



Parco Nazionale del Gran Paradiso  
via della Rocca 47  
10123 Torino  
tel. 011 8606211  
fax. 011 8121305  
www.pngp.it

C.F. 80002210070  
P. IVA. 03613870017

## PROGETTO PER UN CENTRO VISITATORI NEL PARCO NAZIONALE GRAN PARADISO A CAMPIGLIA SOANA

LOCALIZZAZIONE

ITALIA	REGIONE PIEMONTE	PROVINCIA DI TORINO	COMUNE DI VALPRATO SOANA
--------	------------------	---------------------	--------------------------

### PROGETTO ESECUTIVO \_ PRIMO LOTTO FUNZIONALE

OGGETTO DELL'ELABORATO

#### *Relazione Tecnico Descrittiva (REL) - STRUTTURE*

CODICE ELABORATO

DS02\_CAMPIGLIA\_ES1\_0

SCALA

-

DATA

13.11.09

REV.	DATA	DESCRIZIONE	DIS.TO	REV.TO	APP.TO
00	13.11.09	EMISSIONE	-	-	-

D3

COMMESSA

CMP\_09

FILE

DS02\_CAMPIGLIA\_ES1\_0

DATI PROGETTISTI

Architetto Hermann Kohllöffel Mandatario

Mandanti:

ing. Giuseppe Bongiorno  
consulente strutture: Ingeo Associati, ing. Riccardo Sampietro

arch. Benedetto Camerana

Golder Associates srl - Metec&Saggese  
ing. Salvatore Calì Quaglia - ing. Margherita Converso

arch. Alessandro Rigazio

arch. Andrea Tonin

TIMBRI - FIRME



DIRITTI D'AUTORE RISERVATI

UFFICIO DEL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO  
Responsabile del Procedimento: arch. Elio Tompetrini  
Responsabile dell'Ufficio Tecnico: arch. Barbara Rosai

FIRMA

# SOMMARIO

<b>1 INTRODUZIONE.....</b>	<b>1</b>
1.1 Descrizione sintetica dell'intervento.....	1
1.2 Cantieristica.....	2
1.3 Opere provvisionali preliminari.....	2
<b>2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....</b>	<b>3</b>
2.1 Leggi.....	3
2.2 Decreti e ordinanze.....	3
2.3 Circolari.....	3
2.4 Istruzioni per opere in carpenteria metallica.....	4
2.5 Eurocodici.....	4
<b>3 CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE.....</b>	<b>6</b>
3.1 Verifiche agli stati limite.....	6
3.1.1 Stato limite ultimo.....	6
3.1.2 Stato limite di esercizio.....	6
<b>4 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI.....</b>	<b>7</b>
4.1 Opere in conglomerato cementizio.....	7
4.2 Acciaio da carpenteria metallica.....	8
4.3 Legno lamellare.....	8
<b>5 CARICHI AGENTI SULLA STRUTTURA.....</b>	<b>10</b>
5.1 Vita nominale e classe d'uso.....	10
5.2 Pesi propri.....	10
5.2.1 Massa volumica materiali strutturali.....	10
5.2.2 Peso proprio solai.....	10
5.3 Carichi permanenti.....	10
5.3.1 Permanente su solaio piano primo.....	10
5.3.2 Solaio di copertura.....	11
5.3.3 Muro di tamponamento.....	11
5.4 Azioni antropiche e naturali.....	11
5.4.1 Sovraccarico di esercizio.....	11
5.4.2 Neve.....	11
5.4.3 Vento.....	12
5.4.4 Azione sismica.....	13

<u>5.5 Combinazioni di calcolo.....</u>	<u>13</u>
---	-----------

# 1 INTRODUZIONE

---

## 1.1 DESCRIZIONE SINTETICA DELL'INTERVENTO



L'intervento prevede la realizzazione di un centro visitatori nel Parco Nazionale Gran Paradiso a Campiglia Soana.

La struttura si articola su due piani di cui uno semiinterrato (addossato ad un versante) mentre quello superiore può essere considerato fuori terra. L'opera ha una lunghezza di circa 33m, mentre la larghezza massima è pari a 12 m

L'intera ossatura portante e di controventamento è prevista in cemento armato, eseguita in opera con getti tradizionali. La struttura è composta da pilastri e solai in conglomerato cementizio armato. In particolare sono previsti pilastri, setti e muri controterra. Per l'intero intervento sono previste fondazioni dirette.

La copertura è sorretta da travi in acciaio Cor-Ten centinate (vedi figura) e da arcarecci in legno lamellare.

Per quanto concerne le aree esterne, è prevista la realizzazione di muri in c.a. (tipo a mensola). Entrambe queste tipologie di opere di sostegno vengono utilizzate nel progetto per sostenere il terreno e creare dei camminamenti che permettano di raggiungere agevolmente sia il piano terra sia il piano semi-interrato.

