

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



**U.O. INFRASTRUTTURE SUD**

**PROGETTO DEFINITIVO**

**LINEA SALERNO - PONTECAGNANO AEROPORTO  
COMPLETAMENTO METROPOLITANA DI SALERNO  
TRATTA ARECHI - PONTECAGNANO AEROPORTO**

FABBRICATI VIAGGIATORI

Fermata Pontecagnano Aeroporto - Sottopasso viaggiatori


Relazione di calcolo delle scale tipo B

SCALA:

-

COMMESSA    LOTTO    FASE    ENTE    TIPO DOC.    OPERA/DISCIPLINA    PROGR.    REV.

NN1X   
 00   
 D   
 78   
 CL   
 FV05A0   
 004   
 B

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Esecutiva	F.Durastanti	Ott-2020	G.Romano	Ott-2020	M.D'Avino	Ott-2020	D.Tiberti Gen-2021
B	Emissione Esecutiva	F.Durastanti	Gen-2021	G.Romano	Gen-2021	M.D'Avino	Gen-2021	 ITALFERR S.p.A. Gruppo Ferrovie dello Stato Direzione Generale UO Infrastrutture Sud Dott. Ing. David Tiberti Ordine degli Ingegneri Prov. di Napoli n. 10876

NN1X.0.0.D.78.CL.FV.05.A.0.004.B

n. Elab.:

STAZIONE PONTECAGNANO AEROPORTO

Sottopasso viaggiatori: Relazione di calcolo scale tipo B

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D 78	CL FV05A0 004	B	1 di 20

**INDICE**

1. PREMESSA.....	2
2. DESCRIZIONE DELL'OPERA.....	3
3. PROGETTO NUOVE SCALE.....	4
3.1. NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	4
3.2. UNITA' DI MISURA E SIMBOLOGIA .....	4
3.3. MATERIALI.....	5
3.4. GEOMETRIA .....	6
3.5. MODELLAZIONE ADOTTATA .....	6
3.6. ANALISI DEI CARICHI .....	7
3.7. COMBINAZIONI DI CARICO .....	11
3.8. CARATTERISTICHE DELLE SOLLECITAZIONI .....	14
3.8.1. INVILUPPO SLU/SLV.....	14
3.8.2. INVILUPPO SLE (RARA) .....	14
3.9. VERIFICHE SLU/SLV/SLE.....	16
3.10.VERIFICHE DI DEFORMABILITA' .....	19
3.11.RIEPILOGO E INCIDENZA ARMATURE.....	20

## 1. PREMESSA

Nella presente relazione di calcolo è sviluppato il progetto, ai sensi delle norme attualmente vigenti NTC18, della struttura delle scale in c.a. di una delle due tipologie di vani scala previsti nella nuova stazione di dell' "Aeroporto Pontecagnano" di Salerno lungo la linea metropolitana "Salerno-Pontecagnano aeroporto" alla progressiva 9+000.

Quanto riportato di seguito consentirà di verificare che il dimensionamento delle strutture è stato effettuato nel rispetto dei requisiti di resistenza richiesti all'opera.

Si riportano di seguito uno stralcio planimetrico e una sezione trasversale volta ad individuare le grandezze impiegate nel dimensionamento:

