

**LIBERO CONSORZIO COMUNALE DI AGRIGENTO**  
(L.R.15/2015)

ex Provincia Regionale di Agrigento

**Settore Infrastrutture stradali**

**Edilizia scolastica Patrimonio e Manutenzione**

Aggiornamento ed adeguamento alla normativa vigente del progetto esecutivo relativo ai lavori di costruzione dell'Istituto Tecnico per il Commercio in Campobello di Licata. Completamento.

**PROGETTO ESECUTIVO**

Procedura di affidamento ai sensi dell'art. 50 comma 1 lett.b) del D.lgs n.36/2023 a conferma dell'art. 1 comma 2 lett.a) del D.L. 16 Luglio 2020 n.76. D.Lgs. 50/2016 in deroga all'art. 36 comma 2,lett.a) del D.Lgs. 50/2016 come mod dall'art.1 della L.n.78 21 giugno 2022, (G.U. n. 77 del 31 marzo 2023 - S.O. n. 12) - CIG: A0374BAA46 -



N. Elaborato:

**1.6**

Titolo elaborato:

**1 - ELABORATI GENERALI ED AMMINISTRATIVI**

Raccolta dati ed informazioni geologiche - Relazione sismica

**Il Responsabile Unico del Procedimento**  
(Arch. Alfonso Giulio)

**Il progettista**  
**Delta Ingegneria**  
Ing. Desiderio Carlino



A	Luglio 2024	Emissione	Ing. Desiderio Carlino	
REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	

**NB:**

Documentazione resa disponibile dalla P.A. quali dati in ingresso per aggiornamento progettazione esecutiva.

I dati resi disponibili dalla stazione appaltante sono:

Relazione geologica redatta in data 18/06/2018

Relazione indagini geognostiche redatta in data 15/07/2005

Studio di analisi e prove di laboratorio redatta in data 15/07/2005

Relazione sismica 18/05/2010

Gli elaborati sopra citati, che si riportano, sono stati utilizzati ai fini dell'aggiornamento del progetto esecutivo.



# PROVINCIA REGIONALE DI AGRIGENTO

Progetto Esecutivo dei Lavori di Completamento di un  
Istituto Tecnico per il Commercio in Campobello di Licata

## STRUTTURE C.A. - CORPO PALESTRA



### A- RELAZIONI

- ☐ A.1 RELAZIONE GENERALE
- ☐ A.2 RELAZIONE GEOTECNICA
- ☐ A.3 RELAZIONE SPERIM. SUI MATERIALI
- ☒ A.4 RELAZIONE SISMICA
- ☐ A.5 RELAZIONE SUI MATERIALI
- ☐ A.6 RELAZIONE CALCOLO NEVE

### B- TABULATI DI CALCOLO

- ☐ B.1 TABULATI 1/3
- ☐ B.2 TABULATI 2/3
- ☐ B.3 TABULATI 3/3

### C- VALIDAZIONE DEI CODICI DI CALCOLO

### C -TAVOLE ESECUTIVI

- ☐ C.1 IMPALCATI a mt 0,00-4,00
- ☐ C.2 IMPALCATI a mt 5,00-8,80
- ☐ C.3 CARPENTERIA SOLAI
- ☐ C.4 SOLAIO DI COPERTURA
- ☐ C.5 TRAVI FONDAZIONE 1/2
- ☐ C.6 TRAVI FONDAZIONE 2/2
- ☐ C.7 TRAVI a mt 1,20-4,00-5,00
- ☐ C.8 TRAVI a mt 6,00-8,80
- ☐ C.9 TABELLE PILASTRI
- ☐ C.10 PIASTRE 1/5
- ☐ C.11 PIASTRE 2/5
- ☐ C.12 PIASTRE 3/5
- ☐ C.13 PIASTRE 4/5
- ☐ C.14 PIASTRE 5/5
- ☐ C.15 SETTI

Agrigento, li

18 MAG. 2010

**Il Progettista**

(Dott. Ing. N. Manlio Todaro)

**II R.U.P.**

(Arch. Daria Grillo)