Per la realizzazione dell'opera sono previste le seguenti principali attività:

- Completamento scavi di splateamento;
- scavi di sbancamento e di fondazione in genere, con successivi reinterri di fondazioni, muri, ecc.
- magroni, da approfondire fino al raggiungimento di piani di appoggio atti a garantire la portanza minima sul terreno di 2,0 kg/cmq; per questo motivo nei disegni di progetto è prevista una altezza variabile dei magroni, con un minimo di 20 cm di spessore;
- fondazioni a plinti, cordoli, platee e scale;
- muri controterra perimetrali;
- travi e cordoli gettati in opera;
- pilastri gettati in opera;
- solai in elevazione di tipologia tradizionale (laterocemento H = 20+5) gettati in opera;
- scale gettate in opera.
- Fornitura e posa di carpenteria metallica per le travi di copertura
- Fornitura e posa di arcarecci in legno lamellare

Sono inoltre previste le seguenti opere:

- muri controterra in c.a. lungo le opere viarie;
- battuti in c.a.

Per quanto concerne la resistenza al fuoco, tutte le strutture sono R15

## **1.2 CANTIERISTICA**

Per la realizzazione dell'intervento sono previsti alcune opere di cantierizzazione volte a mettere in sicurezza il cantiere:

- Recinzione dell'area di cantiere
- Installazione delle baracche
- Realizzazione di pista di cantiere per il collegamento con la strada più vicina
- Approvvigionamento di acqua e luce elettrica
- Installazione di gru per la movimentazione dei materiali
- Realizzazione di arginelli in testa alle scarpate, al fine di evitare ruscellamenti e smottamenti, nonché di canali di gronda e fugatori necessari per evitare il riversarsi delle acque negli scavi;
- Eventuale pompaggio e allontanamento delle acque durante le fasi di scavo e getto;
- Mantenimento ed eventuale ripristino della funzionalità della rete idrologica e della rete di smaltimento acque al contorno dell'area;

## **1.3 OPERE PROVVISORIALI PRELIMINARI**

Non sono previste opere provvisoriali particolari, se non le normali sbadacchiature degli scavi ove si ritenesse necessario.

## 2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

---

Come riportato nella circolare 5 agosto 2009 del ministero delle Infrastrutture e dei trasporti<sup>1</sup> il progetto esecutivo è stato redatto ai sensi delle normative già utilizzate come riferimento per il progetto definitivo ed in particolare al D.M. 14 settembre 2005.

E' noto che le suddette Norme Tecniche sono state aggiornate con il D.M. 14 gennaio 2008, a causa di alcuni errori nella stesura e della difficile integrazione con gli Eurocodici.

Per cui, nello spirito della circolare sopraccitata, si è proceduto ad utilizzare le norme tecniche aggiornate solo ed esclusivamente quando non ne derivava un aumento di costo.

In estrema sintesi si è proceduto come segue:

Verifiche statiche: D.M. 14 gennaio 2008

Verifiche sismiche: D.M. 14 settembre 2005

Si ricorda che, per quanto riguarda la identificazione, qualificazione ed accettazione dei materiali e dei prodotti da costruzione per opere strutturali, è cogente il rispetto di tutte le prescrizioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008 (vedi in particolare il capitolo 11).

### 2.1 LEGGI

- L. 05.11.1971, n. 1086, "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica".
- L. 02.02.1974, n. 64, "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche".

### 2.2 DECRETI E ORDINANZE

- D.M. 11.03.1988, "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce; la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione".
- D.M. 05.11.2001, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade".
- D.M. 14.1.2008, "Norme tecniche per le costruzioni".

### 2.3 CIRCOLARI

- Circ. Min. LL.PP. 14.02.1974, n. 11951, "Applicazione della Legge 05.11.1971, n. 1086".
- Circ. Min. LL.PP. 31.07.1979, n. 19581, "Legge 05.11.1971, n. 1086, art. 7 - Collaudo statico".
- Circ. Min. LL.PP. 23.10.1979, n. 19777, "Competenza amministrativa: Legge 05.11.1971, n. 1086; Legge 02.02.1974, n. 64".
- Circ. Min. LL.PP. 09.01.1980, n. 20049, "Istruzioni relative ai controlli sul conglomerato cementizio adoperato per le strutture in cemento armato".

---

<sup>1</sup> Per i lavori pubblici, fermo restando quanto disposto dal comma 4 dell'art. 20 del citato decreto-legge n. 248/2007, il richiamato comma 3 del medesimo art. 20 esplicita chiaramente la volontà del legislatore di consentire l'applicazione della normativa tecnica utilizzata per la redazione dei progetti (e fino all'ultimazione dei lavori e all'eventuale collaudo), e quindi anche quella previgente al decreto ministeriale 14 gennaio 2008, sia alle opere già affidate o iniziate alla data del 30 giugno 2009 sia a quelle per le quali siano stati avviati, prima di tale data, i progetti definitivi o esecutivi; tale ultima circostanza non può che essere accertata e dichiarata, nell'ambito dei propri compiti, dal responsabile del procedimento, di cui alle disposizioni dell'art.10 del decreto legislativo 12 aprile 2006, n.163, recante «Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, forniture, servizi in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE».