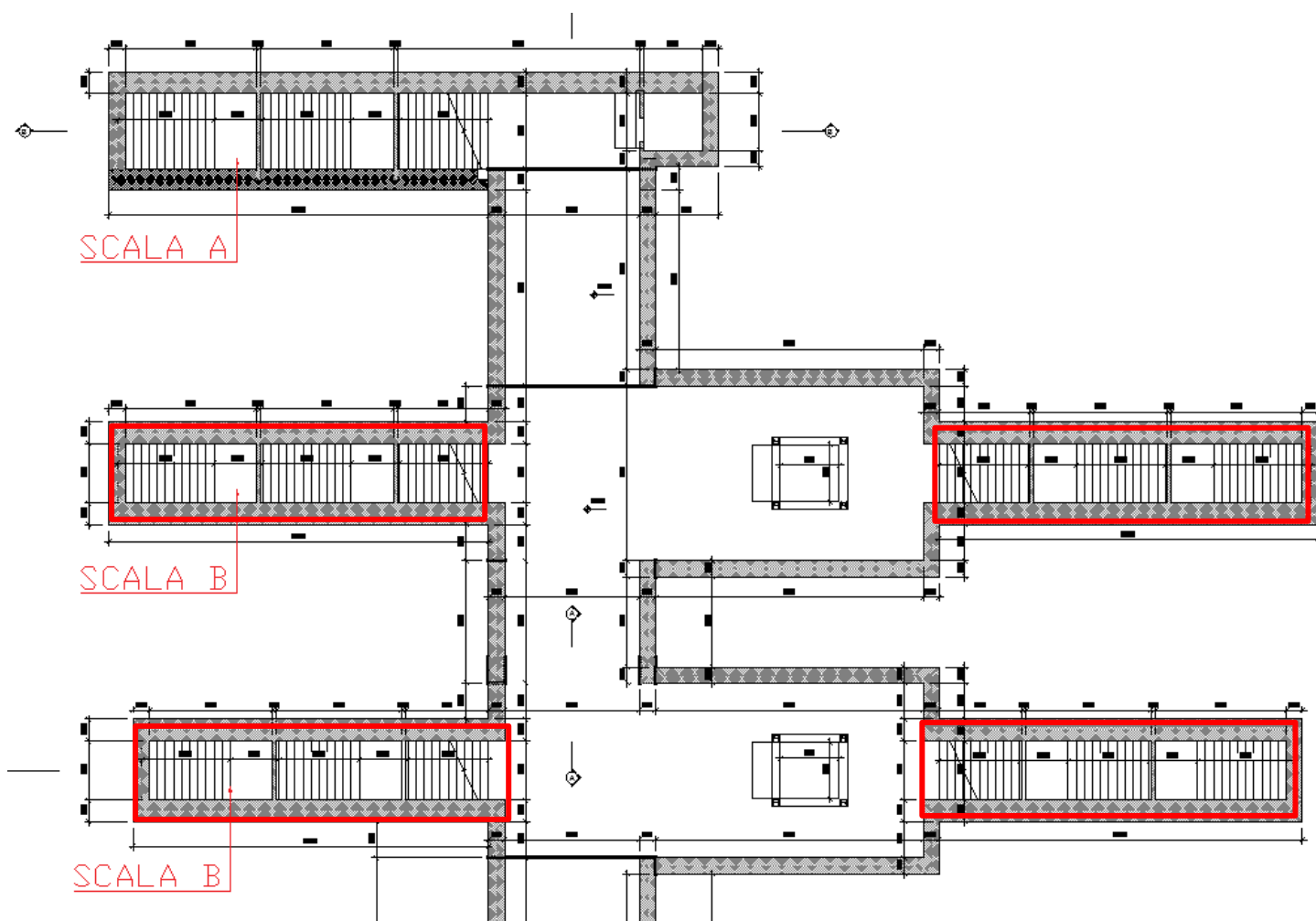


Figura 1a. Planimetria dell'opera con individuazione della scala

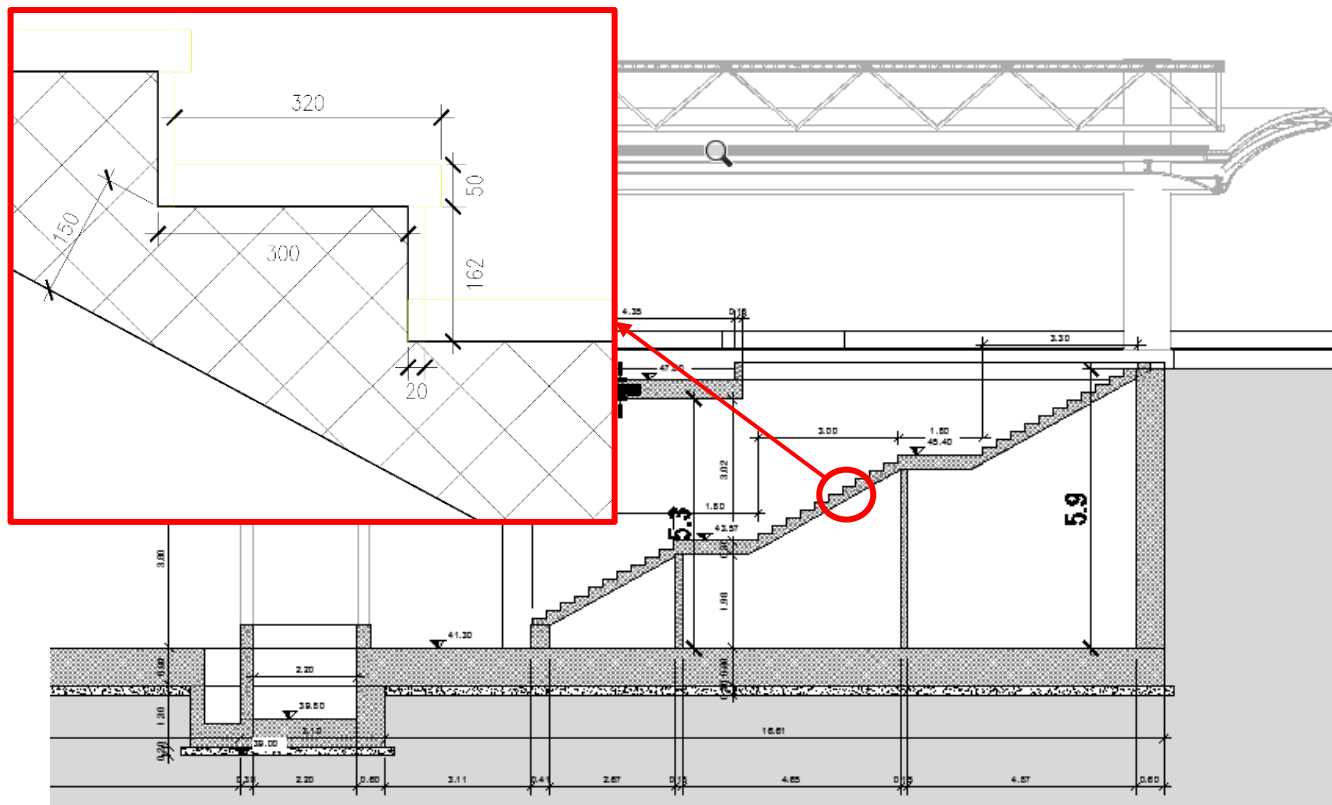


Figura 2. Sezione longitudinale dell'opera con individuazione della scala

## 2. DESCRIZIONE DELL'OPERA

Nell'ambito del progetto della nuova stazione dell'aeroporto di Salerno lungo la linea “Salerno-Pontecagnano aeroporto” è prevista la realizzazione di sette vani scale per consentire il raggiungimento del piano dei binario dal sottopasso realizzato al di sotto della linea metropolitana. Tali vani possono essere distinti in due tipologie individuate come SCALA A e SCALA B in figura 1 e aventi le seguenti caratteristiche:

- SCALA A : luce interna 2,80 m e altezza max 6,20 m
- SCALA B : luce interna 2,20 m e altezza max 5,95 m

Nel seguito si riportano i calcoli necessari al dimensionamento delle strutture che costituiscono la gradinata della “SCALA B”.

