indica la frase "ALL" cioè "tutti"

- F₇ Indica la frase "NEXT" cioè "prossima (frase)"
- F₈ Indica il parametro muri
- F₉ Indica la fine di una frase o di un parametro
- F₁₀ Indica l'inizio del calcolo
- F₁₆ Indica "HELP":
- immesso alla domanda "parametri?" stampa la lista dei parametri evidenziando quelli già fatti
 - immesso alla domanda "frase?" suggerisce il modo di immettere le frasi.

Procedure operative

Nella "procedura operativa" verrà eseguito "passo per passo" l'input di un programma.

I simboli adottati sono i seguenti:

□ Significa display cioè identifica quello che compare sul display

□ Identifica la stampa su stampante integrata

Introdurre il disco sistema

Iniziare il programma digitando RUN * SISMA e premendo il tasto END OF LINE (OEL). Da notare che questo tasto dovrà essere premuto per immettere ogni frase che si è precedentemente digitata.

□ ANALISI SISMICA

□ OLIVETTI P 6060 SERIE ANALISI STRUTTURALE
ANALISI SISMICA CODE...

STRUTTURA NUOVA (SI = 1, NO = 0)?

Immettere 1 o 0

Se la risposta è 0 il programma stamperà l'input effettuato.

Se la risposta è 1 proseguire.

TITOLO STRUTTURA (max 32 car.)

Immettere il titolo della struttura
es. TELAI0

STRUTTURA: TELAI0

N° TELAI TRASVERSALI (max. 10)?

Immettere il numero dei telai trasversali della struttura

es. 5

1 N. TELAI TRASVERSALI 5

N. TELAI LONGITUDINALI (max. 10)?

Immettere il numero dei telai trasversali
es. 3

2 N. TELAI LONGITUDINALI 3

N. SOLETTE (max. 10)?

Immettere il numero di solette

3 N. SOLETTE 3

GRADO DI SISMICITA'?

Immettere il grado di sismicità della zona ove è

posta la struttura.
es. 9 (zona 2^a categoria)
(vedi fascicolo norme allegato)

4 GRADO DI SISMICITA' 9

COEFF. DI RISPOSTA?

Immettere il coeff. di risposta
es. 1

5 COEFF. DI RISPOSTA 1

COEFF. DI FONDAZIONE?

Immettere il coefficiente di fondazione
es. 1

COEFF. DI FONDAZIONE 1

COEFF. DI STRUTTURA?

Immettere il coefficiente di struttura
es. 1

COEFF. DI STRUTTURA 1

CORREZIONI (SI = 1, NO = \emptyset)

Immettere 1: cioè SI
Nel caso che non si desideri correggere immettere \emptyset
proseguendo al punto 2.1

CORREZIONI

RIGA NUMERO?

Immettere il numero della riga che si desidera cor-

reggere
es. 4

GRADO DI SISMICITA'?

Immettere il grado di sismicità
es. 12 (zona di 1° categoria)

GRADO DI SISMICITA' 12

CORREZIONI (SI = 1, NO = \emptyset)?

Immettere \emptyset cioè NO: compaiono sul foglio le unità di misura

UNITA' DI MISURA
=====

LUNGHEZZA	m
AREA SEZIONE	cm ²
MOMENTO INERZIA	cm ⁴
MODULO ELASTICO	kg/cm ²
PESO SOLETTE	kg/m ²
PESO SPECIFICO	kg/m ³

CAMPATA TRASV. NUMERO LUNGHEZZA

LUNGHEZZA CAMPATA TRASV. 1?

Immettere la lunghezza della prima campata trasversale
es. 5

1 5

LUNGHEZZA CAMPATA TRASV. 2

Immettere la lunghezza della 2^a campata trasversale
es. 6

2 6

CORREZIONI (SI = 1, NO = \emptyset)?

Immettere 1 o 0
es. 1

CORREZIONI

CAMPATA TRASV. ?

Immettere il numero della campata trasversale che
si desidera correggere
es. 2

LUNGHEZZA CAMPATA 2?

Immettere il nuovo valore della lunghezza della cam-
pata 2^a
es. 5

2 5

CORREZIONI (SI = 1, NO = \emptyset)?

Immettere \emptyset

CAMPATA LONG. NUMERO LUNGHEZZA

LUNGHEZZA CAMPATA LONG. 1?

Immettere la lunghezza della prima campata longitu-
dinale
es. 5

1 5

LUNGHEZZA CAMPATA LONG. 2?

Immettere la lunghezza della seconda campata longi-

tudinale

es. 5

2 5

LUNGHEZZA CAMPATA LONG. 3?

Immettere la lunghezza della 3^a campata longitudinale
es. 5

3 5

LUNGHEZZA CAMPATA LONG. 4?

Immettere la lunghezza della 4^a campata longitudinale
es. 5

4 5

CORREZIONI (SI = 1, NO = \emptyset)

Immettere 1 o \emptyset
es. \emptyset

PIANO NUMERO ALTEZZA

ALTEZZA PIANO 1 ?

Immettere l'altezza del 1° piano
es. 3

1 3

ALTEZZA PIANO 2 ?

Immettere l'altezza del 2° piano
es. 3

2 3

ALTEZZA PIANO 3 ?

Immettere l'altezza del 3° piano
es. 4

3 4

CORREZIONI (SI = 1, NO = Ø)

Immettere 1 o Ø
es. 1

CORREZIONI

PIANO ?

Immettere il numero del piano di cui si vuole cor-
reggere l'altezza
es. 3

ALTEZZA PIANO 3 ?

Immettere la nuova altezza del terzo piano
es. 3

3 3

CORREZIONI (SI = 1, NO = Ø)

Immettere 1 o Ø
es. Ø

*** MEMORIZZAZIONE DATI ***

*** INIZIALIZZAZIONE FILE ***

◻ PARAMETRO ?

Immettere l'abbreviazione di uno dei parametri che caratterizzano la struttura, qualora non si conosca questa abbreviazione occorre immettere "HELP" con la chiave F-16
es. HELP (F-16)

ABBREVIAZIONE	PARAMETRO CORRISPONDENTE
*****	*****
PST.....	Peso specifico travi
AST.....	area sezione travi
PSP.....	Peso specifico pilastri
ASP.....	area sezione pilastri
ILP.....	inerzia long. pilastri
ITP.....	inerzia trasv. pilastri
MEP.....	modulo elastico pilastri
MTP.....	modulo tors. pilastri
PPS.....	Peso proprio solette
CRS.....	coeff. riduz. sovracc.
SPS.....	sovracc. permanente
SAS.....	sovracc. accidentale
MURI.....	muri di controventamento
CALC.....	inizio calcoli
END.....	interruzione programma
HELP.....	stampa questo testo

Essendo i parametri numerosi e soprattutto essendo la routine ripetitiva, si considerano solamente i parametri più significativi.

◻ PARAMETRO ?

Immettere l'abbreviazione di un parametro
es. PST

◻ PST peso specifico travi

VALORE FRASE

◻ VALORE ?

Immettere il valore del parametro considerato
es. 2.500

◻ FRASE ?

Immettere la particolare frase che individua le travi che hanno il valore immesso precedentemente.

Se non si conosce la particolare frase occorre im-
mettere "HELP" (F-16)

Per frase si intende una sequenza di caratteri, avente lo scopo di individuare uno o più elementi strutturali, composta secondo il formato :

A(+a),++ B(+b),P C(+c)

dove

= TT opp. TL, per indicare un telaio trasversale o longitudinale

++ = CT opp. CL

per indicare una campata trasversale o longitudinale.

A,B,C sono indici interi positivi che individuano un elemento strutturale

a,b,c sono incrementi e possono essere omissi se nulli

Sono pure ammesse le seguenti parole :

ALL il valore specificato viene assegnato a tutti gli elementi strutturali a cui e' riferito

NEXT per impostare il valore del gruppo successivo

HELP provoca la stampa di questo testo

FRASE ?

Immettere la frase relativa a tutte le travi che hanno il valore immesso precedentemente
es. tutte le travi dei telai trasversali:
TT 1 + 4, CT 1 + 1, P 1 + 2

2500 TT 1 + 4, CT 1 + 1, P 1 + 2

FRASE ?

Immettere NEXT o END o PRINT
es. NEXT cioè l'altra frase (F-7)

VALORE ?

Immettere il valore relativo al parametro considerato
es. 2400

FRASE ?

Immettere la frase relativa al valore precedente
es. tutte le chiavi dei telai long.
TL 1 + 2, CL 1 + 3, P 1 + 2

2400 TL 1 + 2, CL 1 + 3, P 1 + 2

FRASE ?

Immettere la frase NEXT o END o PRINT
es. nel nostro caso avendo definito tutte le travi
abbiamo terminato i dati relativi al parametro con-
siderato ed immettiamo "END" (F-9)

** MEMORIZZAZIONE DATI **

PARAMETRO ?

Immettere l'abbreviazione del parametro che si desi-
dera prendere in considerazioni
es. A.S.P. (cioè area sezione pilastri)

ASP area sezione pilastri

VALORE FRASE

VALORE ?

Immettere il valore relativo al parametro
es. 900

FRASE ?

Immettere la frase che indica i pilastri che hanno
il suddetto valore
es. TT 1+4, TL 1+2, P 3 (tutti i pilastri del terzo
piano)

900 TT 1+4, TL 1+2, P 3

FRASE ?

Immettere END o PRINT o NEXT
es. NEXT (F-7)

VALORE ?

Immettere il valore di altri pilastri
es. 1225

FRASE ?

Immettere la frase relativa ai pilastri che hanno
il suddetto valore
es. TT 1+4, TL 1+2, P 2 (pilastri del 2° piano)

1225 TT 1+4, TL 1+2, P 2

FRASE ?

Immettere END o NEXT o PRINT
es. NEXT

VALORE ?

Immettere il valore
es. 1600

FRASE ?

Immettere la frase corrispondente
es. TT 1+4, TL 1+2, P 1 (tutti i pilastri del 1°
piano)

1600 TT 1+4, TL 1+2, P 1

FRASE ?

Immettere END o NEXT o PRINT
Avendo già definito tutti i pilastri e non volendo
modificare i valori immettere END.

*** MEMORIZZAZIONE DATI ***

PARAMETRO ?