- Circ. Min: LL.PP. 01.09.1987, n. 29010, "Legge 05.11.1971, n. 1086 D.M. 27.07.1985, Controllo dei materiali in genere e degli acciai per cemento armato normale in particolare".
- Circ. Min. LL.PP. 1988, n. 30483, "Istruzioni riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpe, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione".
- Circ. Min. LL.PP. 04.01.1989, n. 30787, "Legge 02.02.1974, n. 64, art. I Istruzioni in merito alle norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento".
- Circ. Min. LL.PP. 16.03.1989, n. 31104, "Istruzioni in merito alle norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate".
- Circ. Min. LL.PP. 04.05.1990, n. 34233., "Istruzioni relative alla normativa tecnica dei ponti stradali".

## **2.4 ISTRUZIONI PER OPERE IN CARPENTERIA METALLICA**

- CNR 10011 – Progettazione Strutture in Acciaio
- UNI 10155 – Acciai per impieghi strutturali con resistenza migliorata alla corrosione atmosferica

## **2.5 EUROCODICI**

- UNI EN 1990:2006 13/04/2006 Eurocodice 0 - Criteri generali di progettazione strutturale.
- UNI EN 1991-1-1:2004 01/08/2004 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-1: Azioni in generale - Pesì per unità di volume, pesì propri e sovraccarichi per gli edifici.
- UNI EN 1991-2:2005 01/03/2005 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 2: Carichi da traffico sui ponti.
- UNI EN 1991-1-3:2004 01/10/2004 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-3: Azioni in generale - Carichi da neve.
- UNI EN 1991-1-4:2005 01/07/2005 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-4: Azioni in generale - Azioni del vento.
- UNI EN 1991-1-5:2004 01/10/2004 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-5: Azioni in generale - Azioni termiche.
- UNI EN 1992-1-1:2005 24/11/2005 Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
- UNI EN 1992-1-2:2005 01/04/2005 Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-2: Regole generali - Progettazione strutturale contro l'incendio.
- UNI EN 1993-1-1:2005 01/08/2005 Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
- UNI EN 1993-1-8:2005 01/08/2005 Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-8: Progettazione dei collegamenti.
- UNI EN 1994-1-1:2005 01/03/2005 Eurocodice 4 - Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
- UNI EN 1994-2:2006 12/01/2006 Eurocodice 4 - Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo - Parte 2: Regole generali e regole per i ponti.
- UNI EN 1995-1-1:2005 01/02/2005 Eurocodice 5 - Progettazione delle strutture di legno - Parte 1-1: Regole generali – Regole comuni e regole per gli edifici.

- UNI EN 1995-2:2005 01/01/2005 Eurocodice 5 - Progettazione delle strutture di legno - Parte 2: Ponti.
- UNI EN 1996-1-1:2006 26/01/2006 Eurocodice 6 - Progettazione delle strutture di muratura - Parte 1-1: Regole generali per strutture di muratura armata e non armata.
- UNI EN 1996-3:2006 09/03/2006 Eurocodice 6 - Progettazione delle strutture di muratura - Parte 3: Metodi di calcolo semplificato per strutture di muratura non armata.
- UNI EN 1997-1:2005 01/02/2005 Eurocodice 7 - Progettazione geotecnica - Parte 1: Regole generali.
- UNI EN 1998-1:2005 01/03/2005 Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici.
- UNI EN 1998-3:2005 01/08/2005 Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 3: Valutazione e adeguamento degli edifici.
- UNI EN 1998-5:2005 01/01/2005 Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici.



### 3 CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE

---

Si riportano nel seguito i principali criteri di progettazione e di calcolo adottati.

#### 3.1 VERIFICHE AGLI STATI LIMITE

##### 3.1.1 Stato limite ultimo

Per la situazione permanente e transitoria si verifica che l'azione sollecitante di calcolo  $S_d$  sia inferiore alla resistenza ultima di calcolo  $R_d$ .