Verrà esaminata una striscia avente lunghezza 1.00 m.:

### 3. PROGETTO NUOVE SCALE

Nel presente paragrafo si riportano i calcoli volti alla progettazione delle strutture in oggetto nel rispetto della norma attualmente vigente NTC18.

#### 3.1. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Tutte le calcolazioni sono state eseguite nel rispetto delle normativa NTC18 attualmente vigente.. In particolare si è fatto riferimento:

[N.1]. Norme Tecniche per le Costruzioni - D.M. 17-01-18 (NTC-2018);

[N.2]. Circolare n. 7 del 21 gennaio 2019 - Istruzioni per l'Applicazione dell'aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018;

[N.3]. Regolamento (UE) N. 1299/2014 della Commissione del 18 novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema «infrastruttura» del sistema ferroviario dell'Unione europea, modificato dal Regolamento di esecuzione (UE) N° 2019/776 della Commissione del 16 maggio 2019

[N.4]. Eurocodici EN 1991-2: 2003/AC:2010 – Eurocodice 1 – Parte 2

[N.5]. RFI DTC SI MA IFS 001 D del 20 dicembre 2019 - Manuale di Progettazione delle Opere Civili

#### 3.2. UNITA' DI MISURA E SIMBOLOGIA

Si utilizza il Sistema Internazionale (SI):

Unità di misura principali

- N (Newton) unità di forza
- m (metro) unità di lunghezza

Unità di misura derivate da N

- (kiloNewton)  $10^3$  N

Si utilizzano i seguenti principali simboli con le relative unità di misura normalmente adottate:

$\gamma$ (gamma)	peso dell'unità di volume	(kN/m <sup>3</sup> )
$\phi$ (fi)	angolo di resistenza	(° sessagesimali)

### 3.3. MATERIALI

Per le opere in c.a. si adotta:

Calcestruzzo **C30/37** le cui caratteristiche principali sono:

- Resistenza cilindrica caratteristica:  $f_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza di calcolo a compressione semplice:  $f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_m$ , dove:
  - $\alpha_{cc} = 0.85$  e  $\gamma_m = 1.5$ ;
  - $f_{cd} = 17 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza di calcolo a trazione semplice:  $f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_m$ , dove :
  - $\gamma_m = 1.5$ ;
  - $f_{ctd} = 1,35 \text{ N/mm}^2$ .
- Modulo elastico:  $E_c = 32836 \text{ N/mm}^2$ .
- Tolleranza di posa del copriferro = **10 mm**;
- Classe di esposizione **XA1**
- Copriferro = **40 mm**
- Condizioni ambientali: **aggressive**
- Apertura fessure limite: **w1 = 0.2 mm**

Acciaio da cemento armato normale **B450C** controllato in stabilimento. Le barre sono ad aderenza migliorata. Le caratteristiche meccaniche sono:

- Tensione caratteristica di snervamento:  $f_{yk} = 450 \text{ Nmm}^2$
- Resistenza di calcolo dell'acciaio:  $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s$  dove:
  - $\gamma_s = 1.15$
  - $f_{yd} = 391 \text{ Nmm}^2$
- Allungamento **D1 > 12%**
- Modulo di elasticità: **Es=206000 Nmm<sup>2</sup>**
- Sovrapposizioni barre **≥ 40φ**

STAZIONE PONTECAGNANO AEROPORTO

Sottopasso viaggiatori: Relazione di calcolo scale tipo B

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D 78	CL FV05A0 004	B	6 di 20

### 3.4. GEOMETRIA

Luce di calcolo	L	2.20 m	
Larghezza di base	B.inf.	1.00 m	
Altezza sezione	H.inf.	0.15 m	
Peso specifico	$\gamma$	25.00 DaN/m <sup>3</sup>	
Dimensioni alzata	a	0.16 m	
Dimensioni pedata	p	0.30 m	
Spessore pavimentazione	sp	0.05 m	
Spessore rivestimento alzata	sa	0.02 m	
Inclinaz.Trave [scale]		0.53 alzata/pedata	(1.133)

### 3.5. MODELLAZIONE ADOTTATA

Il modello di calcolo attraverso il quale viene schematizzata la struttura è quello di trave doppiamente incastrata

<i>asta</i>	<i>base</i>	<i>altezza</i>	<i>descrizione</i>
Asta 1	100 cm	15 cm	(scala)

Le caratteristiche geometriche del modello e le coordinate dei nodi sono le seguenti:

Linterasse	2.20 m
N.nodi	2



<i>Nodo</i>	<i>X</i>	<i>Z</i>
1	0.000	0.000
2	2.200	0.000

Figura 3. Numerazione nodi modello SAP

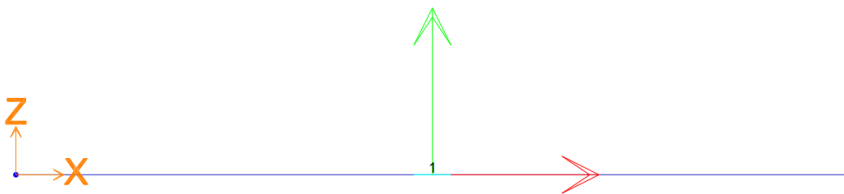


Figura 4: Individuazione elementi modello SAP

### 3.6. ANALISI DEI CARICHI

Si riportano di seguito i carichi utilizzati per il calcolo delle sollecitazioni e le verifiche delle sezioni della struttura in esame.

#### **Peso proprio della struttura (condizione DEAD)**

Il peso proprio viene calcolato automaticamente dal programma di calcolo utilizzato considerando per il calcestruzzo  $\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$ .