<b>COMMITTENTE</b>	<b>DATA</b>	<b>Relazione specialistica n. 4</b>
Provincia Regionale di Agrigento	16.09.208	<b>RELAZIONE PER LA DETERMINAZIONE DELL'AZIONE SISMICA SULLA STRUTTURA</b> <b>CORPO PALESTRA</b>

<b>CALCOLI STRUTTURALI</b>	<b>ESTREMI ISCRIZIONE ALBO PROFESSIONALE</b>
Ing. Nicolò Manlio Todaro	Ordine degli Ingegneri Provincia di Agrigento – Iscr. n. 680 – Anno 1987
Arch. Daria Grillo	R.U .P. – Ufficio tecnico Provinciale – Settore Edilizia e Manutenzione -

<b>OGGETTO RELAZIONE SPECIALISTICA</b>	<b>Determinazione dell'azione sismica sulla costruzione</b>
<b>CAMPO DI APPLICAZIONE</b>	Progetto delle strutture.
<b>DESCRIZIONE SOMMARIA DELL'OPERA</b>	1. Progetto esecutivo delle strutture per i lavori di completamento di un Istituto Tecnico per il Commercio in Campobello di Licata.
<b>TIPOLOGIA STRUTTURALE</b>	Struttura intelaiata in c.a. a due elevazioni fuori terra
<b>ITER DI VALUTAZIONE DELL'AZIONE SISMICA</b>	1. Categorie di suolo di fondazione; 2. Determinazione zona sismica; 3. Descrizione dell'azione sismica e spettro di risposta elastico; 4. Spettro di progetto per lo stato limite di esercizio. 5. Impiego di accelerogrammi 6. Combinazione dell'azione sismica con le altre azioni 7. Parametri sismici adottati. 8. diagrammi spettri elastici
<b>NORME DI RIFERIMENTO</b>	-O.P.C.M. 3274/2003. - D.M. 14-01-2008, "Norme tecniche per le costruzioni"



## 0 -CENNI INTRODUTTIVI: L'AZIONE SISMICA

La definizione dell'azione sismica, contenuta all'interno del paragrafo 3.2. del D.M. 14-01-2008 , risulta strettamente legata al generarsi del *moto non uniforme del terreno di sedime per effetto della propagazione delle onde sismiche*. Il moto sismico eccita la struttura provocandone la risposta dinamica, *che va verificata e controllata negli aspetti di sicurezza e di prestazioni attese*.

L'azione può essere descritta mediante accelerogrammi o mediante spettri di risposta.

Sotto l'effetto della azione sismica allo stato limite ultimo, le strutture degli edifici, pur subendo danni di rilevante entità negli elementi strutturali, devono mantenere una residua resistenza e rigidità nei confronti delle azioni orizzontali e dei carichi verticali.

Sotto l'effetto della azione sismica allo stato limite di danno, definita nel seguito, le costruzioni nel loro complesso, includendo gli elementi strutturali e quelli non strutturali, ivi comprese le apparecchiature rilevanti alla funzione dell'edificio, non devono subire danni ed interruzioni d'uso in conseguenza di eventi sismici che abbiano una probabilità di occorrenza maggiore della azione sismica allo stato limite ultimo, e quindi una significativa probabilità di verificarsi più volte nel corso della durata utile dell'opera.

### 1 - CATEGORIE DI SUOLO DI FONDAZIONE

Ai fini della definizione della azione sismica di progetto (punto 3.2.2), deve essere valutata l'influenza delle condizioni litologiche e morfologiche locali sulle caratteristiche del moto del suolo in superficie, mediante studi specifici di risposta sismica locale.

La classificazione riguarda i terreni compresi tra il piano di imposta delle fondazioni degli edifici ed un substrato rigido di riferimento, (*bedrock*) ovvero quelli presenti ad una profondità commisurata all'estensione ed all'importanza dell'opera.