Le azioni sollecitanti di calcolo vanno calcolate secondo la seguente formulazione:

$$F_d = \gamma_g \cdot G_k + \gamma_P \cdot P_k + \gamma_q \cdot \left[ Q_{1k} + \sum (\psi_{0i} \cdot Q_{ik}) \right]$$

dove:

- $G_k$  è il valore caratteristico delle azioni permanenti;
- $P_k$  è il valore caratteristico delle azioni di precompressione;
- $Q_{1k}$  è il valore caratteristico dell'azione base di ogni combinazione;
- $Q_{ki}$  i valori caratteristici delle azioni variabili tra loro indipendenti;
- $\gamma_g$  = 1,4 (1,0 se il suo contributo aumenta la sicurezza);
- $\gamma_P$  = 0,9 (1,2 se il suo contributo diminuisce la sicurezza);
- $\gamma_q$  = 1,5 (0 se il suo contributo aumenta la sicurezza);
- $\psi_{0i}$  = coefficiente di combinazione allo SLU

##### 3.1.2 Stato limite di esercizio

Per le verifiche di stati limite di esercizio si fa riferimento alle seguenti combinazioni di carico:

- Combinazione rara:  $F_r = G_k + P_k + Q_{1k} + \sum (\psi_{0,i} \cdot Q_{ki})$
- Combinazione frequente:  $F_r = G_k + P_k + \psi_{11} \cdot Q_{1k} + \sum (\psi_{2,i} \cdot Q_{ki})$
- Combinazione quasi permanente:  $F_r = G_k + P_k + \sum (\psi_{2,i} \cdot Q_{ki})$

dove:

- $\gamma_g = \gamma_P = \gamma_q = 1,0$ ;
- $\psi_{1i}$  = coefficiente atto a definire i valori delle azioni ammissibili ai frattili di ordine 0,95 delle distribuzioni dei valori istantanei;
- $\psi_{2i}$  = coefficiente atto a definire i valori quasi permanenti delle azioni ammissibili ai valori medi delle distribuzioni dei valori istantanei;

## 4 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

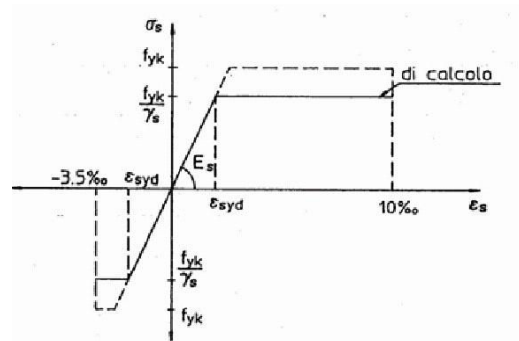
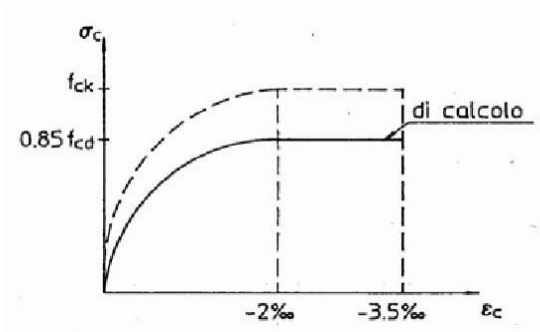
### 4.1 OPERE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO

	Classe di resistenza $R_{ck}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	Dimensione max nom. degli aggregati [mm]	Classe di esposizione ambientale	Classe di consistenza	Tipologia strutturale
Sottofondazioni	150	-	-	-	Non armato
Getti di fondazione	370	25	XF3	S4	Armato
Getti in elevazione:	370	25	XF1	S4	Armato

#### Copriferri

Non vi è prescrizione REI per le strutture in oggetto. Al fine di preservare le armature dai fenomeni di aggressione ambientale si adottano i seguenti ricoprimenti minimi:

	Copriferro minimo all'asse	Ricoprimento staffe prescritto
Fondazioni	40 mm	30 mm
Elevazione	40 mm	25 mm



**Getti non armati:** Magrone  $R_{ck} \geq 15 \text{ N/mm}^2$ ;

- Classe di resistenza
- Peso specifico
- Resistenza caratteristica cubica

C 10/15

$\gamma = 25.00 \text{ kN/m}^3$

$R_{ck} = 15 \text{ N/mm}^2$

**Getti armati:** Calcestruzzo  $R_{ck} 35 \text{ N/mm}^2$

- Classe di resistenza
- Peso specifico
- Resistenza caratteristica cilindrica
- Modulo di elasticità longitudinale:
- Modulo di elasticità tangenziale:
- Coefficiente di dilatazione termica
- Resistenza di calcolo a compressione SLU ( $\alpha_{cc} = 0.85$ ;  $\gamma_c = 1.5$ ):

C 30/35

$\gamma = 25.00 \text{ kN/m}^3$

$f_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$

$E = 5700 \sqrt{R_{ck}} = 33721 \text{ N/mm}^2$

$G = 15054 \text{ N/mm}^2$

$\alpha = 10 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$

$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c = 17.00 \text{ N/mm}^2$

- Resistenza a trazione:
- Resistenza caratteristica a trazione:
- Resistenza di calcolo a trazione ( $\gamma_c = 1,5$ ):
- Massima tensione di esercizio in comb. rare
- Max tensione di esercizio in comb. quasi perm.