Peso specifico calcestruzzo armato	$\gamma_{cls}$	25 kN/m <sup>3</sup>	
peso singolo piedritto	$P_s$	4.25 kN/m	$\gamma_{cls} \times S_p$



STAZIONE PONTECAGNANO AEROPORTO

Sottopasso viaggiatori: Relazione di calcolo scale tipo B

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D 78	CL FV05A0 004	B	8 di 20

**Peso proprio cls per realizzare la forma del gradino (condizione GRAD)**

Peso specifico calcestruzzo armato	$\gamma_{cls}$	25 kN/m <sup>3</sup>	
Lunghezza di calcolo	L	0.08 m	$\gamma_{cls} \times Sp$
Carico distribuito	$q_{GRAD}$	2 kN/m <sup>2</sup>	

**Peso proprio pavimentazione (condizione PAV)**

Peso specifico calcestruzzo armato	$\gamma_{pav}$	20 kN/m <sup>3</sup>	
Lunghezza di calcolo	L	0.07 m	$\gamma_{cls} \times Sp$
Carico distribuito	$q_{PAV}$	1.39 kN/m <sup>2</sup>	

**Carico dovuto alla presenza di persone (condizione FOLLA)**

Carico FOLLA da NTC2018	$q_{FOLLA}$	5.00 kN/m <sup>2</sup>	
-------------------------	-------------	------------------------	--

**CONDIZIONI DI CARICO SISMICHE**

Per il calcolo dell'azione sismica si utilizza il metodo dell'analisi pseudostatica in cui l'azione sismica è rappresentata da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico k. Le forze sismiche sono pertanto le seguenti:

Forza sismica orizzontale  $F_h = k_h \cdot W$

Forza sismica verticale  $F_v = k_v \cdot W$

I valori dei coefficienti sismici orizzontale  $k_h$  e verticale  $k_v$

$$k_h = a_{max} / g$$

$$k_v = \pm 0,5 \times k_h$$

Con riferimento alla nuova classificazione sismica del territorio nazionale, ai fini del calcolo dell'azione sismica secondo il DM 17/01/2018 viene assegnata all'opera una vita nominale  $V_N$  ed una classe d'uso  $C_u$ ; segue un periodo di riferimento  $V_R = V_N \cdot C_U$ .

A seguito di tale assunzione si ottiene allo stato limite ultimo SLV in funzione della Latitudine e Longitudine del sito in esame un valore dell'accelerazione pari ad  $a_g$ , il cui valore è di seguito riportato, come desunto anche dalla relazione geotecnica.

In assenza di analisi specifiche della risposta sismica locale, l'accelerazione massima per la determinazione delle forze di inerzia può essere valutata con la relazione:

$$a_{max} = S \cdot a_g = S_s \cdot S_t \cdot a_g$$

STAZIONE PONTECAGNANO AEROPORTO

Sottopasso viaggiatori: Relazione di calcolo scale tipo B

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D 78	CL FV05A0 004	B	9 di 20

Le forze di inerzia sullo **scatolare** (masse di peso proprio soletta superiore e piedritti, rinterro e ballast, 20% treno di carico,..) sono pari alle masse moltiplicate per  $kh$  e  $kv$  ove:  $kh = \beta M x S x ag/g$  e  $kv = kh / 2$ . Essendo lo scatolare non libero di subire spostamenti relativi rispetto al terreno,  $\beta M = 1$ .

vita nominale	$V_N$	75 anni
classe d'uso	CL	III
coefficiente d'uso	$C_U$	1.50
vita di riferimento = $C_U * V_N$	$V_R$	112.5 anni
probabilità di superamento nel periodo di riferimento	$P_{VR}$	10%
periodo di ritorno del sisma	$T_R$	1068 anni

### Spettro di risposta in accelerazione della componente orizzontale

Coordinate del sito in oggetto:

Latitudine	40.62408
Longitudine	14.92369

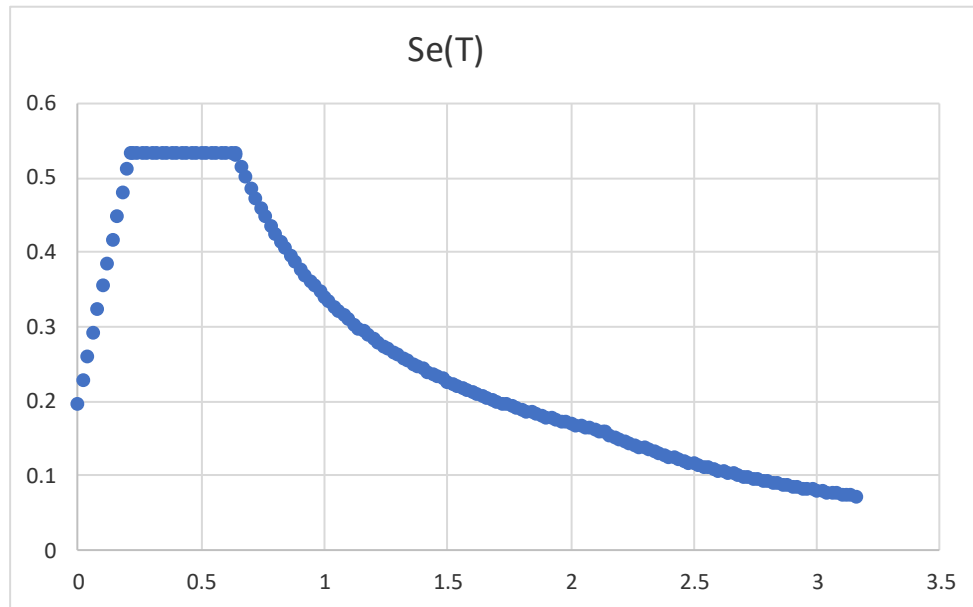
Parametri sismici di progetto

accelerazione massima orizzontale al bedrock	ago	0.130 g
fattore amplificazione massima spettro accelerazione	$F_o$	2.701 sec
periodo inizio tratto a velocità costante spettro acc. orizz.	$T^*c$	0.487
categoria sottosuolo		C
categoria topografica		T1
amplificazione topografica	$S_T$	1.000
smorzamento viscoso convenzionale	$\xi$	5%
fattore di correzione per $\xi <> 5\%$	$\eta$	1.000

