



COMUNE DI SONDRIO

(PROVINCIA DI SONDRIO)

PROGETTO PASSERELLA CICLOPEDONALE SULLE CASSANDRE DEL MALLERO A SONDRIO

TAVOLA

RELAZIONE TECNICA

PROGETTO DEFINITIVO

R.01

Scala 1: -----

☐ FATTIBILITA' ☐ PRELIMINARE ☒ DEFINITIVO ☐ ESECUTIVO ☐ PARTICOLARI ARCHITETTONICI

PRESENTAZIONE

GIUGNO 2019

AGGIORNAMENTO

FVA _ STUDIO
FRANCESCO VENZI ARCHITETTO

Raggruppamento Temporaneo di Professionisti

ARCH. FRANCESCO VENZI

VIA GAVAZZENI 6 - 23100 SONDRIO
e-mail: francescovenzi@fvastudio.it

ING. PAOLO MONCECCHI

(Studio Moncecchi Associati)

ING. MASSIMO MAFFEIS

(Soc. Maffeis Engineering Spa)

GEOLOGO MAURIZIO AZZOLA

FILE:dwg

DATA PRESENTAZIONE

LUGLIO 2019

NOTA : TUTTE LE MISURE DEVONO ESSERE VERIFICATE IN CANTIERE PRIMA DELL'INIZIO DEI LAVORI, EVENTUALI DISCORDANZE O VARIAZIONI DEVONO ESSERE PREVENTIVAMENTE COMUNICATE CONCORDATE ED APPROVATE DALLA DIREZIONE LAVORI.

ELABORATO DI PROPRIETA' DEL PROGETTISTA, SOGGETTO A LEGGE SUI DIRITTI D'AUTORE; NON PUO' ESSERE RIPRODOTTO, ANCHE PARZIALMENTE, O COMUNICATO A TERZI SENZA AUTORIZZAZIONE. L'ELABORATO NON E' VALIDO SE NON PRESENTA L'INTERA RIQUADRATURA E SE NON PRESENTA LA FIRMA AUTOGRAFA DEL PROGETTISTA.

1	<i>PREMESSA</i>	4
2	<i>CONTESTO E IDEA DI PROGETTO</i>	5
3	<i>ANALISI CONDOTTE IN LOCO</i>	9
4	<i>CARATTERISTICHE DEL MANUFATTO SVILUPPATE SECONDO IL PROGETTO DEFINITIVO</i>	15
5	<i>MATERIALI E FINITURE</i>	20
6	<i>PRIME INDICAZIONI PER LA STESURA DEL PIANO DI SICUREZZA</i>	29
7	<i>MONTAGGIO STRUTTURA</i>	30
8	<i>CONSIDERAZIONI FINALI</i>	32
9	<i>CRONOPROGRAMMA DI MASSIMA</i>	34

Figura 1 individuazione posizionamento passerella	7
Figura 2 vista dall' alto punto di attraversamento	8
Figura 3 gola delle Cassandre	8
Figura 4 con il tratteggio si evidenzia la linea aerea Enel	12
Figura 5 punti relativi alle indagini svolte	13
Figura 6 pianta e prospetto passerella.....	15
Figura 7 sezione trasversale in corrispondenza dei traversi principali supportato da portale dove si evidenzia la riduzione dei controventi dai due previsti nell'analisi di fattibilità all'unico previsto a definitivo	18
Figura 8 vista assonometrica passerella metallica zincata.....	20
Figura 9 particolari parapetto in materiale metallico zincato con finitura naturale	23
Figura 10 esempi della pavimentazione proposta	25
Figura 11 inserimento ambientale passerella	26
Figura 12 vista dall'uscita della città verso la frazione di Ponchiera	27
Figura 13 vista dal fondo della gola	27
Figura 14 vista dall'imbocco della Valmalenco.....	28
Figura 15 schema delle diverse fase di montaggio della struttura	31

1 PREMESSA

“Progettare una passerella ciclopedonale “sospesa” sulla città di Sondrio fa parte di un percorso più ampio di sviluppo territoriale, che guarda al recupero ed alla valorizzazione anche in chiave turistica di un comprensorio in grado di sviluppare un modello economico partendo proprio dalle sue risorse. Gran parte di questo territorio appartiene alle frazioni della città; lungo la “Via dei Terrazzamenti” ci sono borghi antichi, sentieri, vigneti e porzioni di suolo nelle quali sono ancora evidenti i segni della cultura centenaria della vallata che meritano di essere mantenuti e protetti, ma che, per varie ragioni, stanno subendo un progressivo abbandono e deperimento.

L'utilizzo turistico di questi luoghi, pensando ad un turismo “leggero” e non invasivo (recupero edifici rurali abbandonati da destinare a b&b o punti di ristoro a km 0), è senza dubbio la via più percorribile capace di preservare e mantenere nel tempo suoli agricoli, terrazzamenti, borghi ed aree boschive, ma per rendere ancora più attrattiva una località, oltre alle bellezze naturali, servono anche opere emblematiche che riescano a fare da volano per tutto il comprensorio nelle quali sono inserite, incentivandone quindi lo sviluppo.

Nell'interesse pubblico, la costruzione di questa passerella ciclopedonale posizionata strategicamente in un punto particolare di territorio, restituisce anche un aspetto simbolico per la città, immersa in un paesaggio magnifico, ma un po' fragile nel cercare elementi attrattivi in chiave turistica.”

A seguito della redazione dello studio di fattibilità presentato, l'Amministrazione Comunale ha deciso di procedere con la preparazione del progetto definitivo, per il quale, dopo una breve parte circa l'inquadramento territoriale, si descrivono gli elementi principali.

2 CONTESTO E IDEA DI PROGETTO

La decisione di realizzare una passerella ciclopedonale tra Maioni (contrada di Mossini) e l'inizio dell'abitato di Ponchiera è una scelta "strategica" per dare continuità ai bellissimi percorsi pedonali all'interno dei terrazzamenti, creando un collegamento aereo mozzafiato tra le due frazioni in punti di facile accesso a tutti, e per introdurre un segno visibile dalla città, oltre che dall'imbocco della turistica Valmalenco. In uno dei luoghi naturali "invisibili" più affascinanti di Sondrio, quali sono le Cassandre del Mallero, è quindi possibile congiungere le due sponde del torrente che separa le frazioni della "Sondrio di sopra", Mossini e Triangia da un lato e Ponchiera – Arquino dall'altro.