La classificazione può essere basata sulla stima dei valori della velocità media delle onde sismiche di taglio VS ovvero sul numero medio di colpi NSPT ottenuti in una prova penetrometrica dinamica ovvero sulla coesione non drenata media  $c_u$  . In base alle grandezze sopra definite si identificano le seguenti categorie del suolo di fondazione:

A - *Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi* caratterizzati da valori di Vs30 superiori a 800 m/s, comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo pari a 5 m.

B - *Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti*, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero resistenza penetrometrica media NSPT > 50, o coesione non drenata media  $c_u$  > 250 kPa).





C - Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate, o di argille di media consistenza, con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori di  $V_{s30}$  compresi tra 180 e 360 m/s ( $15 < N_{SPT} < 50$ ,  $70 < c_u < 250$  kPa).

D - Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti, caratterizzati da valori di  $V_{s30} < 180$  m/s ( $N_{SPT} < 15$ ,  $c_u < 70$  kPa).

E - Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali, con valori di  $V_{s30}$  simili a quelli dei tipi C o D e spessore compreso tra 5 e 20 m, giacenti su di un substrato di materiale più rigido con  $V_{s30} > 800$  m/s.

Nel caso in esame, dalle risultanze della relazione geologica, si evince come lo strato di posa delle strutture di fondazione in c.a. sia caratterizzato da argille, i cui parametri geotecnici implicano **una classificazione del suolo di tipo C.**

## 1. DETERMINAZIONE DELLA ZONA SISMICA DI APPARTENENZA

Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione. Essa costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche.

La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa  $a_g$  in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A), nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente  $S(T)$ , con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza  $P_{v_k}$ , nel periodo di riferimento  $V_R$ .

Ai fini della presente normativa le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $P_{v_k}$ , a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di

riferimento rigido orizzontale:

$a_g$  accelerazione orizzontale massima al sito;

$F^0$  valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale.

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

Ai fini dell'applicazione di queste norme, il territorio nazionale è suddiviso in zone sismiche, ciascuna contrassegnata da un diverso valore del parametro  $a_g$ , quest'ultimo definito come accelerazione orizzontale massima convenzionale su suolo di categoria A. I

I valori convenzionali di  $a_g$ , espressi come frazione dell'accelerazione di gravità  $g$ , da adottare in ciascuna delle zone sismiche del territorio nazionale sono riferiti ad una probabilità di superamento del 10% in 50 anni ed assumono i valori riportati nella tabella sottostante:





Zona	Valore di $a_g$
1	0,35g
2	0,25g
3	0,15g
4	0,05g

Dalla suddivisione del territorio nazionale in zone sismiche, si evince come l'edificio in questione, posto nel territorio di Campobello di Licata (Ag), ricada in **zona sismica 4**. Il valore di **accelerazione orizzontale massima convenzionale risulta così pari a 0,05g, ovvero a 0,49 m/s<sup>2</sup>.**





#### 4. DESCRIZIONE DELL'AZIONE SISMICA: LO SPETTRO DI RISPOSTA ELASTICO

Un modello di riferimento per la descrizione del moto sismico sul piano di fondazione è costituito dallo spettro di risposta elastico.

Altro modello consiste nel descrivere il moto del suolo mediante accelerogrammi.

Il moto può decomporsi in tre componenti ortogonali di cui una verticale. In via semplificata gli spettri delle due componenti orizzontali possono considerarsi eguali ed indipendenti.

##### 4.1 Spettro di risposta elastico in accelerazione

Lo spettro di risposta elastico in accelerazione è costituito da una forma spettrale (spettro normalizzato) riferita ad uno smorzamento convenzionale del 5% e considerata indipendente dal livello di sismicità, moltiplicata per il valore della accelerazione orizzontale massima  $a_g$  su sito di riferimento rigido orizzontale. Sia la forma spettrale che il valore di  $a_g$  variano al variare della probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $P_vR$ .

Per le strutture in Classe IV (ovvero quelle strutture caratterizzate da una vita Nominale di progetto pari a 100 anni), i valori di  $a_g$  sono quelli riferiti alla probabilità di superamento del periodo di riferimento per l'azione sismica pari a  $VR = 100 \times 2 = 200$  anni.