Tab.3.2.V	$S_S$	$C_C$	$S_S$	$C_C$
A	1.00	1.00	1.49	1.33
B	1.20	1.27		
C	1.49	1.33		
D	1.80	1.79		
E	1.60	1.53		

coefficiente amplificazione stratigrafica	$S_S$	1.489
coefficiente di amplificazione	S	<b>1.489</b>
coefficiente categoria sottosuolo	$C_C$	1.331
periodo inizio tratto a accelerazione costante = $T_c / 3$	$T_B$	0.216 sec
periodo inizio tratto a velocità costante = $C_c * T^*c$	$T_C$	0.648 sec
periodo inizio tratto a spostamento costante = $4 * ag/g + 1,6$	$T_D$	2.120 sec
accelerazione massima orizzontale al suolo = $S_s x S_t x ag/g$	ago,max	<b>0.194 g</b>

## SPETTRO ORIZZONTALE ELASTICO SLV



### Accelerazioni per il calcolo delle forze di inerzia agenti sullo scatolare

Coefficiente di riduzione dell'acc max attesa al sito

$\beta$  **1.000**

$av = kv = kh / 2$

valore  $PGA \times$  scatolare

$av = kv$  **0.0968 g**

### Forze di inerzia (condizione SismaV)

Forza di inerzia treno di carico - (%)

% **20%**

Forza verticale sulla soletta di copertu

$F''v$  **8.12** kN/m<sup>2</sup>  $(Ps+q_{GRAD}+q_{PAV}+q_{FOLLA}) \times k$

### 3.7. COMBINAZIONI DI CARICO

I coefficienti di amplificazione dei carichi  $\gamma$  e i coefficienti di combinazione  $\psi$  sono riportati nelle tabelle seguenti.

Tab. 5.2.V - Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU

Coefficiente			EQU <sup>(1)</sup>	A1	A2
Azioni permanenti	favorevoli	$\gamma_{G1}$	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00
Azioni permanenti non strutturali <sup>(2)</sup>	favorevoli	$\gamma_{G2}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Ballast <sup>(3)</sup>	favorevoli	$\gamma_B$	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Azioni variabili da traffico <sup>(4)</sup>	favorevoli	$\gamma_Q$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,45	1,45	1,25
Azioni variabili	favorevoli	$\gamma_{Qi}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Precompressione	favorevole	$\gamma_P$	0,90	1,00	1,00
	sfavorevole		1,00 <sup>(5)</sup>	1,00 <sup>(6)</sup>	1,00
Ritiro, viscosità e cedimenti non imposti appositamente	favorevole	$\gamma_{Ce}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevole	d	1,20	1,20	1,00

<sup>(1)</sup> Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori della colonna A2.

<sup>(2)</sup> Nel caso in cui l'intensità dei carichi permanenti non strutturali, o di una parte di essi (ad esempio carichi permanenti portati), sia ben definita in fase di progetto, per detti carichi o per la parte di essi nota si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

<sup>(3)</sup> Quando si prevedano variazioni significative del carico dovuto al ballast, se ne dovrà tener conto esplicitamente nelle verifiche.

<sup>(4)</sup> Le componenti delle azioni da traffico sono introdotte in combinazione considerando uno dei gruppi di carico gr della Tab. 5.2.IV.

<sup>(5)</sup> 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna

<sup>(6)</sup> 1,20 per effetti locali

Tab. 2.5.I – Valori dei coefficienti di combinazione

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

Le azioni descritte nel paragrafo precedente ed utilizzate nelle combinazioni di carico vengono di seguito riassunte:

Peso proprio	DEAD
Peso CLS per gradino	q <sub>GRAD</sub>
Peso pavimentazione	q <sub>PAV</sub>
Carico da FOLLA	q <sub>FOLLA</sub>
Azione sismica verticale	SISMA_V

Si riportano di seguito le combinazioni allo SLU di carico ritenute più significative in base all'esperienza.

Combinazione fondamentale:

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

Nelle tabelle seguenti sono riportate le combinazioni di carico SLU, SLV e SLE utilizzate.

Combinazioni di carico SLU (non sismiche)	
	1slu
DEAD	1.3
q <sub>GRAD</sub>	1.5
q <sub>PAV</sub>	1.5
q <sub>FOLLA</sub>	1.5

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

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

STAZIONE PONTECAGNANO AEROPORTO

Sottopasso viaggiatori: Relazione di calcolo scale tipo B

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D 78	CL FV05A0 004	B	13 di 20

Combinazioni di Carico Sismiche	
	SV1
DEAD	1
Q <sub>GRAD</sub>	1
Q <sub>PAV</sub>	1
Q <sub>FOLLA</sub>	0.6
SISMA_V*	1

\*Per quanto riguarda l'azione sismica è stata ovviamente presa in conto solo la componente verticale

Si riportano infine, le combinazioni di carico agli stati limite di esercizio SLE ritenute più significative.