$$f_{ctm} = 0,30 f_{ck}^{2/3} = 2.90 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{ctk} = 0,7 f_{ctm} = 2.03 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c = 1.35 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_c = 0,6 f_{ck} = 18.0 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_c = 0,45 f_{ck} = 13.5 \text{ N/mm}^2$$

#### Barre ad aderenza migliorata tipo B450C (ex Fe B 44 k)

- Tipo di acciaio
- Peso specifico
- Modulo di elasticità:
- Tensione caratteristica di snervamento:
- Tensione di snervamento di progetto ( $\gamma_s = 1,15$ ):
- Massima tensione di esercizio:

Fe B 44 k

$$\gamma = 78.50 \text{ kN/m}^3$$

$$E = 210000 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{yk} > 450 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 391 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_s = 0,8 f_{yk} = 360 \text{ N/mm}^2$$

## 4.2 ACCIAIO DA CARPENTERIA METALLICA

#### Acciaio COR-TEN S 275 J2 G2 W (ex. COR-TEN Fe 430 D)

- Tipo di acciaio
- Peso specifico
- Modulo di elasticità:
- Tensione caratteristica di snervamento:
  - per spessori inferiori a 40mm
  - per spessori superiori a 40mm
- Tensione di snervamento di progetto (per spessori inferiori a 40mm)
  - Per il materiale ( $\gamma_m = 1,15$  ;  $\gamma_{M0} = 1,05$  ):
  - Per resistenza all'instabilità ( $\gamma_m = 1,15$  ;  $\gamma_{M1} = 1,05$  ):
  - Per resistenza all'instabilità ponti ( $\gamma_m = 1,15$  ;  $\gamma_{M1} = 1,10$  ):
  - Per zone tese indebolite da fori ( $\gamma_m = 1,15$  ;  $\gamma_{M2} = 1,25$  ):
- Tensione di snervamento di progetto (per spessori superiori a 40mm)
  - Per il materiale ( $\gamma_m = 1,15$  ;  $\gamma_{M0} = 1,05$  ):
  - Per resistenza all'instabilità ( $\gamma_m = 1,15$  ;  $\gamma_{M1} = 1,05$  ):
  - Per resistenza all'instabilità ponti ( $\gamma_m = 1,15$  ;  $\gamma_{M1} = 1,10$  ):
  - Per zone tese indebolite da fori ( $\gamma_m = 1,15$  ;  $\gamma_{M2} = 1,25$  ):

S 275 J2 G2 W

$$\gamma = 78.50 \text{ kN/m}^3$$

$$E = 210000 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{yk} > 275 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{yk} > 250 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{yd} = f_{yk} / (\gamma_m \gamma_{M0}) = 228 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{yd} = f_{yk} / (\gamma_m \gamma_{M1}) = 228 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{yd} = f_{yk} / (\gamma_m \gamma_{M1}) = 217 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{yd} = f_{yk} / (\gamma_m \gamma_{M2}) = 191 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{yd} = f_{yk} / (\gamma_m \gamma_{M0}) = 207 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{yd} = f_{yk} / (\gamma_m \gamma_{M1}) = 207 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{yd} = f_{yk} / (\gamma_m \gamma_{M1}) = 198 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{yd} = f_{yk} / (\gamma_m \gamma_{M2}) = 174 \text{ N/mm}^2$$

## 4.3 LEGNO LAMELLARE

#### Legno lamellare BS11

- Tipo di acciaio secondo Eurocodice 5
- Peso specifico
- Modulo di elasticità parallelo alle fibre
- Modulo di elasticità ortogonale alle fibre
- Modulo a torsione
- Resistenza caratteristica:

GL 24

$$\gamma = 410 \text{ kg/m}^3$$

$$E_{0g} = 11.500 \text{ N/mm}^2$$

$$E_{g0,05} = 9.200 \text{ N/mm}^2$$

$$E_{90g \text{ medio}} = 380 \text{ N/mm}^2$$

$$G_{\text{medio}} = 720 \text{ N/mm}^2$$

- A flessione  $f_{mgk} > 24 \text{ N/mm}^2$
- A trazione parallela  $f_{t0gk} > 17 \text{ N/mm}^2$
- A trazione ortogonale  $f_{t90gk} > 0,45 \text{ N/mm}^2$
- A compressione parallela  $f_{c0gk} > 24 \text{ N/mm}^2$
- A compressione ortogonale  $f_{c90gk} > 5,5 \text{ N/mm}^2$
- Taglio e torsione  $f_{vgk} > 2,7 \text{ N/mm}^2$

## 5 CARICHI AGENTI SULLA STRUTTURA

L'analisi dei carichi statici è eseguita ai sensi del D.M. 14/01/2008. Per i carichi sismici si è fatto riferimento al D.M. 14/09/2005

Localizzazione geografica	Coordinate GPS
Località: CAMPIGLIA SOANA	Latitudine : 45,54200 N
Comune: VALPRATO SOANA	Longitudine: 7,54000 E
Provincia: TORINO	Altitudine s.l.m.: 1350,0 m
Regione: PIEMONTE	

### 5.1 VITA NOMINALE E CLASSE D'USO

La vita nominale di un'opera strutturale VN è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata.