Immettere SPS cioè sovraccarico permanente solette

SPS sovracc. permanente

VALORE FRASE

VALORE ?

Immettere il valore
es. 200

FRASE ?

Immettere la frase corrispondente
es. ALL

200 ALL

FRASE ?

Immettere NEXT o END o PRINT
es. NEXT

VALORE ?

Immettere il valore corrispondente
es. 150

FRASE ?

Immettere la frase che evidenzia il riquadro di
soletta
es. CT 1, CL 1, P 1 (il 1° riquadro)

150 CT 1, CL 1, P 1

FRASE ?

Immettere NEXT o END o PRINT
es PRINT

sovracc. permanente

1	150	2	200
3	200	4	200
5	200	6	200
7	200	8	200
9	200	10	200
11	200	12	200
13	200	14	200
15	200	16	200
17	200	18	200
19	200	20	200
21	200	22	200
23	200	24	200

FRASE ?

Immettere NEXT o END o PRINT
es. END

*** MEMORIZZAZIONE DATI ***

PARAMETRO ?

Immettere un parametro
es. MURI (F-8)

N° di MURI ?

Immettere il numero totale dei muri che possiedono
una funzione statica
es. 1

MURO 1

PESO SPEC. (MURO 1) ?

Immettere il valore del peso specifico del primo
muro
es. 2500

MODULO ELAST. (MURO 1) ?

Immettere il valore del modulo elastico
es. 300.000

MODULO TORSIONALE (MURO 1)

Immettere il modulo torsionale del 1° muro
es. 110.000

PESO SPEC. 2500 MODULO ELAST. 300.000 MODULO TORS.
110.000

FRASE ?

Immettere la frase che evidenzia il muro considerato
es. TT 1, CT 1, P 1+2

FRASE TT 1, CT 1, P 1+1

Soletta	Area	Inerzia
---------	------	---------

AREA DELLA SOLETTA ?

Immettere l'area del muro alla prima soletta
es 10.000

INERZIA ALLA SOLETTA 1 ?

Immettere l'inerzia del muro alla prima soletta
es. 6,25 E 8

<input type="checkbox"/> 1	10.000	6,25 E 8
----------------------------	--------	----------

AREA ALLA SOLETTA 2 ?

Immettere l'area del muro alla quota della 2^a soletta
es. 9000

INERZIA ALLA SOLETTA 2 ?

Immettere l'area alla soletta 2
es. 5,8 E 8

2 9000 5,8 E 8

CONFERMA DATI MURO 1 (SI = 1, NO = \emptyset)

Immettere 1 o \emptyset
es. 1

PARAMETRO ?

Immettere uno dei parametri evidenziati con l'istruzione HELP. Se i parametri sono stati definiti completamente è possibile iniziare il calcolo immettendo CALC (F-10)

Se compare il messaggio "non tutti i parametri della struttura sono stati definiti" occorrerà ritornare alla frase di definizione dei parametri di "input" dove, con la frase "help" è possibile individuare quali parametri restano ancora da definire.

Messaggi di errore

Nel caso che sia immesso un carattere che non si addice alla domanda evidenziata sul display compare un messaggio di errore:

ERROR RETYPE

schiacciando il tasto SHIFT e la freccia corrispondente ricompare il testo della domanda.

3. GENERALITA' SUL METODO DI CALCOLO

Calcolo delle rigidezze dei telai di piano

Nel programma SISMA il calcolo della rigidezza dei telai di piano viene fatto nell'ipotesi di rigidezza infinita dei traversi, ossia nell'ipotesi che sotto l'azione di una forza unitaria alla quota del traverso superiore la deformata del telaio di piano sia del tipo di fig. 3:

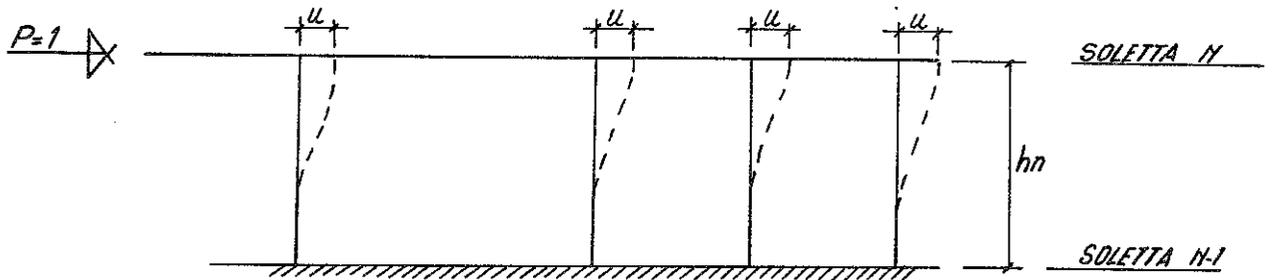


FIG. 3

In tal modo la rigidezza del telaio di piano è fornita dalla somma delle rigidezze dei singoli pilastri. Indicando con $R_{n-1, n}$ la rigidezza del telaio di piano tra la (n-1)-esima e la n-esima soletta, nonché con r_i ($i=1 \dots n$) la rigidezza del generico degli n pilastri del telaio in esame, potrà scriversi:

$$R_{n-1, n} = \sum_{i=1}^n r_i \quad (1)$$

dove nell'ipotesi di pilastri vincolati con incastro ai traversi:

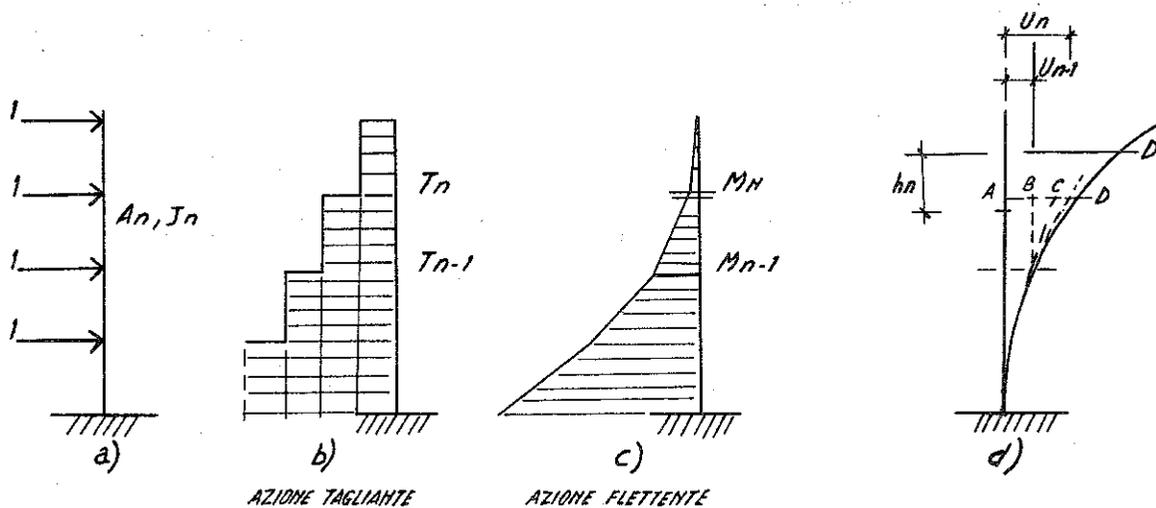
$$r_i = [h_n^3 / (12 E J_i) + 1,2 h_n / (G A_i)]^{-1} \quad (2)$$

In (2) il secondo termine in parentesi tiene conto degli effetti del taglio sulle deformazioni in presenza di pilastri rettangolari o quadrati ($\chi = 1,2$). Forme della sezione dei pilastri e/o tipi di vincoli diversi da quelli sopra indicati richiedono l'intervento all'interno del programma per la sostituzione della (2) con altra espressione.

Calcolo delle rigidezze delle pareti

Il calcolo delle rigidezze di una parete relative a ciascun piano viene svolto sulla base dello schema statico di fig. 4 in presenza di un sistema di forze fittizio costituito da forze orizzontali unitarie alla quota delle solette di piano.

Dall'andamento della deformata di fig. 4d



appare che lo spostamento u_n alla quota della n-esima soletta può scriversi nella n forma:

$$u_n = u_{n-1} + \gamma_{n-1} h_n + u_{n-1}''^n \quad (3)$$

dove u_{n+1} e u_{n-1} sono lo spostamento e la rotazione della sezione alla quota della soletta (n-1)-esima, mentre u_{n-1} è il contributo dovuto alla inflessione e traslazione per taglio del tratto di parete compreso tra la soletta n-esima e la (n-1)-esima.

L'espressione di $u_{n-1}''^n$ è data dalla relazione:

$$u_{n-1}''^n = h_n^3 M_n / (2EJ_n) + h_n^3 T_n / (3EJ_n) + \chi h_n T_n / (GA_n) \quad (4)$$

mentre la rotazione della sezione alla quota della generica soletta è data dall'espressione:

$$\dot{\gamma}_n = \dot{\gamma}_{n-1} + h_n M_n / (EJ_n) + h_n^2 T_n / (2EJ_n) \quad (5)$$

con $\dot{\gamma} = 0$ La rigidezza della parete al piano compreso tra la (n-1)-esima e n-esima soletta diventa perciò:

$$r_{n-1,n}^p = T_n / (u_n - u_{n-1}) \quad (6)$$

Una migliore approssimazione della rigidezza potrebbe ottenersi ripetendo il calcolo sullo stesso schema di fig. 4a ma in presenza dei carichi che risulterebbero dalla distribuzione delle forze orizzontali tra i telai e le pareti dell'edificio (cfr. A3) sulla base delle rigidezze valutate con le (2) e (6). Iterando più volte il procedimento si perviene a valutazioni via via meglio approssimate delle rigidezze. Per i casi normali ci si può tuttavia fermare alla prima approssimazione (adottata dal programma).

Ripartizione delle forze orizzontali

Si considerino le forze orizzontali (cfr normativa DM 3/3/75 paragrafo C. 6.1.1):

$$F_i = K_{hi} W_i \quad (7)$$

agenti, alla quota di ciascuna soletta i , secondo una prefissata direzione (ad es. parallela ai telai trasv.), W_i e K_{hi} essendo rispettivamente il "peso" ed il coefficiente sismico relativi alla soletta i -esima, valutati come indicato nella citata normativa.