Combinazione rara

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

Combinazioni di carico SLE	
	1sle
DEAD	1
Q <sub>GRAD</sub>	1
Q <sub>PAV</sub>	1
Q <sub>FOLLA</sub>	0.7

### 3.8. CARATTERISTICHE DELLE SOLLECITAZIONI

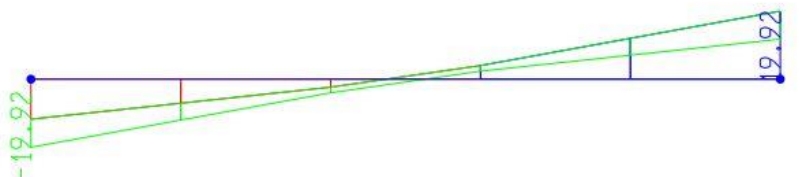
#### 3.8.1. Involuppo SLU/SLV

##### USCITA SAP - INVILUPPO SLU SLV

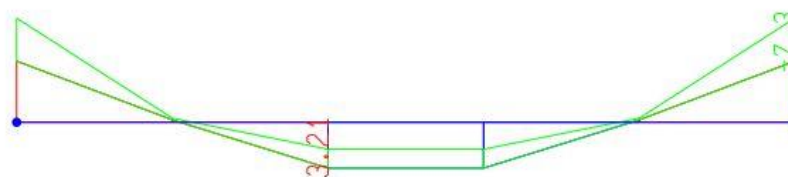
Text	m	Text	Text	Text	KN	KN	KN-m
Frame	Station	OutputCase	CaseType	StepType	P	V2	M3
1	0.00	ENVELOPE SLU	Combination	Max	0.00	-11.70	-4.29
1	0.44	ENVELOPE SLU	Combination	Max	0.00	-7.02	-0.17
1	0.88	ENVELOPE SLU	Combination	Max	0.00	-2.34	3.21
1	1.32	ENVELOPE SLU	Combination	Max	0.00	3.98	3.21
1	1.76	ENVELOPE SLU	Combination	Max	0.00	11.95	-0.17
1	2.20	ENVELOPE SLU	Combination	Max	0.00	19.92	-4.29
1	0.00	ENVELOPE SLU	Combination	Min	0.00	-19.92	-7.30
1	0.44	ENVELOPE SLU	Combination	Min	0.00	-11.95	-0.29
1	0.88	ENVELOPE SLU	Combination	Min	0.00	-3.98	1.89
1	1.32	ENVELOPE SLU	Combination	Min	0.00	2.34	1.89
1	1.76	ENVELOPE SLU	Combination	Min	0.00	7.02	-0.29
1	2.20	ENVELOPE SLU	Combination	Min	0.00	11.70	-7.30

Sez. 1	Sez. 2	SEZIONE	P	V2	M3
----- -----		01	0.0	19.9	7.3
		02	0.0	0.0	3.2

Diagrammi delle sollecitazioni: ENVELOPE SLU/SLV



Taglio



Momento

#### 3.8.2. Involuppo SLE (rara)

STAZIONE PONTECAGNANO AEROPORTO

Sottopasso viaggiatori: Relazione di calcolo scale tipo B

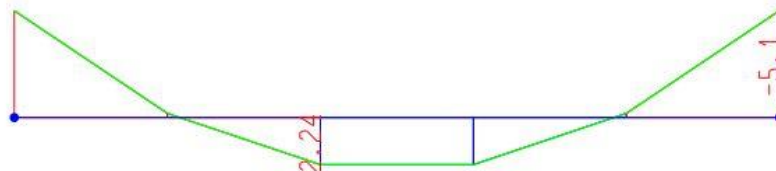
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D 78	CL FV05A0 004	B	15 di 20

**USCITA SAP - INVILUPPO SLE**

Text Frame	m Station	Text OutputCase	Text CaseType	Text StepType	KN P	KN V2	KN-m M3
1	0.00	ENVELOPE SLER Combination	Max	Max	0.00	-13.90	-5.10
1	0.44	ENVELOPE SLER Combination	Max	Max	0.00	-8.34	-0.20
1	0.88	ENVELOPE SLER Combination	Max	Max	0.00	-2.78	2.24
1	1.32	ENVELOPE SLER Combination	Max	Max	0.00	2.78	2.24
1	1.76	ENVELOPE SLER Combination	Max	Max	0.00	8.34	-0.20
1	2.20	ENVELOPE SLER Combination	Max	Max	0.00	13.90	-5.10
1	0.00	ENVELOPE SLER Combination	Min	Min	0.00	-13.90	-5.10
1	0.44	ENVELOPE SLER Combination	Min	Min	0.00	-8.34	-0.20
1	0.88	ENVELOPE SLER Combination	Min	Min	0.00	-2.78	2.24
1	1.32	ENVELOPE SLER Combination	Min	Min	0.00	2.78	2.24
1	1.76	ENVELOPE SLER Combination	Min	Min	0.00	8.34	-0.20
1	2.20	ENVELOPE SLER Combination	Min	Min	0.00	13.90	-5.10

Sez. 1	Sez. 2	SEZIONE	P	V2	M3
----- -----		01	0.0	13.9	5.1
		02	0.0	0.0	2.2

*Diagrammi delle sollecitazioni: SLE (rara)*



*Momento Flettente*





**LINEA SALERNO - PONTECAGNANO AEROPORTO  
COMPLETAMENTO METROPOLITANA DI SALERNO  
TRATTA ARECHI - PONTECAGNANO AEROPORTO  
PROGETTO DEFINITIVO – FABBRICATI VIAGGIATORI**

STAZIONE PONTECAGNANO AEROPORTO

Sottopasso viaggiatori: Relazione di calcolo scale tipo B

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D 78	CL FV05A0 004	B	16 di 20