L'area e l'oggetto dell'intervento ricadono in Classe II in quanto riconducibile a "Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali". Essendo inoltre l'opera di tipo ordinario, ne deriva la seguente classificazione:

Vita nominale	50	anni
Classe d'uso	II	
Vita di riferimento per l'azione sismica	50	anni

### 5.2 PESI PROPRI

#### 5.2.1 Massa volumica materiali strutturali

- |                           |                        |
|---------------------------|------------------------|
| • Calcestruzzo non armato | 2400 kg/m <sup>3</sup> |
| • Calcestruzzo armato     | 2500 kg/m <sup>3</sup> |
| • Acciaio                 | 7850 kg/m <sup>3</sup> |

#### 5.2.2 Peso proprio solai

- |  |                       |
|--|-----------------------|
| • Solaio piano tipo (laterocemento 20+5) | 280 kg/m <sup>2</sup> |
|--|-----------------------|

### 5.3 CARICHI PERMANENTI

Oltre ai pesi propri degli elementi strutturali, calcolati automaticamente dal programma in funzione della loro geometria (lunghezza e sezione), si sono presi in conto i sovraccarichi permanenti indicati di seguito.

#### 5.3.1 Permanente su solaio piano primo

- |                                      |                        |
|--------------------------------------|------------------------|
| • Massetto e pavimento               | 1.80 kN/m <sup>2</sup> |
| • Controsoffitto o intonaco (2 cm):: | 0.40 kN/m <sup>2</sup> |
| • Tramezzi                           | 0.80 kN/m <sup>2</sup> |

---

**Totale 3.00 kN/m<sup>2</sup>**

### 5.3.2 Solaio di copertura

• Assito:	0.25 kN/m <sup>2</sup>
• Losanghe:	0.75 kN/m <sup>2</sup>
• Isolamento e impermeabilizzazione:	0.20 kN/m <sup>2</sup>
<hr/>	
<b>Totale</b>	<b>1.20 kN/m<sup>2</sup></b>

### 5.3.3 Muro di tamponamento

• intonaco (2 cm):	20 x 0.02 = 0,40 kN/m <sup>2</sup>
• muratura in mattoni forati (sp. 8 cm):	7 x 0.08 = 0,56 kN/m <sup>2</sup>
• isolante (sp.12 cm):	0.3 x 0.12 = 0.04 kN/m <sup>2</sup>
• rinzafo (2 cm):	20 x 0.02 = 0,40 kN/m <sup>2</sup>
• muratura in mattoni forati (sp. 12 cm):	7 x 0.12 = 0,84 kN/m <sup>2</sup>
• rivestimento in ardesia (sp. 3cm):	20 x 0.03 = 0,60 kN/m <sup>2</sup>
<hr/>	
<b>Totale</b>	<b>2.84 kN/m<sup>2</sup></b>

## 5.4 AZIONI ANTROPICHE E NATURALI

### 5.4.1 Sovraccarico di esercizio

E' previsto un sovraccarico di esercizio per azioni antropiche e naturali pari a 4.00 kN/m<sup>2</sup>

### 5.4.2 Neve

Come anticipato in premessa, la struttura è localizzata nel Comune di Valprato Soana. La quota sul livello del mare è pari a 1350 m.

Il carico neve ha espressione  $q_s = \mu_i \cdot q_{sk} \cdot C_E \cdot C_T$ , dove  $q_s$  è il carico neve in copertura,  $q_{sk}$  è il carico neve al suolo,  $\mu_i$  il coeff di forma,  $C_E$  il coeff di esposizione,  $C_T$  il coeff termico.

Zona Neve = I Alpina

$C_E$  (coeff. di esposizione al vento) = 1,00

$C_T$  (coeff. termico) = 1,00

Valore caratteristico del carico al suolo ( $q_{sk} C_E C_T$ ) = 6170 N/mq

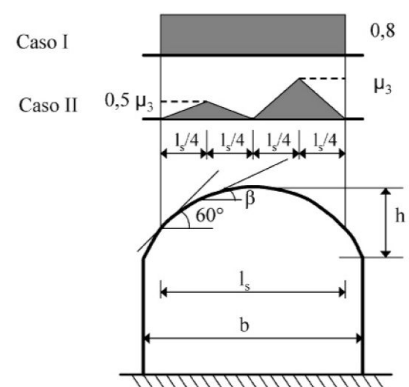
Con riferimento alla UNI EN 1991-1-3, nel caso di coperture cilindriche si considerano due casi di carico dovuti alla neve:

- Caso 1: Neve non accumulata sul piano

Il coefficiente di forma è pari a 0.8. Il carico neve per il caso 1 varrà pertanto:

$$q_s = 6170 \times 0.8 = 4936 \text{ N/mq}$$

Questa configurazione di carico è stata applicata al modello FEM, in quanto genera effetti gravosi sulla struttura nel suo complesso



- Caso 2: Neve accumulata sul piano

La distribuzione del carico neve assume forma bitriangolare nelle due metà della copertura.

