

Provincia di Cuneo
UNIONE MONTANA VALLE MAIRA

P.S.R. 2014/2020

Operazione 7.5.1. Infrastrutture turistico-ricettive ed informazioni turistiche
PIANO D'INTERVENTO DENOMINATO "OUTDOOR D'OC"

Itinerario Sentieristico "PERCORSI OCCITANI"

505_1A_2 - Interventi di miglioramento dell'itinerario escursionistico
"Percorsi Occitani" - REALIZZAZIONE DI PONTE PEDONALE SUL TORRENTE
MAIRA IN LOCALITA' MONASTERO DI DRONERO E LOCALITA' MORRA DI
VILLAR SAN COSTANZO

Allegato n. 505_1A_2_13

RELAZIONE
TECNICO-STRUTTURALE

I Progettisti

II Responsabile del Procedimento

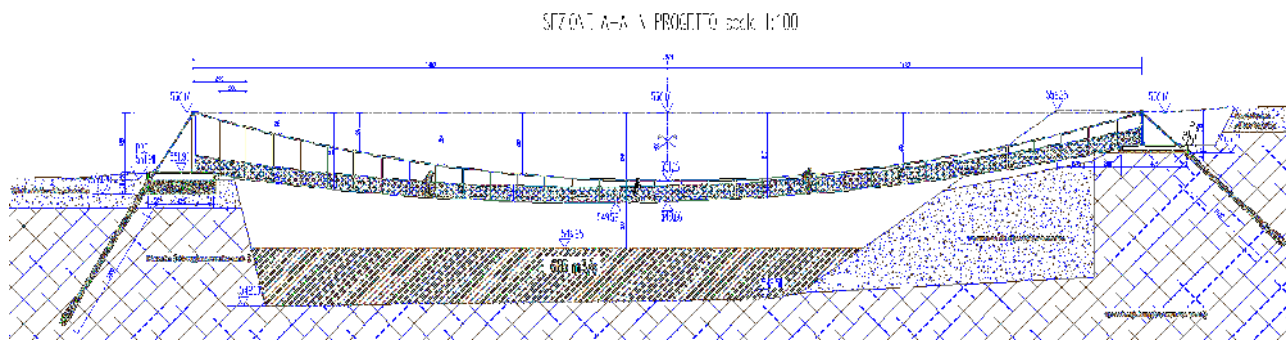
San Damiano Macra
Maggio 2018

dott.ing. galfrè livio e geom.giraudò stefania
STUDIO TECNICO associato
via L. Negrelli n. 11 - 12100 CUNEO
tel. e fax. 0171-634433 - email studio@galfregiraudò.it

RELAZIONE TECNICO - STRUTTURALE

ai sensi della Legge 05/11/71 n. 1086
Artt. 93-94 DPR 380/2001
e DM 14-01-2008

1) DESCRIZIONE DELLA COSTRUZIONE:



1.1) TIPO DI COSTRUZIONE

- Edificio ad uso: Passerella-ponte pedonale

1.2) DIMENSIONI

L'interasse tra i sostegni in sponda sinistra e quelli in sponda destra è pari a 69.74 metri.

La distanza tra le fondazioni, quindi la lunghezza dell'impalcato camminabile che è loro ancorato è pari a 66.74 m.

Larghezza piano di calpestio: 0.75 metri circa

1.3) DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

1.3.1)

STRUTTURA DI NUOVA COSTRUZIONE:

Trattasi di passerella su cavi (tipo "ponte tibetano") tesato tra i due sostegni posti sulle due sponde del torrente Maira.