Le Cassandre sono delle gole profonde, selvagge e suggestive, incassate e scavate dal torrente nel corso dei millenni; da vicino attualmente non è possibile vederle, ma il progetto di un'opera come la passerella potrebbe creare i presupposti per altre opere leggere, a quota torrente, e poterle quindi esplorare all'insegna del turismo leggero e di una mobilità lenta che avrebbe ricadute interessanti anche per gli insediamenti esistenti e per la valorizzazione del paesaggio.

La passerella sulle Cassandre congiungerà i due versanti asimmetrici della gola, aventi caratteristiche topografiche e morfologiche simili ma separati dalla frattura creata dal torrente, in un punto strategico molto attrattivo dando continuità alla "Via dei Terrazzamenti" ed alla "Strada del vino".

CITTA' DI SONDRIO





Figura 1 individuazione posizionamento passerella



Figura 2 vista dall' alto punto di attraversamento



Figura 3 gola delle Cassandre

3 ANALISI CONDOTTE IN LOCO

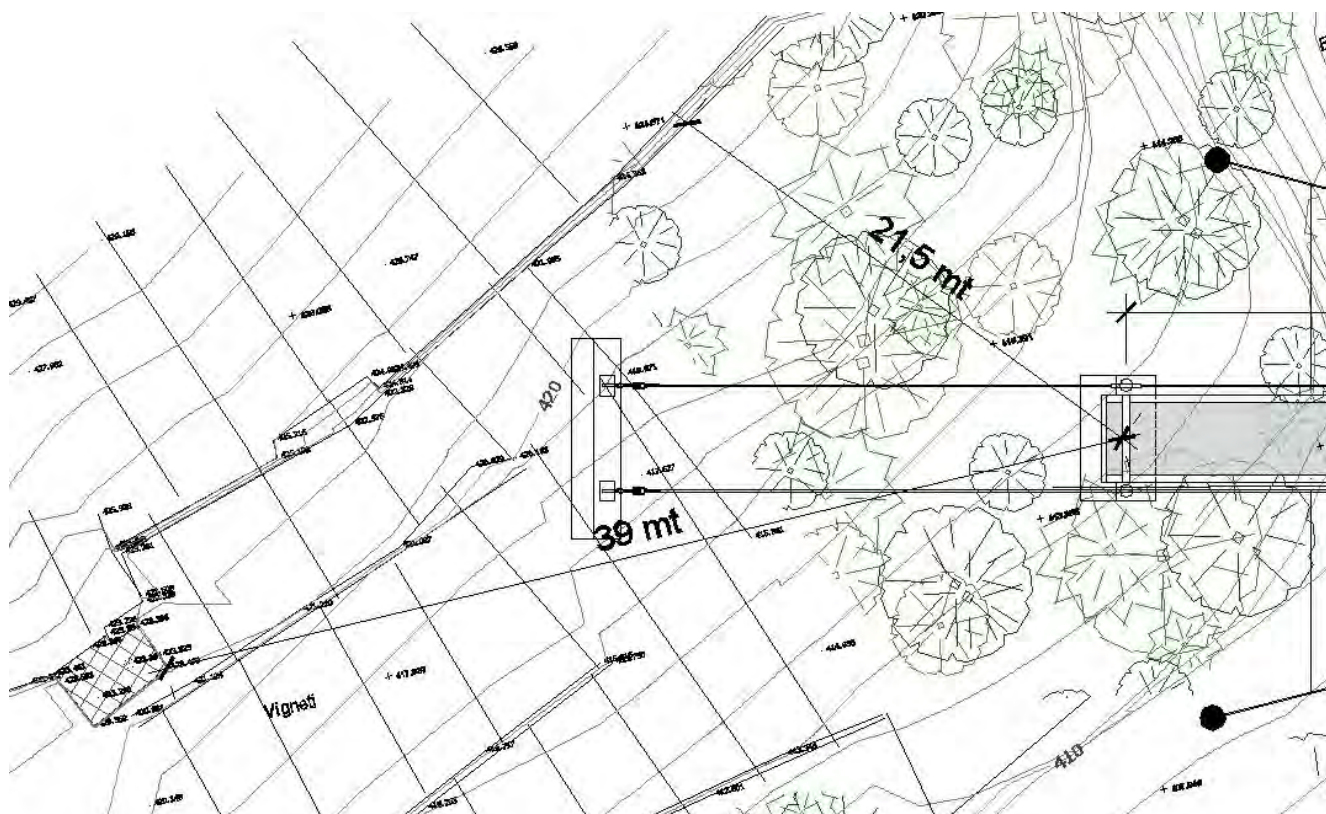
RILIEVI TOPOGRAFICI, MORFOLOGICI, GEOLOGICI ed INTERFERENZE

Il terreno sul quale sarà posata la passerella presenta caratteristiche morfologiche simili nei due versanti, ma topograficamente con delle differenze consistenti.

In sponda dx (Mossini / Maioni) il pendio è relativamente dolce, completamente terrazzato e facilmente percorribile. Per rapportarsi meglio alla morfologia del versante opposto, dove la struttura appoggia direttamente in roccia, la fondazione verrà appoggiata su un riporto misto cementato e posato sul terreno esistente, senza fare scavi particolarmente invasivi.