Sulla prima metà il triangolo ha il picco della pressione ad  $\frac{1}{4}$  della larghezza dell'intera copertura e coefficiente di forma pari a  $0.5 \mu_3$ .

Sulla seconda metà della struttura il picco si ha a  $\frac{3}{4}$  della larghezza ed il coefficiente di forma vale  $\mu_3$ .

Il coefficiente di forma, avendo la copertura una inclinazione inferiore a  $60^\circ$ , vale:

$$\mu_3 = 0.2 + 10 \cdot \frac{h}{b} = 0.2 + 10 \cdot \frac{2.7}{12} = 2.42$$

Come prescritto dalla stessa norma UNI, il coefficiente  $\mu_3$  viene limitato ad un valore massimo pari a 2. Il carico neve massimo per il caso 2 varrà quindi

$$q_s = 6170 \times 2 = 12340 \text{ N/mq}$$

Questa configurazione di carico è stata applicata nelle verifiche locali per verificare la capacità portante dei singoli arcarecci.

### 5.4.3 Vento

Come anticipato in premessa, la struttura è localizzata nel Comune di Valprato Soana. La quota sul livello del mare è pari a 1350 m.

- |                                       |                              |
|---------------------------------------|------------------------------|
| • Altezza sul livello del mare        | $h_{slm} = 1350 \text{ m}$   |
| • Macrozonazione                      | $Zona = 1$                   |
| • Parametri di riferimento della zona | $v_{ref,0} = 25 \text{ m/s}$ |
|                                       | $a_0 = 1000 \text{ m}$       |
|                                       | $k_a = 0,010 \text{ 1/s}$    |

Considerando la classe di rugosità C (Aree con ostacoli diffusi; aree con rugosità non riconducibile alle classi A, B, D), si ottiene che la categoria di esposizione del sito è la IV.

- |                          |                  |
|--------------------------|------------------|
| • coefficiente $k_r$     | $0,22$           |
| • il parametro $z_0$     | $0,30 \text{ m}$ |
| • il parametro $z_{min}$ | $8,00 \text{ m}$ |

Si desumono quindi le seguenti velocità e pressioni di riferimento per il sito in esame:

- |                                     |                              |
|-------------------------------------|------------------------------|
| • Velocità di riferimento del vento | $v_{ref} = 28,5 \text{ m/s}$ |
| • Pressione cinetica di riferimento | $q_b = 510 \text{ N/mq}$     |

La pressione del vento agente sulla struttura si ottiene dalla pressione cinetica di riferimento, moltiplicandola per opportuni coefficienti, cioè  $p = q_b C_e C_p C_d$ . Nel caso in oggetto risulta

- |   |              |
|---|--------------|
| • Coefficiente di forma                   | $C_p = 1,00$ |
| • Coefficiente dinamico                   | $C_d = 1,00$ |
| • Coefficiente di esposizione             | $C_e = 1,63$ |
| • Coefficiente di esposizione topografica | $C_t = 1,00$ |

- Presione del vento

$$p = 830 \text{ N/mq}$$

Considerando che la struttura è stagna, il vento agente sull'involucro assume i seguenti valori

per le pareti sopravvento:  $c_{pe} = 0,8$   $c_{pi} = 0$   $w_{pe} = 664 \text{ N/m}^2$   $w_{pi} = 0 \text{ N/m}^2$

per le pareti sottovento  $c_{pe} = -0,4$   $c_{pi} = 0$   $w_{pe} = 332 \text{ N/m}^2$   $w_{pi} = 0 \text{ N/m}^2$

per la copertura  $c_{pe} = -0,4$   $c_{pi} = 0$   $w_{pe} = 332 \text{ N/m}^2$   $w_{pi} = 0 \text{ N/m}^2$

L'azione tangente del vento, essendo la superficie molto scabra, vale:

$$p_f = 0,04 \times 830 = 33 \text{ N/m}^2$$

#### 5.4.4 Azione sismica

Trattandosi di edificio non rilevante ai fini della protezione civile, ed essendo il Comune di Valprato Soana in zona sismica di categoria 4, non è necessario dimensionare la struttura come sismoresistente.

### 5.5 COMBINAZIONI DI CALCOLO

Le combinazioni di calcolo sono state stilate secondo le prescrizioni delle NTC 2008.