Detto n il numero totale delle solette, tali forze daranno luogo ad una forza totale di taglio della azione sismica T_i alla quota della soletta i (somma delle azioni F_j applicate a tutti i piani superiori), data dalla relazione:

$$T_i = \sum_{j=1}^{n_s} F_j \quad (8)$$

Indicando con n_t il numero dei telai tra i quali dover ripartire tale azione tagliante, si avrà che la forza totale di taglio alla quota della soletta i -esima dello j -esimo telaio sarà fornita dalla relazione:

$$\bar{T}_i^j = \frac{T_i (R_{i,i+1}^j + r_{i,i+1}^{p,j})}{\sum_{j=1}^{n_t} (R_{i,i+1}^j + r_{i,i+1}^{p,j})} \quad \begin{array}{l} i = 1 \dots n_s \\ j = 1 \dots n_t \end{array} \quad (9)$$

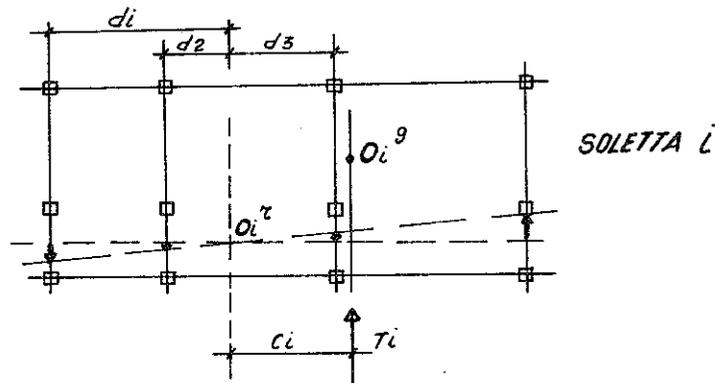
e quindi la forza (il carico) esterna orizzontale da applicare alla quota della soletta i -esima dello j -esimo telaio diverrà:

$$H_i^j = \bar{T}_i^j - \bar{T}_{i+1}^j \quad \begin{array}{l} i = 1 \dots n_s \\ j = 1 \dots n_t \end{array} \quad (10)$$

Le forze orizzontali (10) schematizzanti l'azione sismica sono stampate dal programma per tutti gli n_t telai. Ciascuno di questi telai dovrà poi essere studiato coi soliti metodi di analisi (cfr. ad es. il Plane Frame Analysis Program per il P. 6060) sotto l'azione dei carichi verticali (già noti al progettista) e delle forze (10) combinati nel modo più sfavorevole e tenendo conto dell'alternanza di segno delle forze H_i^j

Calcolo delle forze correttive

In presenza di eccentricità tra il baricentro O_i^g delle masse alla quota della soletta i e le forze H_i^j di cui in A3 dovranno essere corrette per tener conto degli effetti delle coppie torcenti indotte dall'eccentricità (cfr. fig. 5).



Indicando con e_i l'eccentricità della retta d'azione della forza T_i rispetto O_i^r , il momento torcente M_i^t di piano sarà:

$$M_i^t = T_i e_i \quad (11)$$

Le forze correttive vengono valutate nell'ipotesi di rotazione rigida della soletta i sotto l'azione di M_i^t . Indicando con φ_i tale rotazione e con u_i^j gli spostamenti orizzontali indotti negli n_i telai resistenti nella direzione di T_i , la forza correttiva relativa allo j -esimo telaio sarà esprimibile nel modo seguente:

$$H_i^{c,j} = (R_{i-1,i}^j - r_{i-1,i}^{p,j}) u_i^j = (R_{i-1,i}^j + r_{i-1,i}^{p,j}) \varphi_i d_i^j \quad (12)$$

essendo d_i^j la distanza del telaio j dal baricentro O_i^r (positiva se dalla stessa parte di T_i). L'equivalenza dell'insieme delle forze correttive $H_i^{c,j}$ alla coppia torcente (10) impone infine la relazione:

$$\sum_{j=1}^{n_i} (R_{i-1,i}^j + r_{i-1,i}^{p,j}) \varphi_i d_i^j \cdot d_i^j = M_i^t \quad (13)$$

da cui la rotazione φ_i diventa:

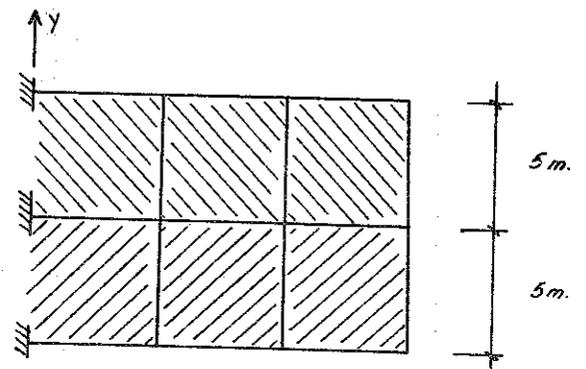
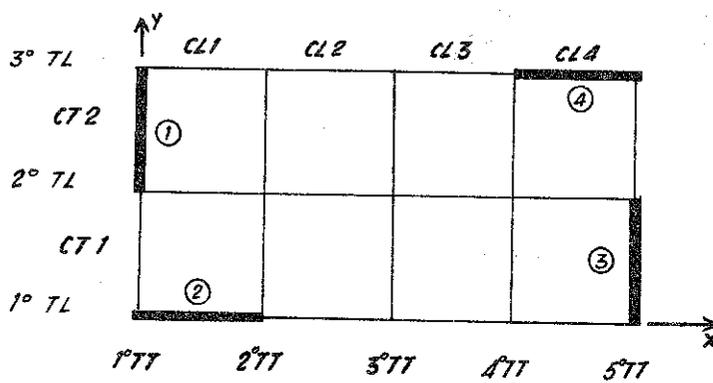
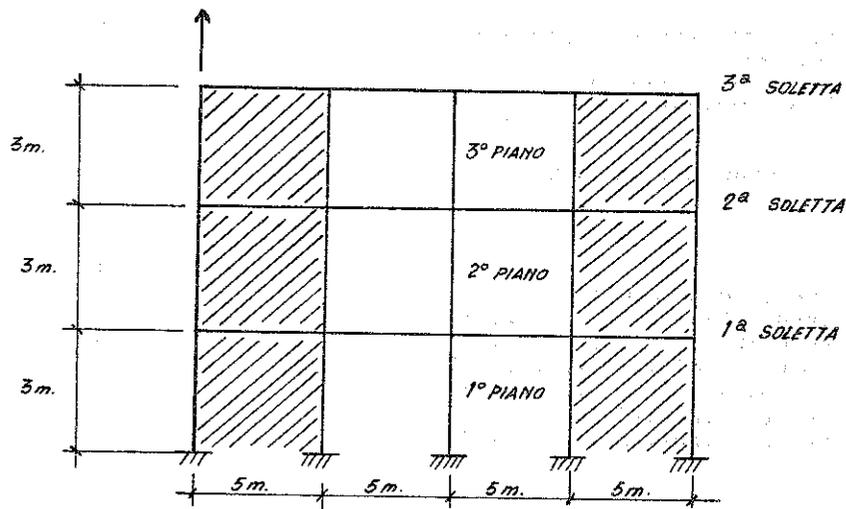
$$\varphi_i = \frac{M_i^t}{\sum_{j=1}^{n_i} (R_{i-1,i}^j + r_{i-1,i}^{p,j}) d_i^{j^2}} \quad (14)$$

e quindi la forza correttiva $H_i^{c,j}$ assume la forma:

$$H_i^{c,j} = \frac{(R_{i-1,i}^j + r_{i-1,i}^{p,j}) d_i^j}{\sum_{j=1}^{n_i} (R_{i-1,i}^j + r_{i-1,i}^{p,j}) d_i^{j^2}} M_i^t \quad (15)$$

Tali forze vanno algebricamente aggiunte alle forze H_i^j date dalla (10) in assenza di eccentricità tra O_i^r e O_i^g .

4. ESEMPIO DI CALCOLO



Olivetti PG060 SERIE INGEGNERIA CIVILE
 PROGRAMMA SISMA -cod.-----
 Documentato nel manuale utente -----
 Copyright 1977, by Olivetti

STRUTTURA :TELAIO

1	N. TELAI TRASVERSALI.....	5
2	N. TELAI LONGITUDINALI.....	3
3	N. SOLETTE.....	3
4	GRADO DI SISMICITA'.....	12
5	COEFF. DI RISPOSTA.....	1
6	COEFF. DI FONDAZIONE.....	1
7	COEFF. DI STRUTTURA.....	1

UNITA' DI MISURA

=====

LUNGHEZZA	m
AREA SEZIONE	cm ²
MOMENTO INERZIA	cm ⁴
MODULO ELASTICO	kg/cm ²
PESO SOLETTE	kg/m ²
PESO SPECIFICO	kg/m ³

CAMPATA TRASU. NUMERO	LUNGHEZZA
1	5
2	5

CAMPATA LONG. NUMERO	LUNGHEZZA
1	5
2	5
3	5
4	5

PIANO NUMERO	ALTEZZA
1	3
2	3
3	3

ABBREVIAZIONE	PARAMETRO CORRISPONDENTE
*****	*****
PST.....	peso specifico travi
AST.....	area sezione travi
PSP.....	peso specifico pilastri
ASP.....	area sezione pilastri
ILP.....	inerzia long. pilastri
ITP.....	inerzia trasv. pilastri
MEP.....	modulo elastico pilastri
MTP.....	modulo tors. pilastri
PPS.....	peso proprio solette
CRS.....	coeff. riduz. sovracc.
SPS.....	sovracc. permanente
SAS.....	sovracc. accidentale
MURI.....	muri di controventamento
CALC.....	inizio calcoli
END.....	interruzione programma
HELP.....	stampa questo testo

PST peso specifico travi

VALORE FRASE
2500 ALL

AST area sezione travi

VALORE FRASE
1800 ALL

PSP peso specifico pilastri

VALORE FRASE
2500 ALL

ASP

area sezione pilastri

VALORE	FRASE
900	TT 1+4, TL 1+2, P 3
1225	TT 1+4, TL 1+2, P 2
1500	TT 1+4, TL 1+2, P 1

ILP

inerzia long. pilastri

VALORE	FRASE
67500	TT 1+4, TL 1+2, P 3
125052	TT 1+4, TL 1+2, P 2
213333	TT 1+4, TL 1+2, P 1

ITP

inerzia trasv. pilastri

VALORE	FRASE
67500	TT 1+4, TL 1+2, P 3
125052	TT 1+4, TL 1+2, P 2
213333	TT 1+4, TL 1+2, P 1

MEP

modulo elastico pilastri

VALORE	FRASE
300000	ALL

MTP modulo tors. pilastri

VALORE FRASE
0 ALL

PPS peso proprio solette

VALORE FRASE
340 ALL

ABBREVIAZIONE *****	PARAMETRO CORRISPONDENTE *****
* PST.....	peso specifico travi
* AST.....	area sezione travi
* PSP.....	peso specifico pilastri
* ASP.....	area sezione pilastri
* ILP.....	inerzia long. pilastri
* ITP.....	inerzia trasv. pilastri
* MEP.....	modulo elastico pilastri
* MTP.....	modulo tors. pilastri
* PPS.....	peso proprio solette
CRS.....	coeff. riduz. sovracc.
SPS.....	sovracc. permanente
SAS.....	sovracc. accidentale
MURI.....	muri di controventamento
CALC.....	inizio calcoli
END.....	interruzione programma
HELP.....	stampa questo testo

CRS coeff. riduz. sovracc.