Descrizione delle strutture:

- fondazione in sponda sinistra a platea di calcestruzzo armato su sottofondazione in magrone di calcestruzzo a sua volta poggiante su strato di materiale ghiaioso-ciottoloso-sabbioso di spessore limitato (circa 1.0m sotto il magrone) a sua volta poggiante su potente strato di conglomerato naturale (avente la consistenza di roccia)
- fondazione in sponda destra a platea di calcestruzzo armato su sottofondazione in magrone di calcestruzzo a sua volta poggiante direttamente su potente strato di conglomerato naturale (avente la consistenza di roccia)
- Supporti verticali costituiti da profili di acciaio conformati a telaio rettangolare controventato con saette altrettanto di profili in acciaio. Tutti gli elementi verticali e le saette sono fissate alla platea di fondazione con "tirafondi" in acciaio
- il contrasto delle azioni orizzontali determinate dalla passerella-ponte parallelamente all'asse del ponte, oltre che dal peso proprio delle strutture è anche attuato da due tiranti di ancoraggio in roccia del conglomerato naturale per ogni fondazione

- funi portanti superiori: 2 funi d'acciaio $\varnothing 22\text{mm}$ zincate da 216 fili + anima metallica, con resistenza pari a 2160 N/mm² e carico a rottura complessivo della fune garantito di minimo 402.0 KN (41000 Kg)
- funi portate inferiori: 2 funi d'acciaio $\varnothing 16$ zincate da 216 fili + anima metallica, con resistenza pari a 1770 N/mm² e carico a rottura complessivo della fune di 165 KN
- funi controventatura: 2 funi d'acciaio $\varnothing 16$ zincate da 216 fili + anima metallica, con resistenza pari a 1770 N/mm² e carico a rottura complessivo della fune di 165 KN
- tirantini verticali tra funi portanti superiori e funi inferiori e tra funi inferiori e controventature: cavi d'acciaio $\varnothing 8\text{mm}$ zincati da 19 fili, con resistenza pari a 1770 N/mm² e carico a rottura complessivo dei cavi di 58.8 KN.

Il ponte potrà essere utilizzato da massimo 30 persone compresenti del peso massimo di 100 Kg/cadauna, le quali con uno zaino da 10 Kg/cadauna ed una bicicletta da 10 Kg (condotta a mano) potranno portare il proprio peso massimo a 120 Kg per persona concentrato.

Il ponte potrà essere utilizzato solo in assenza di neve ed in assenza di vento forte (appositi cartelli indicatori dovranno vietarne l'uso in presenza di neve e vento forte e vieteranno di transitare sul ponte sopra la bicicletta).

In ogni caso, onde evitare che pur in presenza di neve salgano sul ponte anche delle persone per qualche emergenza nel numero massimo di 5 (500 daN), le verifiche sono state fatte anche in tale condizione di carico.

2) INQUADRAMENTO NORMATIVO

2.1)

- Verifiche Strutture: DM 14-01-2008, Capitolo 5 relativo ai Ponti

2.2) CLASSIFICAZIONE DELL'INTERVENTO:

- Nuova costruzione

3) PARAMETRI DI PROGETTO (DM 14-01-08)

3.1.1) RIFERIMENTO PARAGRAFO 2.4 NT

Nei paragrafi successivi viene confrontato l'intervento con i punti 2.4.1 e successivi delle NT:

3.1.2) RIFERIMENTO CAPITOLO 4

TIPO DI COSTRUZIONE NUOVA

paragr. 4.2: Costruzioni in acciaio

3.1.3)

RIFERIMENTO PARAGRAFO 2.4.1 NT

Tipo di costruzione: 2 Opere Ordinarie

3.1.4)

RIFERIMENTO PARAGRAFO 2.4.2 NT

CLASSE D'USO: 2 (Costruzione con normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, Reti viarie non ricadenti in classi 3-4, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza)

3.1.5) RIFERIMENTO PARAGRAFO 3.2 DM 14-01-08

- Vita nominale (paragr.2.4.1 del DM) $V_n = 50$ anni
- Coefficiente d'uso: (paragr.2.4.3 del DM) $C_U = 1$
- Periodo di riferimento per l'azione sismica: $V_R = 50 \cdot 1 = 50$ anni

Valori corrispondenti di a_g , F_0 , T_c^* in SLV (Allegato B del DM 14-01-08):