##### 4.1.1. SPETTRO DI RISPOSTA ELASTICO IN ACCELERAZIONE DELLE COMPONENTI ORIZZONTALI

Quale che sia la probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $P_vR$  considerata, lo spettro di risposta elastico della componente orizzontale è definita dalle espressioni seguenti :

$$\begin{aligned}
 0 \leq T < T_B & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right] \\
 T_B \leq T < T_C & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \\
 T_C \leq T < T_D & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right) \\
 T_D \leq T & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left( \frac{T_C T_D}{T^2} \right)
 \end{aligned} \tag{3.2.4}$$



nelle quali T ed e S sono, rispettivamente, periodo di vibrazione ed accelerazione spettrale ed inoltre:

1) S fattore che tiene conto della categoria del suolo di fondazione e delle condizioni topografiche mediante la relazione seguente :  $S = S_s \times S_T$

essendo  $S_s$  il coefficiente di amplificazione stratigrafica e  $S_T$  il coefficiente di amplificazione topografica ;

2)  $\eta$  e' il fattore che altera lo spettro elastico per coefficienti di smorzamento viscosi convenzionali  $\xi$  diversi dal 5%, mediante la relazione seguente:

$$\eta = \sqrt{10 / (5 + \xi)}$$

il coefficiente di smorzamento viscoso convenzionale  $\xi$  (espresso in percentuale) è valutato sulla base dei materiali, tipologia strutturale e terreno di fondazione.

3)  $F_0$  e' il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima ,su sito di riferimento rigido orizzontale,ed ha il valore minimo pari a 2,2;

$T_c$  e' il periodo corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro, dato da

$$T_c = C_c \times T^*_c$$

Dove  $T^*_c$  e' definito al paragrafo 3.2 del D.M. 14-01-2008 e  $C_c$  e' un coefficiente funzione della categoria di sottosuolo ( Vedasi tab 3.2 D.M. 14-01-2008).

$T_B$  e' il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante  $T_B = T_c/3$ ;

$T_D$  e' il periodo corrispondente all'inizio del tratto a spostamento costante dello spettro,espresso in secondi mediante la relazione  $T_D = 4,0 + a_g/g + 1,6$ .

#### 4.1.2. SPOSTAMENTO ORIZZONTALE E VELOCITA' DEL TERRENO

I valori di spostamento e velocità del terreno, calcolati in funzione dei periodi propri della struttura, sono così calcolati:

$$\begin{aligned} d_g &= 0,025 \cdot S \cdot T_c \cdot T_D \cdot a_g \\ v_g &= 0,16 S \cdot T_c \cdot a_g \end{aligned}$$

Ne consegue che:

$$d_g = 0,025 \cdot 1,35 \cdot 0,80 \cdot 2,00 \cdot 0,05 \cdot g = 0,027g$$

$$v_g = 0,16 \cdot 1,35 \cdot 0,80 \cdot 0,05 \cdot g = 0,00864g$$





#### 4.1.3 COMBINAZIONE DELL'AZIONE SISMICA CON LE ALTRE AZIONI

Nel caso di edifici la verifica allo stato limite ultimo (SLU) o di danno (SLD) deve essere effettuata per la combinazione della azione sismica con le altre azioni:

$$\gamma_E \cdot E + \gamma_G \cdot G_K + \gamma_P \cdot P_K + \sum_i (\psi_{2i} \cdot \gamma_Q \cdot Q_{Ki})$$

dove:

- E azione sismica per lo stato limite e per la classe di importanza in esame;
- $G_K$  carichi permanenti al loro valore caratteristico;
- $P_K$  valore caratteristico dell'azione di precompressione, a cadute di tensione avvenute;
- $\psi_{2i}$  coefficiente di combinazione delle azioni variabili  $Q_i$ ;
- $\gamma_E, \gamma_G, \gamma_P, \gamma_Q$  sono coefficienti parziali pari a 1;
- $Q_{Ki}$  valore caratteristico della azione variabile  $Q_i$ .