VALORE FRASE
.33 CT 1+1,CL 1+3,P 3
.5 CT 1+1,CL 1+3,P 1+1

SAS sovracc. accidentale

VALORE FRASE
100 CT 1+1,CL 1+3,P 3
200 CT 1+1,CL 1+3,P 1+1

ABBREVIAZIONE	PARAMETRO CORRISPONDENTE
*****	*****
* PST.....	peso specifico travi
* AST.....	area sezione travi
* PSP.....	peso specifico pilastri
* ASP.....	area sezione pilastri
* ILP.....	inerzia long. pilastri
* ITP.....	inerzia trasv. pilastri
* MEP.....	modulo elastico pilastri
* MTP.....	modulo tors. pilastri
* PPS.....	peso proprio solette
* CRS.....	coeff. riduz. sovracc.
SPS.....	sovracc. permanente
* SAS.....	sovracc. accidentale
MURI.....	muri di controventamento
CALC.....	inizio calcoli
END.....	interruzione programma
HELP.....	stampa questo testo

SPS sovracc. permanente

VALORE	FRASE
100	CT 1+1,CL 1+3,P 3
200	CT 1+1,CL 1+3,P 1+1

ABBREVIAZIONE	PARAMETRO CORRISPONDENTE
*****	*****
* PST.....	peso specifico travi
* AST.....	area sezione travi
* PSP.....	peso specifico pilastri
* ASP.....	area sezione pilastri
* ILP.....	inerzia long. pilastri
* ITP.....	inerzia trasv. pilastri
* MEP.....	modulo elastico pilastri
* MTP.....	modulo tors. pilastri
* PPS.....	peso proprio solette
* CRS.....	coeff. riduz. sovracc.
* SPS.....	sovracc. permanente
* SAS.....	sovracc. accidentale
MURI.....	muri di controventamento
CALC.....	inizio calcoli
END.....	interruzione programma
HELP.....	stampa questo testo

Muro 1
 Peso spec. 2500 Modulo elast. 300000 Modulo tors. 0
 FRASE TT 1,CT 2,P 1+2
 Soletta Area Inerzia
 1 10000 2.0830000E+08
 2 10000 2.0830000E+08
 3 10000 2.0830000E+08

Muro 2
 Peso spec. 2500 Modulo elast. 300000 Modulo tors. 0
 FRASE TL 1,CL 1,P 1+2
 Soletta Area Inerzia
 1 10000 2.0830000E+08
 2 10000 2.0830000E+08
 3 10000 2.0830000E+08

Muro 3
 Peso spec. 2500 Modulo elast. 300000 Modulo tors. 0
 FRASE TT 5,CT 1,P 1+2
 Soletta Area Inerzia
 1 10000 2.0830000E+08
 2 10000 2.0830000E+08
 3 10000 2.0830000E+08

Muro 4
 Peso spec. 2500 Modulo elast. 300000 Modulo tors. 0
 FRASE TL 3,CL 4,P 1+2
 Soletta Area Inerzia
 1 10000 2.0830000E+08
 2 10000 2.0830000E+08
 3 10000 2.0830000E+08

STRUTTURA:TELAIO

TELAI TRASVERSALI

CUNITA' DI FORZA kg)

SOLETTA	TELAIO 1	TELAIO 2	TELAIO 3	TELAIO 4
3	11843.4	874.414	874.414	874.414
2	10102.8	391.916	391.916	391.916
1	6099.8	-430.305	-430.305	-430.305

SOLETTA	TELAIO 5
3	11843.4
2	10102.8
1	6099.8

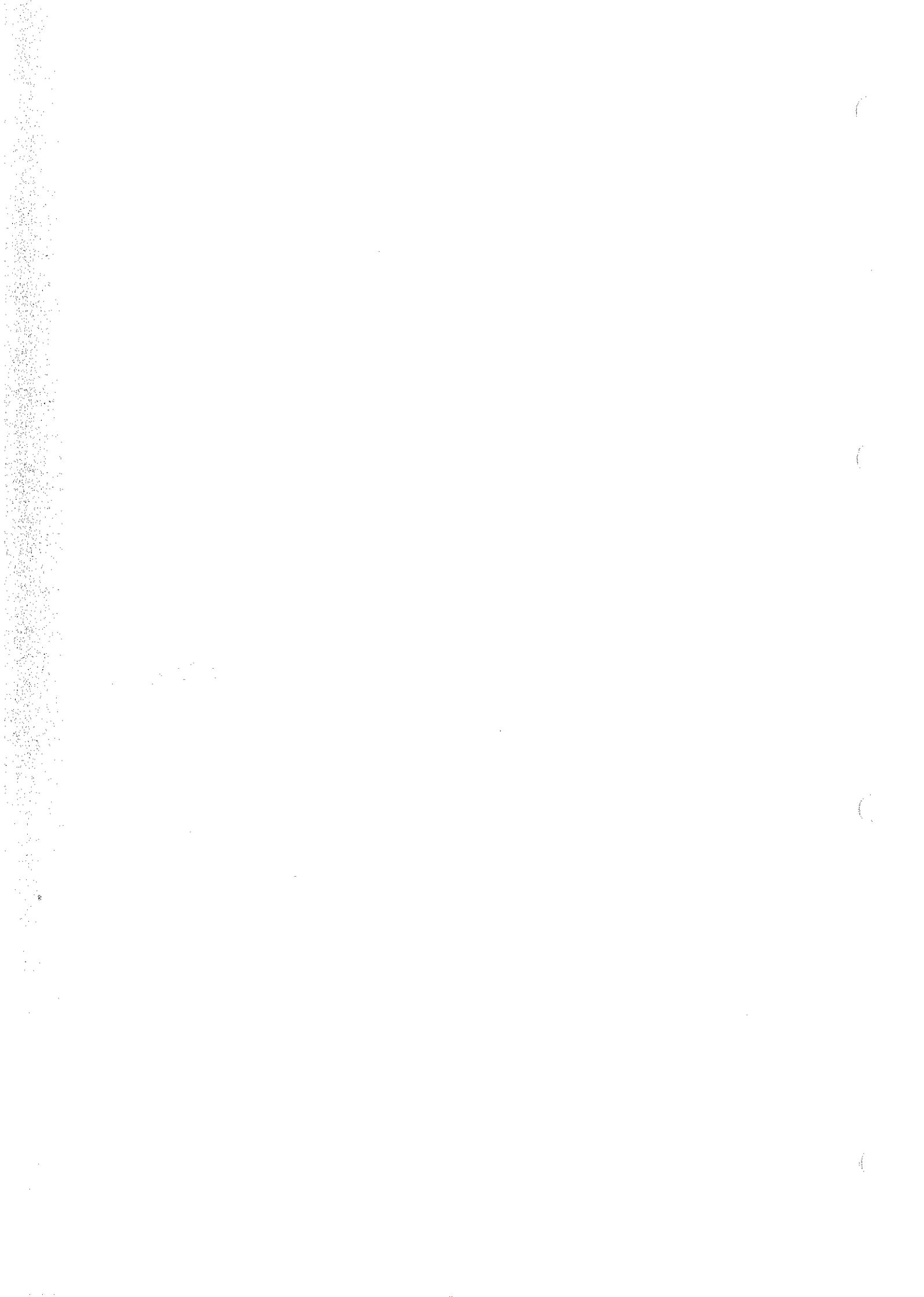
TELAI LONGITUDINALI

CUNITA' DI FORZA kg)

SOLETTA	TELAIO 1	TELAIO 2	TELAIO 3
3	12426.4	1457.35	12426.4
2	10364.4	653.24	10364.4
1	5812.6	-717.22	5812.6

Allegato

Le nuove norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche e le disposizioni concernenti la loro applicazione



Le nuove norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche e le disposizioni concernenti la loro applicazione

Decreti Ministeriali 3 Marzo 1975

Decreto Ministeriale 3 Marzo 1975 « Approvazione delle norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche » pubblicato nel supplemento ordinario alla Gazzetta Ufficiale n. 93 dell'8 aprile 1975 (testo integrale).

IL MINISTRO PER I LAVORI PUBBLICI DI CONCERTO CON IL MINISTRO PER L'INTERNO

Vista la legge 2 febbraio 1974, n. 64, recante provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche;

Ritenuto che, in forza dell'art. 3, primo comma, della citata legge n. 64/1974, devono essere emanate specifiche norme tecniche per la disciplina di tutte le costruzioni da realizzarsi in zone sismiche;

Visto il voto n. 688 dell'11 ottobre 1974, con il quale il Consiglio superiore dei lavori pubblici (assemblea generale) ha espresso, tra l'altro, il parere che la normativa tecnica così come elaborata sia meritevole di approvazione;

Decreta:

Art. 1

Sono approvate le norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche, formanti oggetto del voto n. 688 dell'11 ottobre 1974 del Consiglio superiore dei lavori pubblici e che risultano riportate in allegato al presente decreto, formandone parte integrante.

Art. 2

Ai sensi dell'art. 32 della ripetuta legge 2 febbraio 1974, n. 64, dette norme entrano in vigore trenta giorni dopo la pubblicazione del presente decreto nella Gazzetta Ufficiale della Repubblica italiana.