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

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

Combinazione caratteristica (rara) per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili

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

Combinazione frequente per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11}Q_{k1} + \psi_{22}Q_{k2} + \psi_{23}Q_{k3} + \dots$$

Combinazione quasi permanente (SLE) per gli effetti a lungo termine:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21}Q_{k1} + \psi_{22}Q_{k2} + \psi_{23}Q_{k3} + \dots$$

Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi all'azione sismica:

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

**Tabella 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 Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso $\leq 30 \text{ kN}$ )	0,7	0,7	0,6
Categoria G Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso $> 30 \text{ kN}$ )	0,7	0,5	0,3
Categoria H Coperture	0,0	0,0	0,0
Vento	0,6	0,2	0,0
Neve (a quota $\leq 1000 \text{ m s.l.m.}$ )	0,5	0,2	0,0
Neve (a quota $> 1000 \text{ m s.l.m.}$ )	0,7	0,5	0,2
Variazioni termiche	0,6	0,5	0,0



**Tabella 2.6.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni nelle verifiche SLU**

		Coefficiente $\gamma_F$	EQU	A1 STR	A2 GEO
Carichi permanenti	favorevoli	$\gamma_{G1}$	0,9	1,0	1,0
	sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali <sup>(1)</sup>	favorevoli	$\gamma_{G2}$	0,0	0,0	0,0
	sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Carichi variabili	favorevoli	$\gamma_{Qi}$	0,0	0,0	0,0
	sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

<sup>(1)</sup>Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare per essi gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

Nelle verifiche nei confronti degli stati limite ultimi strutturali (STR) e geotecnici (GEO) si possono adottare, in alternativa, due diversi approcci progettuali.

Nell'Approccio 1 si impiegano due diverse combinazioni di gruppi di coefficienti parziali, rispettivamente definiti per le azioni (A), per la resistenza dei materiali (M) e, eventualmente, per la resistenza globale del sistema (R). Nella Combinazione 1 dell'Approccio 1, per le azioni si impiegano i coefficienti  $\gamma_F$  riportati nella colonna A1 delle Tabelle sopra citate. Nella Combinazione 2 dell'Approccio 1, si impiegano invece i coefficienti  $\gamma_F$  riportati nella colonna A2.

Nell'Approccio 2 si impiega un'unica combinazione dei gruppi di coefficienti parziali definiti per le Azioni (A), per la resistenza dei materiali (M) e, eventualmente, per la resistenza globale (R). In tale approccio, per le azioni si impiegano i coefficienti  $\gamma_F$  riportati nella colonna A1.

Per la formazione delle combinazioni (riportate nella tabella seguente) si è adottato l'approccio 2.

	Peso pro- prio	Spin- ta terre	Carico solai		Neve	Vento		Sisma			
			Perm .	Ac- cid.		X	Y	X+	X-	Y+	Y-
Comb, SLEA1 1	1,30	1,30	1,30	1,50	1,05	0,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Comb, SLEA1 2	1,00	1,00	1,00	1,50	1,05	0,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Comb, SLEA1 3	1,30	1,30	1,30	1,05	1,50	0,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Comb, SLEA1 4	1,00	1,00	1,00	1,05	1,50	0,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Comb, SLEA1 5	1,30	1,30	1,30	1,05	1,05	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Comb, SLEA1 6	1,00	1,00	1,00	1,05	1,05	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Comb, SLEA1 7	1,30	1,30	1,30	1,50	1,05	0,00	0,90	0,00	0,00	0,00	0,00
Comb, SLEA1 8	1,00	1,00	1,00	1,50	1,05	0,00	0,90	0,00	0,00	0,00	0,00
Comb, SLEA1 9	1,30	1,30	1,30	1,05	1,50	0,00	0,90	0,00	0,00	0,00	0,00
Comb, SLEA1 10	1,00	1,00	1,00	1,05	1,50	0,00	0,90	0,00	0,00	0,00	0,00
Comb, SLEA1 11	1,30	1,30	1,30	1,05	1,05	0,00	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00
Comb, SLEA1 12	1,00	1,00	1,00	1,05	1,05	0,00	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00
Comb, SLE(rara) 13	1,00	1,00	1,00	1,00	0,70	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Comb, SLE(rara) 14	1,00	1,00	1,00	0,70	1,00	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Comb, SLE(rara) 15	1,00	1,00	1,00	0,70	0,70	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Comb, SLE(rara) 16	1,00	1,00	1,00	1,00	0,70	0,00	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00
Comb, SLE(rara) 17	1,00	1,00	1,00	0,70	1,00	0,00	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00
Comb, SLE(rara) 18	1,00	1,00	1,00	0,70	0,70	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Comb, SLE(freq.) 19	1,00	1,00	1,00	0,70	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Comb, SLE(freq.) 20	1,00	1,00	1,00	0,60	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Comb, SLE(freq.) 21	1,00	1,00	1,00	0,60	0,20	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Comb, SLE(freq.) 22	1,00	1,00	1,00	0,60	0,20	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00
Comb, SLE(perm.) 23	1,00	1,00	1,00	0,60	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00