Stato limite	Pvr(%)	Tr(anni)	A_g/g	F_0	$T_c^*(sec)$
SLO	Default (81)	30	0.0397	2.448	0.206
SLD	Default (63)	50	0.0536	2.412	0.23
SLV	Default (10)	475	0.1361	2.48	0.278
SLC	Default (5)	975	0.171	2.51	0.288

3.2) RIFERIMENTO CAPITOLI 3 e 6 DM 14-01-08

3.2.1)

(Punti 3.2.2 e 6.2.2 del DM 14-01-08)

La categoria di sottosuolo è stata identificata dal Geologo dott. Fabrizio Cambursano con la Relazione allegata al progetto secondo il seguente valore.

- Categoria sottosuolo (Tabella 3.2.II del DM) :
-A (*Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.*)
- Categoria topografica (Tabella 3.2.IV del DM): T2 (Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$)
- Amplificazione stratigrafica (Tab. 3.2.V) $S_S = \text{per Sottosuolo} = 1.0$
- Amplificazione topografica (Tab. 3.2.VI) $S_T = \text{per T2} = 1,2$
- **Località** Cuneo, Dronero, Monastero;
- Latitudine ED50 44,4726° (44° 28' 21");
- Longitudine ED50 7,4208° (7° 25' 15");
- Altitudine s.l.m. 542 m.

3.2.2) ZONA SISMICA

- I comuni italiani sono stati classificati in 4 categorie principali, in base al loro rischio sismico, calcolato in base al PGA (Peak Ground Acceleration, ovvero picco di accelerazione al suolo) e per frequenza ed intensità degli eventi.
 - Zona 1: sismicità alta, PGA oltre 0,25 g.
 - Zona 2: sismicità media, PGA fra 0,15 e 0,25 g. (in Piemonte alcuni comuni ricadono nella zona 3S che ha lo stesso obbligo di azione sismica della zona 2).
 - Zona 3: sismicità bassa, PGA fra 0,05 e 0,15 g.
 - Zona 4: sismicità molto bassa, PGA inferiore a 0,05 g.

L'edificio è in ZONA SISMICA classificata "3" dalla Regione Piemonte.

Le verifiche Geotecniche sono state effettuate con l'Approccio 2 di cui al paragrafo 2.6.1 del DM 14-01-2008.

3.3) TIPOLOGIA STRUTTURALE

3.3.1)

Trattasi di struttura interamente realizzata in opera senza prefabbricati ed ha le seguenti caratteristiche tipologiche:

- *Struttura in acciaio*

su fondazioni in cemento armato.

4) CRITERI DI PROGETTAZIONE E MODELLAZIONE

(paragr. 7.2 e 7.3 del DM 14-01-08)

4.1)

Par. 7.2.1 - Classe di Duttilità

- *Classe di duttilità bassa (CD "B")*.

4.2)

Par. 7.2.2 - Caratteristiche Generali delle Costruzioni

- Regolarità in pianta: si
- Regolarità in elevazione: si

4.3)

Par. 7.3.1 - FATTORE DI STRUTTURA q

7.5.2.2 Fattori di struttura

Per ciascuna tipologia strutturale il valore massimo di riferimento per q_0 è indicato in Tab. 7.5.II.

Tabella 7.5.II – Limiti superiori dei valori di q_0 per le diverse tipologie strutturali e le diverse classi di duttilità.

TIPOLOGIA STRUTTURALE	q_0	
	CD "B"	CD "A"
a) Strutture intelaiate	4	$5\alpha_w/\alpha_1$
c) Strutture con controventi eccentrici		
b1) Controventi concentrici a diagonale tesa attiva	4	4
b2) Controventi concentrici a V	2	2,5
d) Strutture a mensola o a pendolo inverso	2	$2\alpha_w/\alpha_1$
e) Strutture intelaiate con controventi concentrici	4	$4\alpha_w/\alpha_1$
f) Strutture intelaiate con tamponature in muratura	2	2

$q = 4$

05) REQUISITI DELLE FONDAZIONI

5.1)

- le fondazioni sono di tipo superficiale
- le fondazioni sono ancorate con tiranti di ancoraggio

Per le verifiche geotecniche si veda la Relazione Geotecnica e delle Fondazioni allegata.