Roma, addì 3 marzo 1975

Il Ministro per i lavori pubblici
BUCALOSI

Il Ministro per l'interno
GUI

Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche

A. DISPOSIZIONI GENERALI

A.1. Oggetto delle norme - Classificazione delle zone sismiche

Le presenti norme tecniche disciplinano tutte le costruzioni la cui sicurezza possa comunque interessare la pubblica incolumità, da realizzarsi in zone dichiarate sismiche ai sensi del secondo comma dell'art. 3 della legge 2 febbraio 1974, n. 64, ferma restando l'applicazione delle norme di cui all'art. 1 della legge stessa.

Il grado di sismicità delle diverse zone da assumere per la determinazione delle azioni sismiche, e di quant'altro specificato nelle presenti norme tecniche, risulta dall'apposito decreto interministeriale.

Per tutte le costruzioni di cui all'art. 3 della legge 2 febbraio 1974, n. 64, valgono i criteri generali di progettazione riportati nella sezione B. Per gli edifici e per le opere di sostegno dei terreni valgono le disposizioni particolari riportate rispettivamente nelle sezioni C e D.

A.2. Terreni di fondazione e relative prescrizioni generali

I fattori influenzanti il comportamento delle fondazioni dovranno essere individuati e valutati in conformità di quanto stabilito dalle disposizioni vigenti ed in particolare dalla circolare del Ministero dei lavori pubblici 6 novembre 1967, n. 3797, e che si intende integralmente richiamata.

In particolare per le costruzioni su pendii devono essere eseguite le opportune indagini convenientemente estese al di fuori dell'area edificatoria per rilevare tutti i fattori occorrenti alla valutazione delle condizioni di stabilità dei pendii medesimi.

Dovranno inoltre essere eseguite indagini specifiche per tener conto in modo adeguato alle esigenze costruttive dell'eventualità che possano verificarsi nel sottosuolo dell'opera od in zone ad essa adiacenti fenomeni di liquefazione.

I risultati di tali accertamenti dovranno essere illustrati nelle relazioni sulle fondazioni di cui al quarto comma dell'art. 17 della legge 2 febbraio 1974, n. 64.

B. CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE

B.1. Disposizioni preliminari

Le sollecitazioni provocate dalle azioni sismiche orizzontali o verticali devono essere valutate convenzionalmente mediante una analisi statica ovvero mediante una analisi dinamica, seguendo i criteri generali contenuti nella presente sezione B.

Si potranno, in alternativa, eseguire analisi più approfondite fondate su un'opportuna e motivata scelta di un « terremoto di progetto » e su procedimenti di calcolo basati su ipotesi e su risultati sperimentali chiaramente comprovati.

B.2. Direzione delle componenti orizzontali delle accelerazioni del terreno durante il sisma

Si assumerà che il moto del terreno possa avvenire non contemporaneamente, in due qualsiasi direzioni orizzontali ortogonali prefissate dal progettista.

B.3. Masse strutturali

Le masse delle strutture sottoposte al moto impresso dal sisma sono quelle del peso proprio e dei sovraccarichi permanenti nonché di un'aliquota dei sovraccarichi accidentali.

Per i casi non contemplati nelle sezioni C e D, i sovraccarichi accidentali devono considerarsi presenti, in occasione del sisma, per un'aliquota del valore massimo ad essi assegnato nel calcolo statico di esercizio da valutare attraverso considerazioni statistiche.

Per i serbatoi, i contenitori, e le costruzioni o elementi di costruzione ad essi assimilabili, il peso del contenuto deve essere considerato totalmente presente.

B.4. Coefficiente di risposta

Si assume come coefficiente di risposta R della struttura una funzione del periodo fondamentale T_0 della stessa, per oscillazioni nella direzione considerata:

$$\begin{aligned} \text{per } T_0 > 0,8 \text{ secondi} & \quad R = 0,862/T_0^{2/3} \\ \text{per } T_0 \leq 0,8 \text{ secondi} & \quad R = 1,0 \end{aligned}$$

Se il periodo T_0 non viene determinato si assumerà $R = 1,0$.

B.5. Analisi statica

Gli effetti sismici possono essere valutati mediante l'analisi statica della struttura soggetta a:

a) un sistema di forze orizzontali parallele alla direzione prevista per il sisma; la risultante di tali forze viene valutata con l'espressione:

$$F_h = C \cdot R \cdot W$$

essendo:

$$C = \frac{S-2}{100} \text{ il coefficiente d'intensità sismica;}$$

S il grado di sismicità ($S \geq 2$);

R il coefficiente di risposta relativo alla direzione considerata;

W il peso complessivo delle masse strutturali.

Qualora la costruzione non rientri nei casi contemplati nelle sezioni C e D, la forza complessiva F_h deve considerarsi distribuita sulla struttura proporzionalmente alle singole masse presenti;

b) un sistema di forze verticali, distribuite sulla struttura proporzionalmente alle masse presenti, la cui risultante sarà:

$$F_v = m \cdot C \cdot W$$

nella quale è, in genere, $m = 2$, salvo quanto precisato nelle norme tecniche proprie di opere particolari.

Indicando con α_h e η_h rispettivamente le sollecitazioni (momento flettente, forza assiale, forza di taglio e momento torcente) e gli spostamenti prodotti dal sisma di forze orizzontali e con α_v e η_v le sollecitazioni e gli spostamenti prodotti dal sisma di forze verticali la singola componente di sollecitazione a e la singola componente di spostamento η risultano:

$$\alpha = \sqrt{\alpha_h^2 + \alpha_v^2} \quad \eta = \sqrt{\eta_h^2 + \eta_v^2} \quad (1)$$

L'analisi statica degli effetti sismici si può adottare per le costruzioni la cui struttura portante abbia uno schema statico semplice nei riguardi del suo comportamento sotto l'azione sismica, e che non presenti elementi spingenti o di luce notevole.

B.6. Analisi dinamica

Gli effetti sismici possono essere valutati mediante una analisi dinamica della struttura considerata in campo elastico lineare. Questa può essere eseguita con il metodo dell'analisi modale adottando per lo spettro di risposta, in termini di accelerazione, l'espressione:

$$a/g = C \cdot R$$

dove:

a è l'accelerazione spettrale;

g è l'accelerazione di gravità;

R è la funzione del periodo di vibrazione definito così come al punto B.4. per le accelerazioni orizzontali, mentre è $R = 1$ per le accelerazioni verticali.

L'analisi modale deve tenere conto almeno dei primi tre modi di vibrazione. Se la struttura presenta gruppo di modi indipendenti, il numero di modi considerati deve essere adeguatamente aumentato di conseguenza.

Per ciascuna eccitazione (orizzontale oppure verticale), indicando con α_i e η_i rispettivamente le sollecitazioni e gli spostamenti relativi al modo i -esimo, le sollecitazioni e gli spostamenti complessivi si calcolano con le espressioni:

$$\alpha = \sqrt{\sum \alpha_i^2} \quad \eta = \sqrt{\sum \eta_i^2}$$

La sovrapposizione degli effetti dovuti alle diverse eccitazioni si esegue con le (1).

B.7. Verifiche

Tutte le costruzioni in zone dichiarate sismiche, oltre ad essere verificate secondo le prescrizioni contenute nelle norme vigenti per le zone non sismiche, devono soddisfare le verifiche sismiche, che consistono nel controllo delle tensioni secondo il metodo delle tensioni ammissibili e, se necessario, dell'entità degli spostamenti. Tali verifiche si devono eseguire secondo quanto indicato nei successivi punti B.8., B.9., B.10.

B.8. Tensioni

Siano α le sollecitazioni dovute al sisma ed α_p quelle dovute alle altre azioni agenti contemporaneamente, escluso il vento.

Le tensioni dovute alle sollecitazioni $\alpha_p \pm \alpha$ devono rimanere entro i limiti prescritti dalle norme vigenti per i materiali impiegati, facendo riferimento, quando siano previste in dette norme, a condizioni di carico eccezionale.

B.9. Spostamenti

Le deformazioni di una struttura soggetta alle azioni del sisma più gravoso cui essa deve resistere, sono in realtà notevolmente superiori a quelle elastiche corrispondenti alle sollecitazioni $\alpha_p \pm \alpha$ che derivano dal calcolo convenzionale statico o dinamico sopra prescritto, cosicché la struttura esce, in generale, dal campo elastico lineare.

Quando non si eseguano analisi più accurate, basate su un'opportuna e motivata scelta di un « terremoto di progetto » e sul comportamento non lineare della struttura, la previsione degli spostamenti può essere fatta convenzionalmente nel modo seguente. Siano η gli spostamenti elastici dovuti al sisma, valutati come indicato al punto B.5. oppure al punto B.6.; siano η_p gli spostamenti elastici dovuti alle altre azioni, escluso il vento.

Gli spostamenti reali η_r si definiscono:

$$\eta_r = \eta_p \pm \Phi \eta$$

dove $\Phi = 6$ se gli η sono calcolati come in B.5. mentre $\Phi = 4$ se gli η sono calcolati con analisi dinamica.

Gli spostamenti così valutati non devono compromettere il mantenimento delle connessioni né dare luogo a martellamenti fra strutture indipendenti adiacenti.

Qualora una connessione sia affidata all'attrito, essa dovrà essere oggetto di particolari controlli da studiare caso per caso, onde verificare che eventuali scorrimenti non producano effetti dannosi.

B.10. Fondazioni

Il piano di posa delle fondazioni deve essere spinto in profondità in modo da non ricadere in zone ove risultino apprezzabili le variazioni stagionali del contenuto naturale d'acqua.

La fondazione studiata, in relazione alle caratteristiche dei terreni e del manufatto, deve soddisfare le seguenti prescrizioni:

a) le strutture di fondazione devono essere collegate tra loro da un reticolo di travi; tali collegamenti devono essere proporzionati in modo che siano in grado di sopportare una forza assiale di trazione o di compressione pari ad un decimo del maggiore dei carichi verticali presenti alle due estremità del collegamento stesso. È consentito omettere tali collegamenti purché la struttura sovrastante venga verificata per uno spostamento relativo dei punti tra i quali viene ommesso il collegamento.