.3.9. VERIFICHE SLU/SLV/SLE

STAZIONE PONTECAGNANO AEROPORTO

Sottopasso viaggiatori: Relazione di calcolo scale tipo B

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D 78	CL FV05A0 004	B	17 di 20

**Oggetto:**

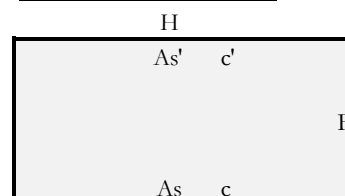
Stazione Aeroporto - Scala A

Sezione n.º. 01

**Dati di Input:**

B	Base sezione rettangolare	1000 mm
H	Altezza sezione rettangolare	150 mm
c'	Copriferro armatura sup. compressa	30 mm
c	Copriferro armatura inf. Tesa	30 mm
d	Altezza utile = H-c	120 mm
fck	Resistenza caratt. Cilindrica calcestruzzo	30 MPa
fyk	Resistenza caratt. Snervamento acciaio	450 MPa
Ned	Sforzo normale di calcolo [(+)Trazione]	0.0 kN
Med	Momento flettente di calcolo [(+)]	11.8 kNm
Ved	Taglio di calcolo [(+)]	25.3 kN
Ted	Torsione di calcolo [(+)]	0 kNm
Fi1	1° diametro armatura tesa	16
Fi2	2° diametro armatura tesa	
n1	N°. Barre 1° armatura tesa	3 Armatura tesa filante
n2	N°. Barre 2° armatura tesa	Armatura di raffittim.
As'	Armatura superiore compressa	603 mmq
As	Armatura inferiore tesa	603 mmq
Fi Staffe	Diametro staffe	mm
s. Staffe	Passo staffe	150 mm
bracci	Numero Bracci staffe	2
cotθ	(proiez.orizz.)/(proiez.vert.) puntone cls	2.0 [range: 1,0-2,5]
alpha	angolo staffe/piegati rispetto all'orizzontale	90.0°
Asw	Area a taglio per unità di lunghezza	0 mmq/m
<R-F-P>	Combinaz. SLE (rara,frequente,qperm)	R
Msle	Momento di esercizio [(+)]	8.3 kNm
Nsle	Sforzo normale di esercizio [(+)Trazione]	0.0 kN
wk-lim	Stato limite apertura fessure (Freq.Perm)	0.20 mm
sigcR-lim	Tensione limite cls comb. Rara	0.60 fck
sigcP-lim	Tensione limite cls comb. Quasi Perm.	0.45 fck
sigcR-lim	Tensione limite acc. Comb. Rara	0.80 fyk

**Geometria della Sezione:**



**Dati di Output:**

**SLU - Momento e Taglio resistenti**

<S-N>	Momento Ultimo resistente dissipativo <S/N>	S		
Mrd	Momento ultimo resistente	28 kNm	Coeff.Sfrutt.	42%
Vrd	Taglio ultimo resistente	71 kN	Coeff.Sfrutt.	36%
Trd	Momento torcente ultimo resistente	0 kNm	Coeff.Sfrutt.	

**SLE - Tensioni e ampiezza fessure**

Sigs-sup	Tensione barre superiori [(-)Compresso]	-11 Mpa	Coeff.Sfrutt.	3%
Sigs-inf	Tensione barre inferiori [(+)Teso]	129 Mpa	Coeff.Sfrutt.	36%
Sigc-sup	Tensione cls superiore [(-)Compresso]	-4 Mpa	Coeff.Sfrutt.	21%
Sigc-inf	Tensione cls inferiore [non reag.Trazione]	0 Mpa		
Mcr	Momento di prima fessurazione	12 kNm		
wk	Ampiezza di fessura	0.10 mm	Coeff.Sfrutt.	50%
			Coeff.Sfrutt.Max	50%

STAZIONE PONTECAGNANO AEROPORTO

Sottopasso viaggiatori: Relazione di calcolo scale tipo B

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D 78	CL FV05A0 004	B	18 di 20

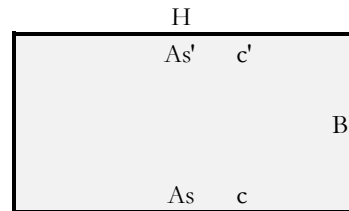
**Oggetto:**

Stazione Aeroporto - Scala A

Sezione n°. 02

**Dati di Input:**

B	Base sezione rettangolare	1000 mm		
H	Altezza sezione rettangolare	150 mm		
c'	Copriferro armatura sup. compressa	30 mm		
c	Copriferro armatura inf. Tesa	30 mm		
d	Altezza utile = H-c	120 mm		
fck	Resistenza caratt. Cilindrica calcestruzzo	30 MPa		
fyk	Resistenza caratt. Snervamento acciaio	450 MPa		
Ned	Sforzo normale di calcolo [(+)Trazione]	0.0 kN		
Med	Momento flettente di calcolo [(+)]	5.9 kNm		
Ved	Taglio di calcolo [(+)]	0.0 kN		
Ted	Torsione di calcolo [(+)]	0 kNm		
Fi1	1° diametro armatura tesa	16		
Fi2	2° diametro armatura tesa			
n1	N°. Barre 1° armatura tesa	3	Armatura tesa filante	603 mmq
n2	N°. Barre 2° armatura tesa		Armatura di raffittim.	0 mmq
As'	Armatura superiore compressa	603 mmq		
As	Armatura inferiore tesa	603 mmq		
Fi Staffe	Diametro staffe	mm		
s. Staffe	Passo staffe	150 mm		
bracci	Numero Bracci staffe	2		
cotθ	(proiez.orizz.)/(proiez.vert.) puntone cls	2.5 [range: 1,0-2,5]		
alpha	angolo staffe/piegati rispetto all'orizzontale	90.0°		
Asw	Area a taglio per unità di lunghezza	0 mmq/m	0.00 cmq/m	
<R-F-P>	Combinaz. SLE (rara,frequente,qperm)	R		
Msle	Momento di esercizio [(+)]	4.1 kNm		
Nsle	Sforzo normale di esercizio [(+)Trazione]	0.0 kN		
wk-lim	Stato limite apertura fessure (Freq.Perm)	0.20 mm		
sigcR-lim	Tensione limite cls comb. Rara	0.60 fck		
sigcP-lim	Tensione limite cls comb. Quasi Perm.	0.45 fck		
sigsR-lim	Tensione limite acc. Comb. Rara	0.80 fyk		