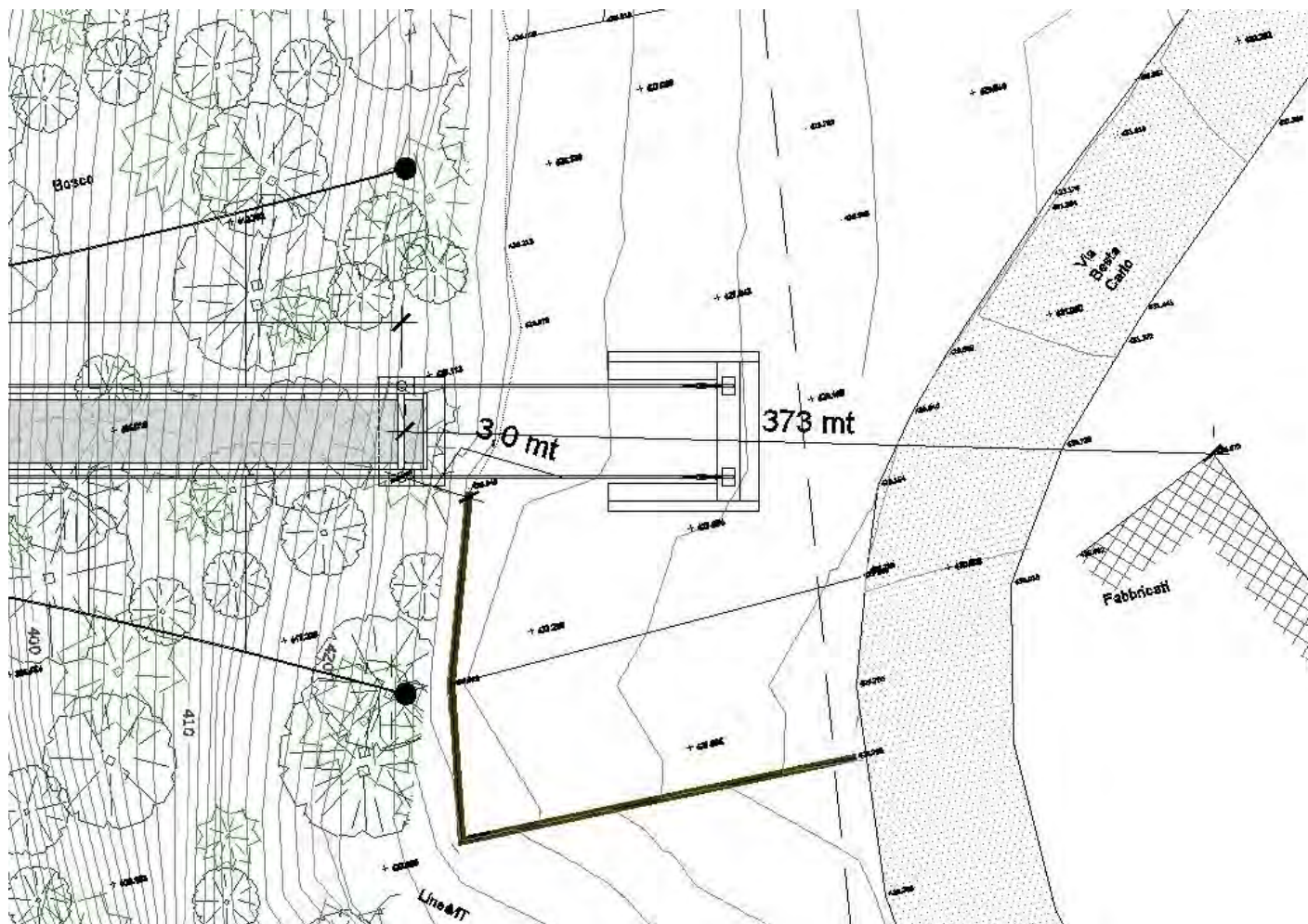
Sono stati fatti **rilievi topografici** con lo strumento e con il laser scanner, oltre che parecchi voli fotografici con il drone.

In sponda dx pertanto la passerella è appoggiata a quota mt. 415 slm e si trova indicativamente a mt. 21,5 dal muretto in pietra che delimita il terrazzamento più a monte (mt. 39 dallo spigolo dell'edificio agricolo).



In sponda sin (Ponchiera) la situazione topografica cambia molto. Il versante sul quale appoggia la struttura è molto scosceso e le curve di livello si avvicinano molto. La passerella è appoggiata a quota mt. 420 slm, direttamente sullo strato roccioso. In pochi metri la situazione altimetrica cambia molto, per cui in poco spazio si raggiunge la parte di terreno più dolce, dalla quale si diramano i sentieri che portano a Ponchiera.

La posizione dell'asse tra le due antenne si trova a 373 mt dallo spigolo dell'edificio sopra la strada ed a 3,0 mt dallo spigolo del muretto che delimita i terreni.



Le fondazioni per le antenne di estremità sono previste in cemento armato, ancorate mediante trefoli in acciaio alla roccia sottostante (vedi disegni e relazioni specialistiche).

In fase esecutiva sarà possibile valutare meglio sul posto in relazione alle operazioni di cantiere ed alla conformazione del terreno, di accessi ed altro, come meglio raccordarsi con impalcato e sentieristica necessaria per il raggiungimento della struttura.

Da un punto di vista degli sbancamenti e dei movimenti terra non ci sono interventi significativi, nemmeno durante le fasi di lavorazione. La struttura è totalmente appesa alle funi portanti metalliche, e le aree di deposito cantiere saranno individuate all'esterno del compendio naturale terrazzato. Verranno utilizzate (e poi riportate nell'originario stato) le sole porzioni indicate nel piano particolare, sia per le opere provvisorie, che per quelle definitive.

Nelle aree occupate dalla struttura non vi è presenza di **corsi d'acqua**; il torrente Mallero si trova al centro della gola, quasi 100 mt più sotto, per cui da questo punto di vista non ci sono interferenze.

L'unico punto che merita attenzione è una linea elettrica Enel a 15.000 volt, posta nelle vicinanze delle antenne versante Ponchiera.

La linea non crea **interferenze**; l'intervento nostro non è incompatibile con la linea e non genera (per la posizione in cui è) nemmeno servitù o altro. Le uniche prescrizioni da osservare sono quelle di mantenersi almeno ad una distanza di 3,5 mt dai cavi più vicini durante le fasi di lavorazione e prestare attenzione agli spostamenti aerei con l'elicottero dal campo di calcio al luogo di costruzione, oltre che richiedere il "fuori servizio" per le fasi più delicate.

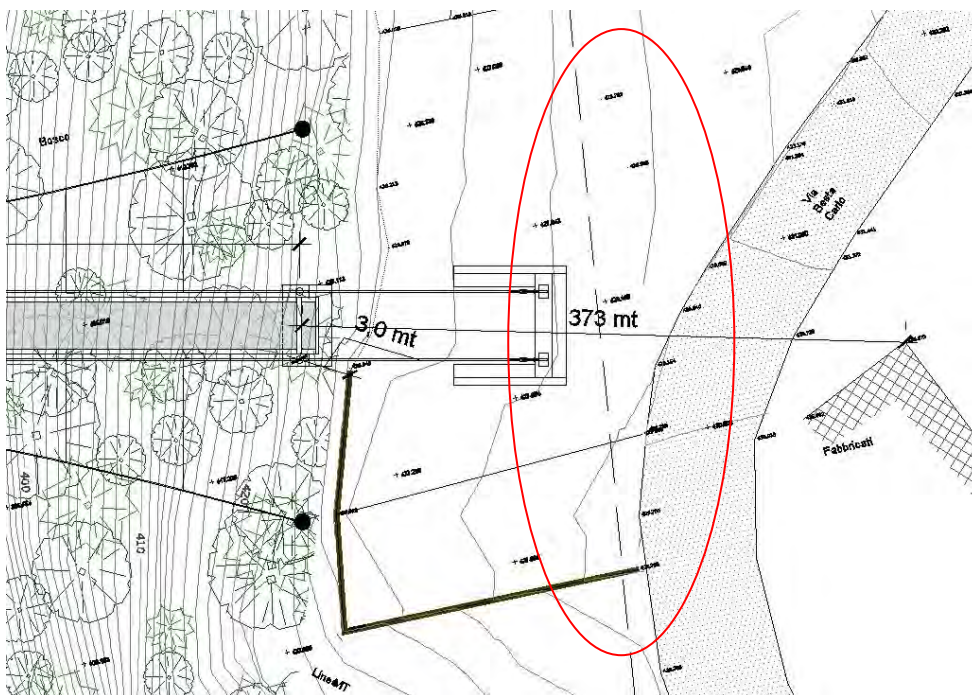


Figura 4 con il tratteggio si evidenzia la linea aerea Enel

Le valutazioni scaturite dalla perizia **geologica** condotta nello studio di fattibilità, sono state confermate dalle ulteriori analisi svolte in questa fase.