Una valutazione di minimo per tale spostamento relativo, valida per terreni che presentino caratteristiche geotecniche uniformi, è data dalla relazione:

$$\Delta l = \frac{L}{1000}$$

dove:

L è la distanza tra i punti in esame

Δl è lo spostamento, con minimo di 2 cm

b) nelle fondazioni su pali questi devono avere un'armatura calcolata per la relativa componente sismica orizzontale ed estesa a tutta la lunghezza ed efficacemente collegata a quella della struttura sovrastante.

I calcoli di stabilità del complesso terreno-opera di fondazione vanno eseguiti con i metodi e i procedimenti della geotecnica, tenendo conto della sollecitazione $\alpha_p \pm \alpha$ che la struttura trasmette alle fondazioni.

C. EDIFICI

C.1. Sistemi costruttivi

Gli edifici possono essere costruiti con:

- struttura in muratura;
- struttura intelaiata in cemento armato normale o pre-compresso, acciaio o sistemi combinati dei predetti materiali;
- struttura a pannelli portanti, intendendosi per tale quella realizzata in tutto o in parte con pannelli aventi funzione portante;
- struttura in legname.

C.2. Altezza massima dei nuovi edifici

Per ogni fronte esterno l'altezza dei nuovi edifici, rappresentata dalla massima differenza di livello fra quelli del piano di copertura più elevato ed il terreno, ovvero, ove esista, il piano stradale o del marciapiede nelle immediate vicinanze degli edifici stessi, non può superare nelle strade e nei terreni in piano, i limiti riportati dalla tabella 1.

Nel caso di copertura a tetto detta altezza va misurata dalla quota d'imposta della falda e, per falde con imposte a quote diverse, dalla quota d'imposta della più alta.

TABELLA 1

Tipo di struttura	Altezza massima	
	$S \leq 9$	$S > 9$
Muratura	11,00 m	7,50 m
Intelaiatura	nessuna limitazione	
Pannelli portanti	25,00 m	15,00 m
Legname	7,00 m	7,00 m

Sono esclusi dal computo delle altezze gli eventuali torrioni delle scale e degli ascensori.

Nel caso che gli edifici abbiano un piano cantinato o seminterrato, la differenza di livello (misurata sulla stessa verticale) tra il piano più elevato di copertura (o la quota di imposta delle falde) e quello di estradosso delle strutture di fondazione, può eccedere di non più di 4 metri i limiti stabiliti nella precedente tabella 1.

Nelle strade o nei terreni in pendio le altezze massime di cui alla precedente tabella possono essere incrementate di 1,50 m purché la media generale delle altezze di tutte le fronti rientri nei limiti stabiliti nella tabella stessa.

Per le costruzioni in legname è ammessa la realizzazione di uno zoccolo in muratura e malta cementizia o in calcestruzzo semplice o armato la cui altezza non potrà però superare i 4 metri. In tal caso i limiti di cui alla precedente tabella 1 vanno riferiti alla sola parte in legname.

C.3. Limitazione delle altezze in funzione della larghezza stradale

Quando un edificio, con più di due piani in elevazione, con qualsivoglia struttura sia costruito, prospetta su spazi nei quali sono comprese o previste strade, fermi restando i limiti fissati nel precedente punto C.2. e fatte salve le eventuali maggiori limitazioni previste nei regolamenti locali e nelle norme di attuazione degli strumenti urbanistici, la minima distanza fra il contorno dell'edificio ed il ciglio opposto della strada, non deve essere inferiore a dieci metri; l'altezza massima dell'edificio misurata come indicato nel precedente punto C.2., per ciascun fronte dell'edificio stesso,

non deve essere superiore al doppio della suddetta minima distanza fra il contorno dell'edificio ed il ciglio opposto della strada.

Agli effetti del presente punto deve intendersi:

a) per contorno dell'edificio la proiezione in pianta del fronte dell'edificio stesso, escluse le sporgenze di cornici e balconi aperti;

b) per strada l'area di uso pubblico aperta alla circolazione dei pedoni e dei veicoli nonché lo spazio inedificabile non cintato aperto alla circolazione pedonale;

c) per ciglio la linea di limite della sede stradale o dello spazio di cui al punto b);

d) per sede stradale la superficie formata dalla carreggiata, dalle banchine e dai marciapiedi.

Negli edifici in angolo su strade di diversa larghezza è consentito, nel fronte sulla strada più stretta e per uno sviluppo, a partire dall'angolo, pari alla larghezza della strada su cui prospetta, un'altezza uguale a quella consentita dalla strada più larga.

C.4. Edifici contigui

Due edifici non possono essere costruiti a contatto, a meno che essi non costituiscano un unico organismo statico realizzando la completa solidarietà strutturale.

Nel caso in cui due edifici contigui formino organismi distaccati, essi dovranno essere forniti di giunto tecnico di dimensione:

$$d(h) = \frac{h}{100}$$

ove $d(h)$ è la distanza fra due punti affacciati, posti alla quota h a partire dal piano di spiccato delle strutture in elevazione.

Analogo dimensionamento deve adottarsi in corrispondenza dei giunti di dilatazione degli edifici.

C.5. Edifici in muratura

Fino a quanto non saranno emanate le norme di cui all'art. 1, lettera a), della legge 2 febbraio 1974, n. 64, con i conseguenti adeguamenti delle prescrizioni per le zone sismiche, gli edifici in muratura devono soddisfare i seguenti requisiti:

a) le strutture costituenti i vari orizzontamenti, comprese le coperture di ogni tipo, non devono essere spingenti;

b) le murature devono essere solidali tra loro mediante opportune ammorsature agli innesti ed agli incroci, evitando di inserirvi canne fumarie o vuoti di qualsiasi genere;

c) in corrispondenza dei solai di piano e della copertura, sia essa a tetto o a terrazza, si devono disporre sulle murature cordoli in cemento armato di larghezza pari a quella della muratura sottostante e di altezza minima pari almeno alla metà della larghezza. L'armatura di detti cordoli deve essere costituita da almeno quattro tondi di diametro non inferiore a 16 mm; le legature trasversali (staffe) devono essere costituite da tondi di diametro non inferiore a 6 mm poste a distanza non superiore a 25 centimetri.

Per assicurare il comportamento a catena dei cordoli suddetti, deve essere assicurata la continuità dell'armatura ed il suo ancoraggio alle estremità;

d) le aperture praticate nei muri maestri devono essere delimitate da zone di muratura di dimensioni pari ad almeno la metà della larghezza del vano stesso; due aperture contigue devono essere separate da una zona di muratura di larghezza almeno pari a quella del vano più largo;

e) ciascun muro maestro deve essere intersecato da altri muri maestri trasversali, ad esso ben ammorsati, ad interasse non superiore a 7 m;

f) la muratura portante deve essere realizzata con mattoni o blocchi squadrate, gli uni e gli altri pieni, con impiego di malta cementizia. È ammesso per gli edifici con non più di 2 piani l'uso di muratura di pietrame listata (interasse delle listature $\leq 1,5$ m) con impiego di malta cementizia;

g) nei due piani più alti è ammesso l'uso di muratura con mattoni o blocchi squadrate semipieni rispondenti alle prescrizioni di cui all'allegato I;

h) le murature devono avere all'ultimo piano lo spessore minimo d_0 riportato nella tabella 2; detto spessore sarà aumentato di una testa oppure di 15 cm ogni piano sottostante e di 20 cm in fondazione:

TABELLA 2

Tipo di muratura	d_0	
	$S \leq 9$	$S > 9$
Mattoni o blocchi (pieni o semipieni)	2 teste oppure 30 cm	3 teste oppure 40 cm
Pietrame	40 cm	50 cm

i) la distanza massima fra lo spiccato dalle fondazioni e l'intradosso del primo solaio (o fra due solai successivi) non può superare i 7 metri;

l) al di sopra dei vani di porte e finestre devono essere disposti architravi in cemento armato o in acciaio efficacemente ammorsati nella muratura;

m) sono ammessi solai in cemento armato e laterizi o in acciaio efficacemente collegati ai cordoli. Le travi metalliche e i travetti prefabbricati devono essere prolungati nel cordolo per una lunghezza non inferiore alla metà della larghezza del cordolo stesso. Le travi metalliche devono essere inoltre munite di appositi ancoraggi;

n) le fondazioni possono essere realizzate con muratura ordinaria, purché sul piano di spiccato venga disposto un cordolo di calcestruzzo armato, le cui dimensioni ed armatura devono essere conformi a quanto prescritto al precedente punto c).

C.6. Edifici con strutture intelaiate

C.6.0. Simbologia

D, B = massime dimensioni della pianta dell'edificio, con $D \geq B$, nelle direzioni, ortogonali fra loro, delle azioni sismiche orizzontali

G_i = somma del peso proprio del piano i esimo dell'edificio e del sovraccarico permanente su di esso gravante

Q_i = massimo sovraccarico accidentale al piano i esimo previsto nel calcolo statico di esercizio

s = coefficiente di riduzione del sovraccarico

$W_i = G_i + s Q_i$ = « peso » da considerare per la valutazione delle azioni sismiche

N = numero dei piani dell'edificio

$W = \sum_{i=1}^N W_i$ = « peso » totale dell'edificio

$$F_i = KW_i \text{ forza sismica}$$

$$K = \text{coefficiente sismico}$$

$$C = \frac{S-2}{100} = \text{coefficiente di intensità sismica}$$

$$S = \text{grado di sismicità}$$

$$R = \text{coefficiente di risposta}$$

$$\varepsilon = \text{coefficiente di fondazione}$$

$$\beta = \text{coefficiente di struttura}$$

$$\gamma_i = \text{coefficiente di distribuzione delle azioni sismiche.}$$

C.6.1. Analisi statica

L'analisi statica consiste nello schematizzare le azioni sismiche attraverso forze statiche proporzionali ai pesi W_i innanzi definiti: il coefficiente di proporzionalità (coefficiente sismico) si indicherà con il simbolo K e si distingueranno nel seguito un coefficiente per le azioni sismiche orizzontali K_h ed un coefficiente per le azioni sismiche verticali K_v .

C.6.1.1. Azioni orizzontali

Le azioni sismiche orizzontali si schematizzano attraverso l'introduzione di due sistemi di forze orizzontali agenti non contemporaneamente secondo due direzioni ortogonali. Le forze alle diverse quote devono essere applicate in corrispondenza dei baricentri dei « pesi » i quali generalmente possono essere riportati alle quote dei solai.