Gli effetti dell'azione sismica saranno valutati tenendo conto delle masse associate ai seguenti carichi gravitazionali:

$$G_K + \sum_i (\psi_{2i} Q_{Ki})$$

I valori dei coefficienti  $\psi_{i2}$  sono riportati nella successiva tabella.

Destinazione d'uso	$\psi_{2i}$
Abitazioni, Uffici, Scale	0,30
Uffici aperti al pubblico, Scuole, Negozi, Autorimesse	0,60
Tetti e coperture	0,20
Magazzini, Archivi	0,80

Trattandosi di una scuola, il valore di  $\psi_{i2}$  risulta pari a 0,60.

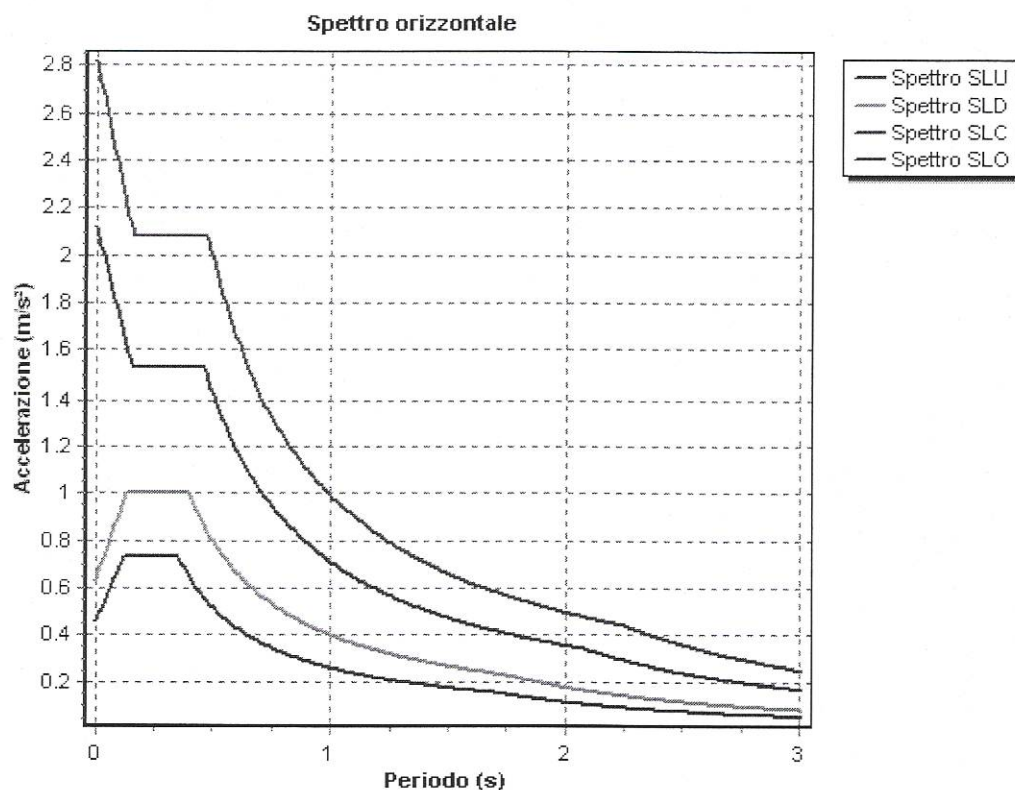




**PARAMETRI SISMICI ADOTTATI E SCELTA DEI COEFFICIENTI NELLA  
STRUTTURA OGGETTO DI CALCOLO :**

DATI GENERALI DI STRUTTURA			
PARAMETRI SISMICI			
Vita Nominale (Anni)	100	Classe d' Uso	QUARTA
Longitudine Est (Grd)	13,91910	Latitudine Nord (Grd)	37,25950
Categoria Suolo	C	Coeff. Condiz. Topogr.	1,00000
Sistema Costruttivo Dir.1	C.A.	Sistema Costruttivo Dir.2	C.A.
Regolarita' in Altezza	SI (KR=1)	Regolarita' in Pianta	NO
Direzione Sisma (Grd)	0	Sisma Verticale	ASSENTE
PARAMETRI SPETTRO ELASTICO - SISMA S.L.O.			
Probabilita' Pvr	0,81	Periodo di Ritorno Anni	120,00
Accelerazione Ag/g	0,04	Periodo T'c (sec.)	0,31
Fo	2,55	Fv	0,66
Fattore Stratigrafia 'S'	1,50	Periodo TB (sec.)	0,16
Periodo TC (sec.)	0,48	Periodo TD (sec.)	1,75
PARAMETRI SPETTRO ELASTICO - SISMA S.L.D.			
Probabilita' Pvr	0,63	Periodo di Ritorno Anni	201,00
Accelerazione Ag/g	0,04	Periodo T'c (sec.)	0,35
Fo	2,57	Fv	0,73
Fattore Stratigrafia 'S'	1,50	Periodo TB (sec.)	0,17
Periodo TC (sec.)	0,52	Periodo TD (sec.)	1,78
PARAMETRI SPETTRO ELASTICO - SISMA S.L.V.			
Probabilita' Pvr	0,10	Periodo di Ritorno Anni	1898,00
Accelerazione Ag/g	0,09	Periodo T'c (sec.)	0,55
Fo	2,74	Fv	1,14
Fattore Stratigrafia 'S'	1,50	Periodo TB (sec.)	0,23
Periodo TC (sec.)	0,70	Periodo TD (sec.)	1,98
PARAMETRI SPETTRO ELASTICO - SISMA S.L.C.			
Probabilita' Pvr	0,05	Periodo di Ritorno Anni	3899,00