Per le caratteristiche geologiche del sito di costruzione si veda la relazione Geotecnica e delle fondazioni allegata.

06) CRITERI DI MODELLAZIONE STRUTTURALE E AZIONE SISMICA

(paragrafo 7.2.6 del DM 14-01-08)

6.1)

Il modello della struttura è stato realizzato dal Programma di Verifica Sismica della Concrete srl in modo TRIDIMENSIONALE.

07) METODI DI ANALISI E CRITERI DI VERIFICA

(paragrafo 7.3 del DM 14-01-08)

Il metodo di analisi utilizzato è **l'Analisi Lineare Dinamica**

08) REQUISITI NEI CONFRONTI DEGLI STATI LIMITE

Per quanto riguarda i coefficienti di combinazioni delle azioni nei vari stati limite, si rimanda al capitolo 13 di questa relazione.

CRITERI DI VERIFICA AGLI STATI LIMITE PER AZIONI SISMICHE

8.2.2.1)

Parametri relativi ai vari Stati Limite PER AZIONI SISMICHE :

Stato limite	Pvr(%)	Tr(anni)	Ag/g	Fo	Tc*(sec)
SLO	Default (81)	30	0.0397	2.448	0.206
SLD	Default (63)	50	0.0536	2.412	0.23
SLV	Default (10)	475	0.1361	2.48	0.278
SLC	Default (5)	975	0.171	2.51	0.288

8.2.2.3)

Criteri di verifica agli stati limiti ULTIMI PER AZIONI SISMICHE:

Sono stati garantiti i requisiti e fatte le verifiche previste dal paragrafo 7.3.6 del DM 14-01-2008 in termini di:

- resistenza di progetto R_d (che per ogni elemento è superiore alla sollecitazione E_d)
- duttilità (coerente con il fattore di struttura q)
- capacità di deformazione (che è superiore alla domanda di spostamento).

8.2.2.4)

Criteri di verifica agli stati limiti di ESERCIZIO PER AZIONI SISMICHE:

Sono stati garantiti i requisiti e fatte le verifiche previste dal paragrafo 7.3.7 del DM 14-01-2008 in termini di:

- resistenza
- contenimento del danno
- mantenimento della funzionalità.

09) omissa

10) METODI DI CALCOLO:

- Strutture in C.A.: DM 14-01-2008 Stati limite
- Strutture in Acciaio: DM 14-01-2008 Stati limite

Tutti i calcoli strutturali sono svolti con il programma agli elementi finiti Sismicad della società Concrete srl di Padova (per i muri il programma Wallcad della stessa società).

11) CARATTERISTICHE DEI MATERIALI PER LE NUOVE OPERE UTILIZZATI

Vedasi Fascicolo dei calcoli strutturali e disegni per i dettagli. In sintesi:

4.1.1 Materiali c.a.

Descrizione: Descrizione o nome assegnato all'elemento.

Rck: Resistenza caratteristica cubica; valore medio nel caso di edificio esistente. [daN/cm²]

E: Modulo di elasticità longitudinale del materiale. [daN/cm²]

Gamma: Peso specifico del materiale. [daN/cm³]

Poisson: Coefficiente di Poisson, viene impiegato nella modellazione di elementi bidimensionali. Il valore è adimensionale.

G: Modulo di elasticità tangenziale del materiale, viene impiegato nella modellazione di aste. [daN/cm²]

Alfa: Coefficiente longitudinale di dilatazione termica. [°C⁻¹]

Descrizione	Rck	E	Gamma	Poisson	G	Alfa
C25/30	300	314472	0.0025	0.1	Default (142941.64)	0.00001

4.1.3 Armature

Descrizione: descrizione o nome assegnato all'elemento.

f_{yk}: resistenza caratteristica. [daN/cm²]

Sigma amm.: tensione ammissibile. [daN/cm²]

Tipo: tipo di barra.