La forza orizzontale F_i alla generica quota, secondo una prefissata direzione, si ottiene dalla relazione:

$$F_i = K_{hi} \cdot W_i$$

essendo:

$$K_{hi} = C \cdot R \cdot \varepsilon \cdot \beta \cdot \gamma_i$$

e,

$$W_i = G_i + s Q_i$$

I valori del coefficiente s sono riportati nella tabella 3 in funzione della destinazione dell'opera.

Qualora i locali di uno stesso piano siano adibiti a funzioni diverse, se ne dovrà tener conto applicando ai sovraccarichi accidentali del piano valori di s differenziati.

TABELLA 3

Locale	Coefficiente s
Locali d'abitazione, uffici, coperture, balconi	0,33
Locali pubblici suscettibili di affollamento (negozi, ristoranti, caffè, banche, aule scolastiche, caserme, ospedali, ecc.)	0,50
Locali pubblici suscettibili di grande affollamento (sale per spettacoli, chiese, tribune, ecc.), archivi, magazzini, biblioteche, contenitori, scale, ecc.	1,00

I valori dei parametri che intervengono nella definizione del coefficiente sismico K_{hi} sono specificati in appresso.

Coefficiente di fondazione ε . Si assume di regola $\varepsilon = 1$.

Per fondazioni dirette e indirette che riportino il carico su terreni particolarmente compressibili il coefficiente sarà incrementato fino a raggiungere, nei casi di più elevata compressibilità, il valore 1,3.

Coefficiente di risposta R . Come indicato al punto B.4., il coefficiente di risposta R dipende dal periodo fondamentale di vibrazione T_0 relativamente alla direzione considerata. Si deve porre:

$$\text{per } T_0 > 0,8 \text{ secondi} \quad R = 0,862/T_0^{2/3}$$

$$\text{per } T_0 \leq 0,8 \text{ secondi} \quad R = 1,0$$

Il periodo T_0 da utilizzarsi per la valutazione di R deve calcolarsi con riferimento alla sola struttura resistente attraverso adeguate analisi dinamiche che tengano conto della struttura nel suo complesso. Nel caso in cui tale valutazione non venga eseguita si dovrà assumere $R = 1$.

Per costruzioni dotate di un periodo proprio $T_0 > 1,4$ secondi deve comunque essere eseguita un'analisi dinamica secondo quanto precisato nel punto C.6.2.

Allo scopo di controllare se il periodo fondamentale di vibrazione T_0 superi o meno il limite innanzi indicato, per le strutture intelaiate può essere impiegata la formula:

$$T_0 = 0,1 \frac{H}{\sqrt{B}} \quad [H \text{ e } B \text{ in metri; } T_0 \text{ in secondi}]$$

Coefficiente di distribuzione γ_i . Dipende dal piano in esame e si assume per esso la relazione:

$$\gamma_i = h_i \frac{\sum_{j=1}^N W_j}{\sum_{j=1}^N W_j h_j}$$

essendo h_i la quota del piano iesimo rispetto allo spiccatto delle fondazioni.

Quando sull'edificio insistono opere complementari quali torri, antenne, serbatoi, ecc., il loro peso ai fini del calcolo di γ_i può essere considerato conglobato a quello dell'impalcato sul quale esse gravano.

Per la verifica dell'edificio, inoltre, dovrà considerarsi il momento di trasporto fra il baricentro delle dette opere complementari e l'impalcato su cui insistono.

Il calcolo locale delle sollecitazioni nelle opere complementari di cui sopra deve essere peraltro effettuato considerando un coefficiente K_h uguale a quello del piano su cui gravano.

Coefficiente di struttura β . Si assume di regola pari ad 1; nel caso in cui nella struttura dell'edificio vi siano telai ed elementi irrigidenti verticali ai quali ultimi approssimativamente si affida il 100% delle azioni orizzontali, si assumerà

$$\beta = 1,2$$

C.6.1.2. Ripartizione delle forze orizzontali

La ripartizione delle forze orizzontali fra le diverse strutture dell'edificio deve essere effettuata a ciascun livello in proporzione alle rispettive rigidità.

Nel caso di eccentricità fra il baricentro delle rigidità e quello delle masse si dovrà considerare l'effetto delle coppie torcenti. Quando il rapporto fra i lati D/B è maggiore di 2,5, anche in assenza di eccentricità, dovrà considerarsi al piano iesimo una coppia torcente provocata dalle forze orizzontali agenti ai piani sovrastanti non minore di:

$$M_{ti \text{ min}} = \lambda D \sum_{j=1}^N F_j$$

essendo i valori λ riportati nella tabella 4.

TABELLA 4

$2,5 < D/B < 3,5$	$\lambda = 0,03 + 0,02 (D/B - 2,5)$
$3,5 < D/B$	$\lambda = 0,05$

La ripartizione delle forze sismiche di piano tra gli elementi verticali resistenti può in generale essere eseguita facendo l'ipotesi che i solai siano infinitamente rigidi nei confronti di azioni ad essi complanari.

Qualora l'impalcato non possieda la ipotizzata rigidità nei riguardi di forze complanari, se ne terrà conto nel calcolo, ovvero essa potrà essere conferita mediante irrigidimenti (controventature) opportunamente dimensionati.

C.6.1.3. Azioni verticali

Le azioni sismiche verticali non vengono di norma considerate, ad esclusione dei seguenti casi:

- membrature orizzontali con luci superiori a 20 m
- strutture di tipo spingente
- sbalzi.

Nei casi di cui ai punti a) e b) le strutture devono calcolarsi prevedendo un coefficiente sismico verticale K_v pari a $\pm 0,2$.

Per gli sbalzi si deve considerare un coefficiente sismico verticale $K_v = \pm 0,4$.

C.6.2. Analisi dinamica

Per strutture dotate di periodo proprio $T_0 > 1,4$ secondi deve essere eseguita l'analisi dinamica con le modalità prescritte in B.6. adottando come spettro di risposta, in termini di accelerazione orizzontale, l'espressione

$$a/g = C \cdot R \cdot \varepsilon \cdot \beta$$

Il calcolo delle azioni sismiche verticali nei casi indicati al punto C.6.1.3 non richiede di norma un'analisi dinamica e possono quindi applicarsi i coefficienti convenzionali ivi indicati.

C.6.3. Verifiche

Le sollecitazioni α provocate dal sisma si devono combinare con quelle α_p provocate dalle altre azioni esterne secondo la relazione

$$\alpha_p \pm \alpha$$

Qualora si siano calcolate le sollecitazioni α_p provocate dalle azioni sismiche verticali la determinazione delle sollecitazioni complessivamente provocate dal sisma si dovrà eseguire mediante la relazione

$$\alpha = \sqrt{\alpha_h^2 + \alpha_v^2}$$

indicando con α_h le sollecitazioni provocate dalle azioni sismiche orizzontali.

Per quanto concerne la verifica delle tensioni vale quanto prescritto nei punti B.7. e B.8.

Non si richiede invece il calcolo delle deformazioni e degli spostamenti ad esse conseguenti a meno che la loro valutazione non sia essenziale per controllare il funzionamento di particolari dispositivi di vincolo e di collegamento. In tale caso, indicando con η_2 tali spostamenti, si ha:

$$\eta_2 = \eta_p \pm \Phi \sqrt{\eta_h^2 + \eta_v^2}$$

con:

$\Phi = 6$ se è stata svolta l'analisi statica;

$\Phi = 4$ se è stata svolta l'analisi dinamica.

C.6.4. Fondazioni

Valgono per le fondazioni le prescrizioni riportate nei punti A.2. e B.10.

C.6.5. Elementi divisorii e pannelli esterni

I pannelli di muratura che costituiscono divisori interni, se hanno altezza superiore a 4 m e sviluppano una superficie superiore a 20 m², devono essere collegati alla struttura superiore e inferiore mediante nervature verticali, disposte ad interasse non superiore a 3 metri.

Analogo collegamento è prescritto per i pannelli di muratura esterni sia quando abbiano altezza superiore a 3,5 m sia quando sviluppano una superficie superiore a 15 metri quadrati.

Le eventuali aperture in detti pannelli, in edifici da realizzare in zone con grado di sismicità $S > 9$, devono essere delimitate da una intelaiatura della quale alcuni elementi devono essere prolungati fino a collegarsi con la struttura portante.

Per i pannelli di tamponatura esterna prefabbricati di qualsiasi dimensione, si devono prevedere gli accorgimenti necessari per evitare che essi possano staccarsi totalmente dalla struttura che li sostiene.

C.7. Edifici con struttura a pannelli portanti

C.7.1.

Tutti gli edifici con struttura a pannelli portanti prefabbricati, devono essere realizzati in osservanza di quanto stabilito dalle disposizioni vigenti ed in particolare dalla circolare del Ministero dei lavori pubblici - Presidenza del Consiglio superiore - S.T.C. n. 6090 dell'11 agosto 1969, con specifico riferimento a quanto ivi prescritto per le zone sismiche.

C.7.2.

L'analisi sismica viene di norma eseguita con le modalità prescritte per gli edifici con struttura intelaiata.

Le azioni orizzontali devono essere valutate e distribuite come indicato al punto C.6.1.1. assegnando al coefficiente di struttura il valore

$$\beta = 1,4$$

C.8. Edifici con strutture in legname

Le costole montanti e le altre parti costituenti l'organismo statico degli edifici in legname devono essere di un sol pezzo o così saldamente collegate e rafforzate nelle giunture da rendere trascurabile l'indebolimento prodotto dalla giunzione.

C.9. Riparazioni degli edifici in muratura

C.9.1. Fondazioni

Prima di procedere alle riparazioni delle strutture in elevazione deve essere accertato lo stato di consistenza delle fondazioni in relazione alla natura del terreno e conseguentemente si deve provvedere all'esecuzione delle necessarie opere di consolidamento.

C.9.2. Archi e volte

Gli archi e le volte dei fabbricati, siti negli orizzontamenti fuori terra, devono essere muniti di cinture, chiavi o tiranti, posti convenientemente in tensione, atti ad assorbire integralmente le spinte alle loro imposte, a meno che le murature di sostegno abbiano spessori sufficienti ad accogliere le spinte senza che vengano generati sforzi di trazione.