Sono stati approfonditi vari sondaggi, per verificare completamente le caratteristiche dei terreni.

Sono state eseguite le prove seguenti per la classificazione dei terreni di fondazione:

- n. 2 Sondaggi geognostici
- n. 5 Indagini di Sismica passiva
- n. 7 SPT
- n. 4 Prove di compressione monoassiale
- n. 5 Point Load Strength Test diametrale
- n. 2 Point Load Strength Test assiale



Figura 5 punti relativi alle indagini svolte

Le verifiche eseguite, come meglio indicato nelle tavole grafiche e nelle relazioni specifiche, confermano la fattibilità dell'opera introducendo dei tiranti alla base delle fondazioni dei piloni in sponda sinistra per scaricare verso monte i carichi elevati che la struttura induce quasi sull' orlo della scarpata.

Con lo sbancamento della coltre detritica superficiale si potrà meglio verificare le condizioni e l'andamento del substrato roccioso.

In sede esecutiva e di realizzazione di dei primi tiranti si dovrà verificare che il substrato roccioso sia coerente con quanto individuato con le indagini geologiche procedendo eventualmente alla rimozione delle parti alterate superficiali e/o consolidandole. E' raccomandato un sistema di controllo.

In particolare la vicinanza della fraglia Insubrica, come si è evidenziato nel sondaggio 1, induce sistemi di frattura est-ovest circa paralleli alla posizione in pianta dei tiranti.

Le NTC 2018 indicano come necessaria la conferma sperimentale del carico limite con prove di trazione in sito sia nelle fasi di progetto che di collaudo.

Tale prova deve essere eseguita su tutti i sistemi di ancoraggio prima della loro messa in esercizio e può essere svolta con uno dei due metodi: a carico costante, oppure ad allungamento costante.

4 CARATTERISTICHE DEL MANUFATTO SVILUPPATE SECONDO IL PROGETTO DEFINITIVO

Il progetto di questa struttura è quello di ponte di terza categoria ed ha un'architettura strutturale di tipo "tensostrutturale", ovvero una passerella sospesa a con funi portanti ad andamento parabolico, e stabilizzanti presollecitate a curvature contrapposte, capaci di garantire il sostegno di un impalcato leggero.

Il tracciato dei cavi portanti attraversa nel suo sviluppo la quota della passerella, trovandosi al di sopra di essa nelle sezioni di estremità, per poi intersecarla e portarsi al di sotto di essa in prossimità della mezzeria.

Tale scelta minimizza l'ingombro percepito in termini di altezza complessiva percepita dell'opera.

Nelle zone in cui la passerella sta al di sotto dei cavi portanti il sostegno è affidato a dei tiranti metallici, nelle zone in cui la passerella è collocata al di sopra dei cavi portanti si utilizzano dei puntoni metallici opportunamente controventati.

E' di fondamentale importanza la previsione di un sistema di stabilizzazione trasversale a quota dell'impalcato che oltre a eliminare le potenziali instabilità geometriche, attua un significativo contenimento delle deformazioni sotto le azioni del vento.

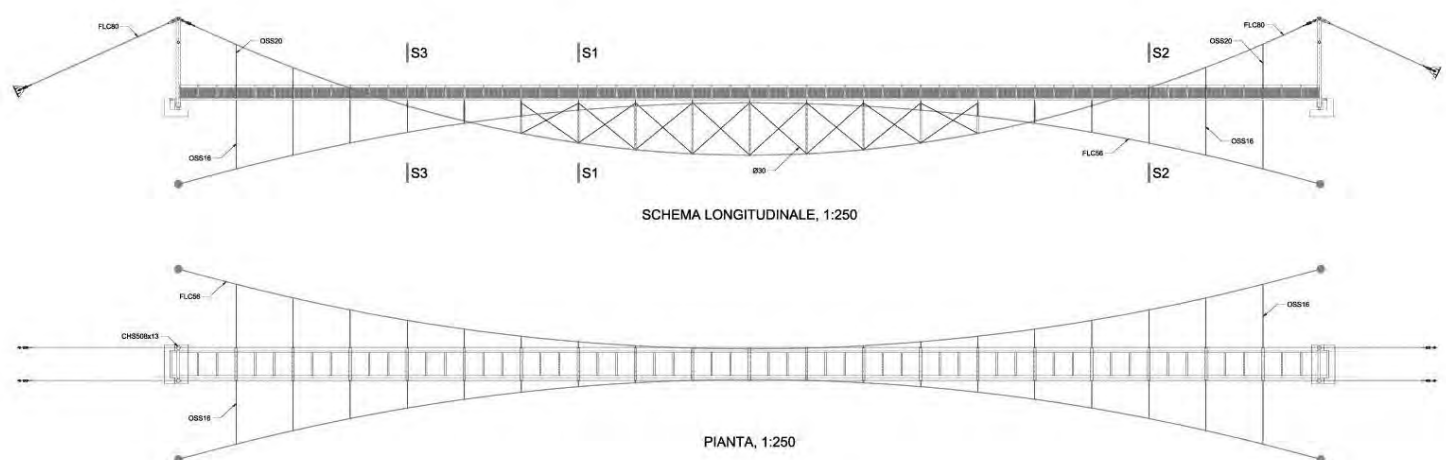


Figura 6 pianta e prospetto passerella

La passerella è una struttura sospesa con una luce libera di 145 metri. La struttura portante si sviluppa come un sistema sospeso di funi stabilizzanti ad alta resistenza con curvatura contrapposta e due portali (torri o antenne) di ancoraggio.

Al fine di ottenere un sistema stabile anche per le azioni trasversali dovute al vento, le funi sono disposte secondo una configurazione spaziale, inizialmente in equilibrio sotto le azioni di tensione iniziali (stato 0) e carichi permanenti. Lo schema tenso-strutturale permette di ridurre al minimo le strutture di impalcato con rigidità flessionale nel piano verticale e minimizzare l'impatto visivo sull'ambiente circostante.