E: modulo di elasticità longitudinale del materiale per edifici o materiali nuovi. [daN/cm²]

Gamma: peso specifico del materiale. [daN/cm³]

Poisson: coefficiente di Poisson. Il valore è adimensionale.

Alfa: coefficiente longitudinale di dilatazione termica. [°C⁻¹]

Descrizione	f _{yk}	Sigma amm.	Tipo	E	Gamma	Poisson	Alfa
B450C	4500	2550	Aderenza migliorata	2060000	0.00785	0.3	0.000012

4.1.4 Acciai

4.1.4.1 Proprietà acciai base

Descrizione: Descrizione o nome assegnato all'elemento.

E: Modulo di elasticità longitudinale del materiale. [daN/cm²]

Gamma: Peso specifico del materiale. [daN/cm³]

Poisson: Coefficiente di Poisson, viene impiegato nella modellazione di elementi bidimensionali. Il valore è adimensionale.

G: Modulo di elasticità tangenziale del materiale, viene impiegato nella modellazione di aste. [daN/cm²]

Alfa: Coefficiente longitudinale di dilatazione termica. [°C⁻¹]

Descrizione	E	Gamma	Poisson	G	Alfa
S275	2100000	0.00785	0.3	Default (807692.31)	0.000012

4.1.4.1 Proprietà acciai per funi: vedasi Fascicolo dei calcoli strutturali.

12) CARICHI E SOVRACCARICHI DI PROGETTO

12.1) CARICHI VARIABILI VERTICALI:

12.1.1)

MANICOTTI DI GHIACCIO

Vedasi Fascicolo dei Calcoli Strutturali.

12.1.2)

AZIONI DELLA NEVE

Vedasi Fascicolo dei Calcoli Strutturali.

12.1.3)

PERSONE

Il ponte potrà essere utilizzato da massimo 30 persone compresenti del peso massimo di 100 Kg/cadauna, le quali con uno zaino da 10 Kg/cadauna ed una bicicletta da 10 Kg (condotta a mano) potranno portare il proprio peso massimo a 120 Kg per persona concentrato. Il ponte potrà essere utilizzato solo in assenza di neve ed in assenza di vento forte (appositi cartelli indicatori dovranno vietarne l'uso in presenza di neve e vento forte e vieteranno di transitare sul ponte sopra la bicicletta).

Quindi il carico massimo ipotizzabile per la presenza di 30 persone (15 in un senso e 15 nell'altro senso) è pari a:

$$30 \text{ persone} * 120 \text{ Kg/persona} = 3600 \text{ Kg} = 3535 \text{ daN}$$

12.1.4)

CARICO VERTICALE VARIABILE COMPLESSIVO:

Come già spiegato in precedenza il ponte potrà essere utilizzato solo in assenza di neve ed in assenza di vento forte (appositi cartelli indicatori dovranno vietarne l'uso in presenza di neve e vento forte e vieteranno di transitare sul ponte sopra la bicicletta).

In ogni caso, onde evitare che pur in presenza di neve salgano sul ponte anche delle persone per qualche emergenza nel numero massimo di 5 (500 daN), le verifiche vengono fatte anche in tale condizione di carico.

Per il carico complessivo vedasi più oltre per le combinazioni delle azioni.

12.1.6)

CARICHI ORIZZONTALI VARIABILI:

AZIONI DEL VENTO

Vedasi Fascicolo dei Calcoli Strutturali.

13) COEFFICIENTI γ e ψ DI COMBINAZIONE DELLE AZIONI:

Vedasi capitolo 5 del DM 14-01-2008 Ponti:

5.1.4.1 Verifiche agli Stati Limite Ultimi

Si dovrà verificare che sia: $E_d \leq R_d$, dove E_d è il valore di progetto degli effetti delle azioni ed R_d è la corrispondente resistenza di progetto.