Le eventuali lesioni degli archi e delle volte potranno essere risarcite mediante adeguate cuciture ovvero con iniezioni cementizie o di soluzioni di materie sintetiche od altro materiale o sistema idoneo.

Qualora le lesioni siano macroscopiche, o le murature si presentino inconsistenti, gli archi e le volte dovranno essere demoliti. Ove lo richiedano esigenze funzionali od estetiche, ovvero il ripristino di condizioni di equilibrio di insieme, potranno essere ricostruiti sempre con il criterio di realizzare sistemi spingenti chiusi in se stessi; qualora non sussistano le dette esigenze, le strutture spingenti vanno sostituite con elementi strutturali non spingenti.

C.9.3. Murature

Le murature che non presentino gravi sintomi di instabilità, quali strapiombi od estese lesioni, possono essere riparate mediante opportuna ripresa con murature di mattoni e malta cementizia, getti di conglomerato cementizio ed anche con l'eventuale inserimento di elementi metallici o in cemento armato.

I legamenti, oltre che con catene in acciaio, potranno effettuarsi anche con cavi posti in leggera pre-tensione e comunque non superiore al 50% della tensione ammissibile d'esercizio.

In entrambi i casi dovrà essere posta all'atto esecutivo la massima cura e diligenza per conseguire una idonea ripartizione sulle murature delle pressioni di contatto delle strutture di ancoraggio.

C.9.4. Cordoli

Qualora le murature portanti siano prive di cordoli armati in corrispondenza degli orizzontamenti, questi dovranno essere realizzati con altezze non inferiori allo spessore del solaio.

I cordoli potranno essere eseguiti — se necessario — a tratti sovrapponendo le armature ed eventualmente con predisposizione di un tubo centrale per l'inserimento di tiranti o cavi di pre-compressione.

Qualora le murature presentino consistenza e buona fattura i cordoli potranno non essere estesi a tutto lo spessore delle murature ovvero sostituiti con iniezioni di pasta cementizia o miscele sintetiche.

C.9.5. Solai

Qualora i solai siano avvallati o comunque deteriorati, essi devono essere sostituiti con solai in acciaio o cemento armato efficacemente incassati ed ancorati alle estremità nei cordoli o travi di perimetro.

Potranno usarsi solai in legno solo ove sia richiesto da particolari esigenze architettoniche.

Nel caso si impieghino travetti prefabbricati in cemento armato ordinario o precompresso si dovrà disporre un'apposita armatura di collegamento dei travetti alle strutture perimetrali (travi o cordoli), in modo da costituire un efficace ancoraggio sia agli effetti della trasmissione del momento negativo, sia della forza di taglio.

Qualora si usino laterizi, questi devono essere a blocco unico tra i travetti ed essere efficacemente ancorati ad essi ed alla sovrastante soletta.

C.9.6. Sbalzi

Delle strutture aggettanti, quali balconi, cornicioni, scale, ecc., deve essere controllata la efficienza statica. Sono da sostituire tutte le strutture portanti a sbalzo formate da materiali fragili quali ad esempio le mensole in pietra, a meno che la funzione statica non sia assolta da altre strutture.

C.9.7. Scale

Le scale in muratura a sbalzo devono essere di regola sostituite da scale in cemento armato o in acciaio. Possono tuttavia essere conservate soltanto se prive di lesioni, e dopo

averne verificata l'efficienza a mezzo di prove di carico statico e dinamico. Quando necessità ambientali-architettoniche richiedano la conservazione di scale a sbalzo staticamente non sicure, potranno adottarsi, previo accurato studio, rinforzi con adeguate strutture metalliche o cementizie.

C.9.8. Coperture

I tetti devono essere resi non spingenti.

C.9.9. Dissesti

Qualora i fabbricati manifestino segni di dissesto palesemente dovuti a cedimenti differenziali delle fondazioni, ovvero le murature siano danneggiate e scarsamente consistenti nella zona di basamento del fabbricato, si provvederà a risarcire le lesioni e, ove possibile, ad iniettarle. Inoltre si potranno eseguire, al di sotto della quota del piano marciapiede, pareti sottili cementizie armate in modo da costituire strutture scatolari di contenimento, eventualmente rinforzate da cavi. Tali pareti, di preferenza, verranno eseguite da ambo i lati delle murature e collegate fra loro.

D. OPERE DI SOSTEGNO DEI TERRENI

Nella progettazione e nella costruzione dei muri di sostegno dei terreni in zone sismiche deve tenersi anche conto dell'influenza delle azioni sismiche agenti soltanto in direzione orizzontale.

Se non si eseguono calcolazioni approfondite in merito all'influenza che le azioni sismiche esercitano sulle spinte dei terrapieni, potranno adottarsi i criteri di calcolo che seguono.

Oltre la spinta statica F (calcolata per i valori di i e di β), devono, pertanto, considerarsi le seguenti ulteriori due forze:

1) un incremento di spinta ΔF pari alla differenza fra la spinta F_s esercitata dal terreno retrostante in condizioni sismiche e quella statica F

$$\Delta F = F_s - F$$

in cui

$$F_s = A F'$$

ove

$$A = \frac{\cos^2(\beta + \vartheta)}{\cos^2 \beta \cos \vartheta}$$

$\vartheta = \arctg C$

$C =$ Coefficiente d'intensità sismica

$F' =$ spinta calcolata per $i' = i + \vartheta$

$$\beta' = \beta + \vartheta$$

$\beta =$ angolo formato dall'intradosso del muro con la verticale (positivo per intradosso inclinato verso l'esterno)

$i =$ angolo formato dalla superficie esterna del terreno con l'orizzontale (positivo verso l'alto).

Tale incremento di spinta deve essere applicato ad una distanza dalla base del muro pari a 2/3 dell'altezza del muro stesso;

2) una forza d'inerzia orizzontale

$$F_i = C W$$

ove:

$C =$ coefficiente d'intensità sismica

$W =$ peso proprio del muro.

Tale forza d'inerzia va applicata nel baricentro dei pesi.

Le verifiche di cui detto innanzi potranno omettersi per muri di sostegno con altezza inferiore ai 3 metri.

ALLEGATO I

TIPOLOGIA E PERCENTUALE DI FORATURA
DEI MATTONI E BLOCCHI

Mattoni e blocchi. — Sono denominati mattoni i laterizi per murature, aventi generalmente forma parallelepipedica; i mattoni di grande formato (volume maggiore di 5.500 cm³ circa) sono anche denominati blocchi.

Foratura — I laterizi per muratura possono essere dotati di incavi su una o due facce opposte se prodotti per pressatura, oppure di fori passanti da una faccia a quella opposta se prodotti per estrusione (trafilati).

Agli effetti delle presenti norme si indica con:

A = area lorda della faccia forata delimitata dal suo perimetro

F = area complessiva dei fori

f = area di un foro.

La percentuale di foratura è espressa dalla

$$\varphi = 100 \frac{F}{A}$$

Mattoni pieni. — Si considerano pieni i mattoni pressati che abbiano incavi di limitata profondità destinati ad essere riempiti dal letto di malta, nonché i mattoni trafiletti ed i mattoni pressati cellulari (mattoni dotati di fori profondi ma non passanti) la cui foratura rientri nei limiti seguenti:

$$\varphi \leq 15\%; \quad f \leq 0,03 A$$

Mattoni e blocchi semipieni. — Si considerano semipieni i laterizi per murature per i quali risulti:

$$15\% < \varphi \leq 40\%; \quad f \leq 4 \text{ cm}^2$$

La distanza minima tra un foro ed il perimetro esterno deve essere di almeno 1,5 cm per i mattoni di paramento, e di 1,2 cm per i mattoni per interni e per i mattoni comuni.

I fori dovranno essere distribuiti pressoché uniformemente sulla faccia del pezzo.

Quando A sia maggiore di 300 cm², il pezzo può essere dotato di un foro centrale di maggiori dimensioni avente lo scopo di agevolarne la presa manuale; per A maggiore di 580 cm² i fori possono essere due.

Mattoni e blocchi forati. — Si denominano forati i laterizi per murature destinati di norma ad essere posti in opera con i fori orizzontali, quando risulti:

$$\varphi > 40\%$$

Decreto Ministeriale 3 Marzo 1975 « Disposizioni concernenti l'applicazione delle norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche » pubblicato nel supplemento ordinario alla Gazzetta Ufficiale n. 93 dell'8 aprile 1975.

IL MINISTRO PER I LAVORI PUBBLICI

Visto il proprio decreto n. 39 in data odierna, con il quale, di concerto con il Ministro per l'interno, sono state approvate, ai sensi dell'art. 3, primo comma, della legge 2 febbraio 1974, n. 64, le norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche, quali risultano dal voto n. 688 dell'11 ottobre 1974 del Consiglio superiore dei lavori pubblici (assemblea generale) ed allegate al decreto stesso;

Ritenuta che tale consesso, per le considerazioni svolte in detto voto, ha proposto, in ispecie per evitare carenze operative, che, nelle more dell'emanazione dei provvedimenti di cui alle lettere a) e b) dell'art. 3 della ripetuta legge n. 64/1974 (aggiornamento, sentite anche le regioni interessate, degli elenchi delle zone sismiche ed attribuzione dei relativi valori differenziati del grado di sismicità), « possano essere e siano intanto integralmente confermati gli elenchi delle località sismiche già classificate in virtù delle preesistenti disposizioni in materia e che i gradi di sismicità $S = 9$ e $S = 12$ possano essere e vengano rispettivamente attribuiti alla 2^a e 1^a categoria di cui alla attuale classificazione »;

Riconosciuta l'opportunità di condividere la proposta come sopra formulata dal citato consesso;

Decreta:

Art. 1

Con riserva dell'emanazione dei provvedimenti previsti dall'art. 3, lettere a) e b), della legge 2 febbraio 1974, n. 64, le norme tecniche, approvate con l'anzicennato decreto interministeriale n. 39, si applicano alle località sismiche attualmente già classificate in virtù delle preesistenti disposizioni in materia, nella 1^a e 2^a categoria, ad esse attribuendo rispettivamente i gradi di sismicità $S = 12$ e $S = 9$.

Art. 2

Il presente decreto sarà pubblicato nella Gazzetta Ufficiale della Repubblica italiana.

Roma, addì 3 marzo 1975

Il Ministro: BUCALOSSE