Le funi portanti hanno una freccia totale di 16 m e valenza non solo strutturale ma anche estetica. L'impalcato è a via intermedia tra le due orditure di travi (i cavi superiori portanti e i cavi contrapposti inferiori) ed è sostenuto da pendini tesi nel tratto iniziale e portali compressi nel tratto di mezzeria.

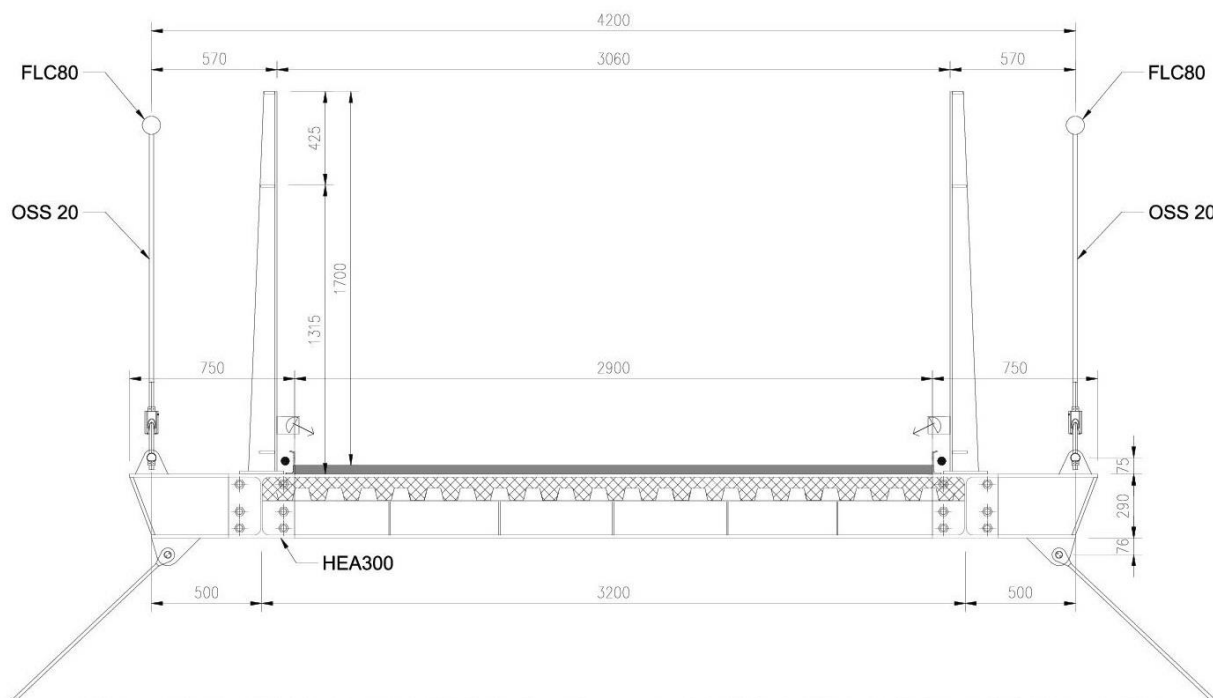
La configurazione finale assunta dai cavi è quella che si ottiene dal naturale equilibrio con i carichi esterni agenti (la forza di gravità e il carico di esercizio, trasmessi ai cavi dai pendini tesi e dai portali compressi) e con i vincoli esterni.

Rispetto all'ipotesi di fattibilità sono state variati alcuni particolari della struttura, senza alterarne i principi di merito e gli aspetti architettonici. Oltre ad analisi statiche più puntuali si è deciso di "alleggerire" ulteriormente l'architettura della struttura per renderla ancor meglio inserita nel contesto, semplificandone alcune parti come i portali compressi nella parte inferiore. Inizialmente i portali erano composti da una doppia sequenza di controventi che, nel definitivo, sono stati ridotti ad un solo incrocio di elementi di controvento.

Ottimizzando il comportamento strutturale nonché dinamico dell'opera, rispetto al progetto redatto in fase di fattibilità sono state apportate quindi alcune modifiche sulla geometria degli elementi strutturali volte a conferire maggiore curvatura alle funi principali e di stabilizzazione in modo da incrementarne l'efficienza. Garantendo comunque un adeguato livello di rigidezza e resistenza, queste modifiche hanno concesso una riduzione delle pretensioni nei cavi, delle sezioni e soprattutto degli scarichi in fondazione.

Le antenne sono state alzate di mt 2.30 (per cui sono passate dagli 8 mt previsti a mt 10.3) e questo ha permesso di alzare la pancia nella parte inferiore della struttura, rendendo possibile anche la riduzione dei controventi inseriti nei portali.