**Geometria della Sezione:**

**Dati di Output:**
**SLU - Momento e Taglio resistenti**

<S-N>	Momento Ultimo resistente dissipativo <S/N>	S		
Mrd	Momento ultimo resistente	28 kNm	Coeff.Sfrutt.	21%
Vrd	Taglio ultimo resistente	71 kN	Coeff.Sfrutt.	0%
Trd	Momento torcente ultimo resistente	0 kNm	Coeff.Sfrutt.	

**SLE - Tensioni e ampiezza fessure**

Sigs-sup	Tensione barre superiori [(-)Compresso]	-5 Mpa	Coeff.Sfrutt.	2%
Sigs-inf	Tensione barre inferiori [(+)Teso]	64 Mpa	Coeff.Sfrutt.	18%
Sigc-sup	Tensione cls superiore [(-)Compresso]	-2 Mpa	Coeff.Sfrutt.	11%
Sigc-inf	Tensione cls inferiore [non reag.Trazione]	0 Mpa		
Mcr	Momento di prima fessurazione	12 kNm		
wk	Ampiezza di fessura	0.05 mm	Coeff.Sfrutt.	25%
			Coeff.Sfrutt.Max	25%

STAZIONE PONTECAGNANO AEROPORTO

Sottopasso viaggiatori: Relazione di calcolo scale tipo B

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D 78	CL FV05A0 004	B	19 di 20

Si riportano i coefficienti di sfruttamento nelle sezioni notevoli per le verifiche SLU/SLV/SLE:

SINTESI VERIFICHE SEZIONI NOTEVOLI:			
SL	VERIF	SEZ01	SEZ02
SLU	Med/Mrd	42%	21%
SLU	Ved/Vrd	36%	0%
SLE	(sigse/sigst)s	3%	2%
SLE	(sigse/sigst)i	36%	18%
SLE	(sigσ/sigσ)s	21%	11%
SLE	wk/wklim	50%	25%
	MAX	50%	25%
	MAX	50%	

I coefficienti di sfruttamento sono tutti inferiori all'unità e pertanto le verifiche risultano soddisfatte.

### .3.10. VERIFICHE DI DEFORMABILITA'

VERIFICA DI DEFORMABILITA' [DaN,cm] [NTC08 § 4.1.2.2.2 + C.617/09 § C4.1.2.2.2 + EC2 § 7.4.1/§ 7.4.3]								
$E_{too}$	117,271	[DaN/cm <sup>2</sup> ]	Carico	fr <sub>·amm</sub>	fr <sub>·amm</sub>	fr <sub>·calc.finale</sub>	Coef.sfrutt.	
J <sub>PARZ.</sub>	5,766	[cm <sup>4</sup> ]	G1+G2+Q	L/300		0.733	0.074	0.101 <= 1; VERIF. OK
J <sub>INT.REAG.</sub>	30,568	[cm <sup>4</sup> ]	G2+Q	L/500		0.440	0.042	0.095 <= 1; VERIF. OK
M <sub>·SEMNC.</sub>	=							0%

STAZIONE PONTECAGNANO AEROPORTO

Sottopasso viaggiatori: Relazione di calcolo scale tipo B

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D 78	CL FV05A0 004	B	20 di 20

### .3.11.RIEPILOGO E INCIDENZA ARMATURE

#### A seguire il riepilogo delle armature del tombino:

Sezione scale di spessore	15 cm	
con armatura principale superiore	<b>F16 /333</b>	603 mm <sup>2</sup>
con armatura principale inferiore	<b>F16 /333</b>	603 mm <sup>2</sup>

La soletta inferiore non ha armatura a taglio.

#### **Incidenza armature:**

Larghezza utile	Lint	<b>3.20</b> m	Spessore scala	Sf	<b>0.15</b> m
incidenza sovrapp.		<b>20%</b>	copriferro	c	<b>0.03</b> m

Elem.	Ø1 sup/int [mm]	pass1 [mm]	Ø2 sup/int [mm]	pass2 [mm]	Ø3 inf/ext [mm]	pass3 [mm]	Ø4 inf/ext [mm]	pass4 [mm]	Øleg [mm]	Øleg pass1 [mm]	Øleg pass2 [mm]
scala	<b>16</b>	<b>333</b>	<b>0</b>	<b>1000</b>	<b>16</b>	<b>333</b>	<b>0</b>	<b>1000</b>	<b>0</b>	<b>1000</b>	<b>1000</b>
Elem.	LØ [m]	Lleg [mm]	Vol [m <sup>3</sup> ]	Peso [kg]	incd [kg/m <sup>3</sup> ]	Inc%					
scala	<b>3.20</b>	<b>0.29</b>	<b>0.5</b>	<b>36</b>	<b>76</b>	<b>100%</b>					
<b>TOTALE</b>			<b>0.5</b>	<b>36</b>	<b>76</b>	<b>100%</b>					