Tabella 5.1.V – Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU

		Coefficiente	EQU ⁽¹⁾	A1 STR	A2 GEO
Carichi permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00
Carichi permanenti non strutturali ⁽²⁾	favorevoli	γ_{G2}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Carichi variabili da traffico	favorevoli	γ_Q	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,35	1,35	1,15
Carichi variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Distorsioni e presollecitazioni di progetto	favorevoli	γ_{e1}	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,00 ⁽³⁾	1,00 ⁽⁴⁾	1,00
Ritiro e viscosità, Variazioni termiche, Cedimenti vincolari	favorevoli	$\gamma_{e2}, \gamma_{e3}, \gamma_{e4}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,20	1,20	1,00

⁽¹⁾ Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori di GEO.

⁽²⁾ Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

⁽³⁾ 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna

⁽⁴⁾ 1,20 per effetti locali

Tabella 5.1.VI - Coefficienti ψ per le azioni variabili per ponti stradali e pedonali

Azioni	Gruppo di azioni (Tabella 5.1.IV)	Coefficiente ψ_0 di combinazione	Coefficiente ψ_1 (valori frequenti)	Coefficiente ψ_2 (valori quasi permanenti)
Azioni da traffico (Tabella 5.1.IV)	Schema 1 (Carichi tandem)	0,75	0,75	0,0
	Schemi 1, 5 e 6 (Carichi distribuiti)	0,40	0,40	0,0
	Schemi 3 e 4 (carichi concentrati)	0,40	0,40	0,0
	Schema 2	0,0	0,75	0,0
	2	0,0	0,0	0,0
	3	0,0	0,0	0,0
	4 (folla)	---	0,75	0,0
	5	0,0	0,0	0,0
Vento q_s	Vento a ponte scarico SLU e SLE	0,6	0,2	0,0
	Esecuzione	0,8	---	0,0
	Vento a ponte carico	0,6		
Neve q_s	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
	esecuzione	0,8	0,6	0,5
Temperatura	T_k	0,6	0,6	0,5

Nella Tab. 5.1.V il significato dei simboli è il seguente:

γ_{G1}	coefficiente parziale del peso proprio della struttura, del terreno e dell'acqua, quando pertinente;
γ_{G2}	coefficiente parziale dei pesi propri degli elementi non strutturali;
γ_Q	coefficiente parziale delle azioni variabili da traffico;
γ_{Qk}	coefficiente parziale delle azioni variabili.

14) omesso

15) omesso

16) omesso

17) DETTAGLI COSTRUTTIVI

17.1)

Per i dettagli costruttivi si rimanda agli allegati disegni, che rispettano le indicazioni delle NTC.

- Vengono rispettate le prescrizioni della Circolare (punto C4.2.8).
- Vengono rispettate le prescrizioni del DM 14-01-2008 punto 4.2.8 "Unioni"

18) VERIFICHE DELLE UNIONI DEI NODI STRUTTURALI

Sono riportate nel Fascicolo dei Calcoli strutturali.

19) FASCICOLO DEI CALCOLI DELLE STRUTTURE PORTANTI

19.1)

Nel "Fascicolo dei calcoli delle strutture portanti" allegato sono riportate le verifiche strutturali e tutti i dati di dettaglio delle strutture e delle verifiche sismiche.

20) RISULTATI DELLE VERIFICHE

20.1)

Tutte le verifiche effettuate e riportate nel "Fascicolo dei calcoli delle strutture portanti" hanno dato esito positivo.

21.3)

Tutti gli elementi costruttivi del progetto (strutturali e non) sono stati progettati e verificati, in applicazione delle metodologie e prescrizioni di cui alla NCT 2008 (DM infrastrutture 14-01-2008 e ss.mm.ii., Circolare 2 febbraio 2009 n. 617/C.S.LL.PP.. e ss.mm.ii.).

Il progettista dott. Ing. Livio Galfrè

- _____ -