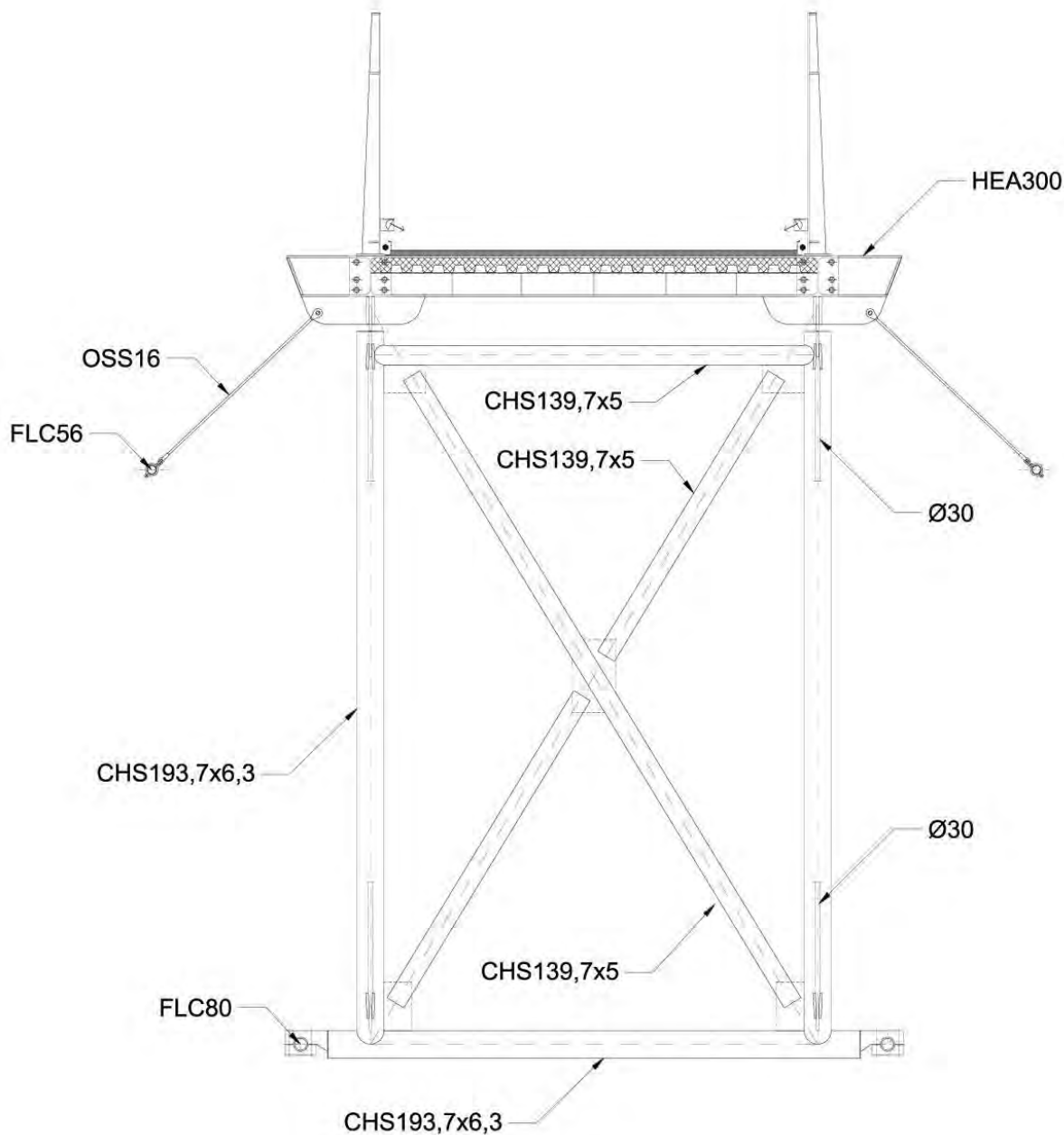
Con la riduzione dei pesi anche l'impalcato si è leggermente modificato, con una riduzione delle sezioni delle travi.



S4 - SEZIONE TRASVERSALE - TRAVERSI CON CAVO, 1:25

L'impalcato è costituito da una lamiera grecata con cappa di cls sp. 5 cm che funge da controventamento orizzontale. La lamiera è ordita in senso longitudinale, continua su 4 appoggi e sostenuta da traversi intermedi HEA 180 passo 2.42 m e traversi principali HEA 300 passo 7.25 m.

Le travi correnti longitudinali, sulle quali poggiano i traversi intermedi sono anch'esse profili laminati HEA 300 in acciaio S355.



SEZIONE S1, 1:50

Figura 7 sezione trasversale in corrispondenza dei traversi principali supportato da portale dove si evidenzia la riduzione dei controventi dai due previsti nell'analisi di fattibilità all'unico previsto a definitivo

Il sistema stabilizzante la passerella è costituito dalle funi a curvatura contrapposta di 84 mm (funi superiori) e 64 mm (funi inferiori). Il loro impiego ha permesso di ottenere un sistema verticale a doppio effetto, che si distingue dalla classica stabilizzazione per gravità dei ponti sospesi.

Le funi stabilizzanti sono caratterizzate da curvature nei piani verticali e orizzontali in modo da ottenere una risposta efficace contro le azioni dei carichi gravitazionali e le azioni di sollevamento e trascinamento indotte dal vento.

Le fondazioni per le antenne di estremità sono previste in cemento armato così come l'ancoraggio delle testate dei cavi di sospensione è affidato a fondazioni indirette realizzate con micropali e tiranti attivi di tipo permanente e piastra di ripartizione in cemento armato.

Si rimanda alla relazione strutturale un quadro più preciso delle analisi.

5 MATERIALI E FINITURE

Materiali e finiture impiegate confermano le scelte fatte durante lo studio di fattibilità.

La struttura della passerella è totalmente in materiale metallico, con un impalcato costituito da lamiera grecata ed una pavimentazione di finitura in conglomerato cementizio trasparente, dello spessore di 4 cm.

L'inserimento nel paesaggio vuole essere il più delicato possibile, per cui le parti metalliche avranno una finitura zincata lasciata naturale, mentre i getti in cls per le fondazioni resteranno naturali, leggermente bocciardati o sabbiati.