Accelerazione Ag/g	0,10	Periodo T'c (sec.)	0,56
Fo	2,76	Fv	1,20
Fattore Stratigrafia 'S'	1,50	Periodo TB (sec.)	0,24
Periodo TC (sec.)	0,71	Periodo TD (sec.)	2,01
PARAMETRI SISTEMA COSTRUTTIVO C.A.			
Classe Duttilita'	BASSA	Sotto-Sistema Strutturale	Telaio
AlfaU/Alfa1	1,10	Fattore riduttivo KW	1,00
Fattore di struttura 'q'	3,15		
PARAMETRI SISTEMA COSTRUTTIVO C.A.			
Classe Duttilita'	BASSA	Sotto-Sistema Strutturale	Telaio
AlfaU/Alfa1	1,30	Fattore riduttivo KW	1,00
Fattore di struttura 'q'	3,45		
COEFFICIENTI DI SICUREZZA PARZIALI DEI MATERIALI			
Acciaio per CLS armato	1,15	Calcestruzzo CLS armato	1,60
Muratura azioni sismiche	3,00	Muratura azioni statiche	2,00
Livello conoscenza	ADEGUATO		





### **DISTANZA TRA COSTRUZIONI CONTIGUE : GIUNTO SISMICO**

La distanza tra costruzioni contigue deve essere tale da evitare fenomeni di martellamento e comunque non può essere inferiore alla somma degli spostamenti massimi determinati per lo **SVL**, come al paragrafo 7.2.2. del DM 14-01-2008, per cui la distanza minima in sommità del fabbricato rispetto a quello vicino non può essere inferiore a :

$$D = 1/100 * H * a_g * S / 0,5 g.$$

Con :

- H = 10,50 m altezza della costruzione dallo spiccatto delle fondazioni alla gronda;
- $a_g$  = accelerazione orizzontale massima sul sito di riferimento rigido
- S coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica (Ss) e dell'amplificazione topografica (ST);
- g accelerazione di gravità'.





Per cui la distanza, tra l'edificio in oggetto e quelli contigui esistente sara' :

$$D = 1050 / 100 * 0,09 * ( 1,2 * 1,37) / 0,5 = \text{cm } 3,10$$

Per cui sara' realizzato il giunto tecnico lasciando dallo spiccato della fondazione alla sommita' del fabbricato una distanza costante pari a cm 4,00 tra la costruzione contigua e quella in costruzione.

**Il Progettista**

Ing. Nicolò Manlio Todaro