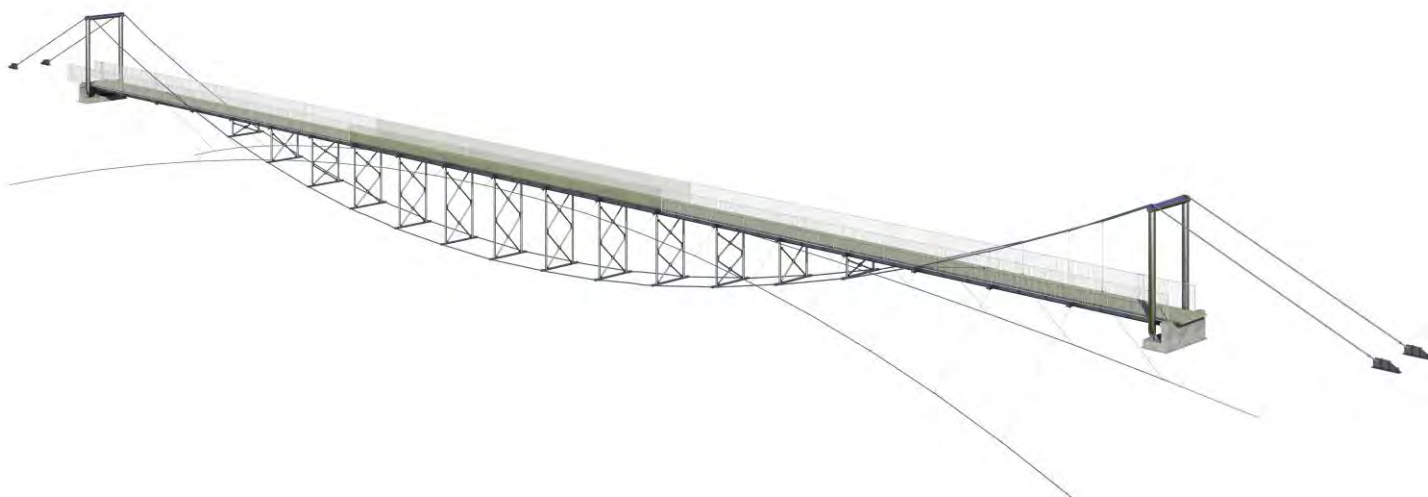


Figura 8 vista assonometrica passerella metallica zincata

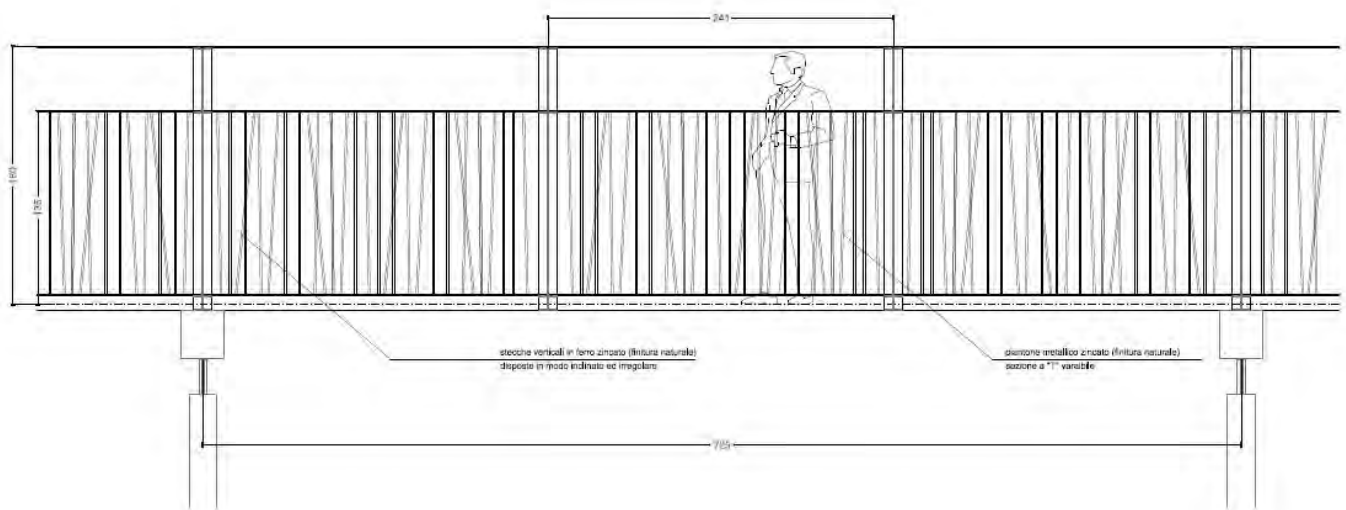
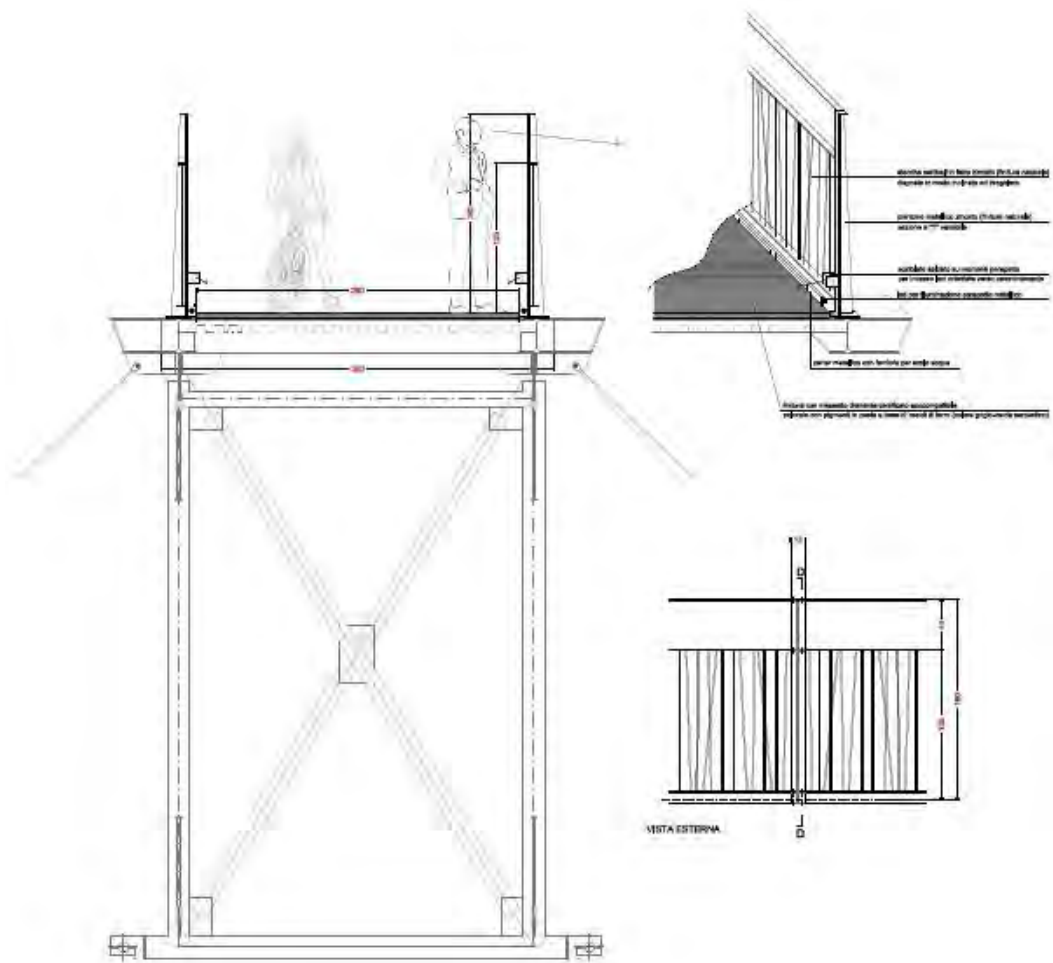
in rapporto alla morfologia dei due versanti nei quali è inserita la struttura, gli elementi strutturali metallici che la compongono non hanno caratteristiche tali da opporsi al paesaggio né da un punto di vista cromatico né per il rapporto pieni / vuoti e/o di sagoma complessiva. I doppi controventi che si vedono nella parte inferiore sono stati sostituiti con un solo sistema di controventatura, per rendere ancor più leggera la lettura del manufatto.

Anche le funi chiuse portanti di tipo FLC, costituite da fili in acciaio ad alta resistenza zincati a caldo, saranno lasciate nella finitura naturale zincata, così come i tenditori ad alta resistenza.

Durante lo studio di fattibilità una porzione di parapetto centrale era stata ipotizzata in vetro, ma una serie di valutazioni hanno consigliato di pensare ad un elemento più facilmente mantenibile e con meno rischi di rotture, ma soprattutto durante le fasi di studio approfondito delle dinamiche indotte dal vento una superficie vetrata piena è stata assimilata ad un muro, per cui troppo “resistente” alle azioni di sforzo dell’aria.

Si manterrà quindi il disegno originario proposto per tutta la lunghezza della struttura; sarà anch’esso metallico con finitura zincata naturale; per garantirne una migliore integrazione con il paesaggio, e si è pensato di renderlo il più leggero possibile suddividendolo in due parti. Fino ad altezza di mt. 1,35 le stecche verticali saranno disposte inclinate e non simmetriche tra di loro, rapportandosi e “confondendosi” il più possibile con le forme irregolari della natura, mentre ad ulteriore protezione soprattutto dei ciclisti in sella, sarà posato un traverso orizzontale posto a mt 1,80 dall’impalcato, lasciando però libero il cono visivo verso l’orizzonte e il sottostante fiume.

COMUNE DI SONDRIO
Progetto per la realizzazione di una passerella ciclopedonale sulle Cassandre del torrente Mallero a Sondrio
 RELAZIONE AL PROGETTO



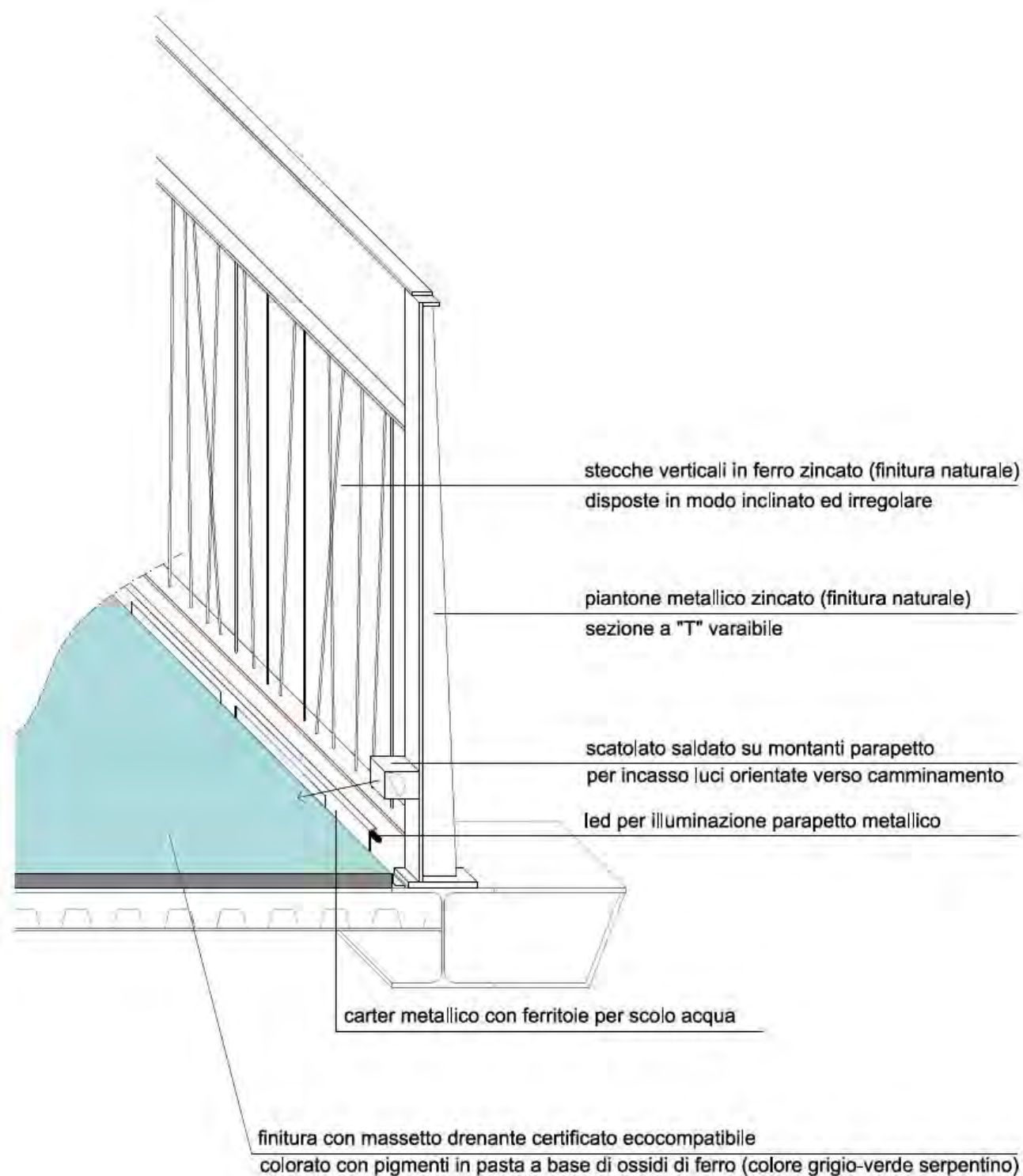


Figura 9 particolari parapetto in materiale metallico zincato con finitura naturale

La pavimentazione in conglomerato cementizio, tipo pavimentazione “Natura”, è un’alternativa alle tradizionali pavimentazioni bituminose. E’ possibile l’identificazione di due tipologie molto simili, ma da valutare attentamente in funzione anche del tipo di lavorazione che dovrà essere fatta in condizioni molto particolari e difficili. Una prima ipotesi è quella di utilizzare una miscela di inerti selezionati, impastata a caldo con speciali leganti trasparenti ed ha caratteristiche meccaniche particolarmente adatte sia per quanto riguarda il grado di elasticità che per la reazione al caldo e freddo, utilizzando per l’impasto inerti derivanti da scarti di materiale locale come il serpentino verde, oppure, scelta recuperabile a pochi km di distanza nelle tante cave minerarie della vicina Valmalenco.

La seconda ipotesi, quasi certamente più adeguata al sito, e’ l’impiego di una pavimentazione tipo “Biostrasse”. E’ un calcestruzzo drenante dalle alte prestazioni che sopporterebbe anche il transito di mezzi pesanti ed essendo privo di materie plastiche non è soggetto ad avvallamenti o rigonfiamenti. È particolarmente resistente agli agenti atmosferici, ai cloruri ed ai trattamenti antigelo.

Un prodotto di questo genere ha, nella sua composizione, la totale assenza di sostanze derivate dal petrolio. Il massetto non prevede l’impiego di armature, ne di giunti di dilatazione ed ha un indice di usura molto basso da cui consegue una minore necessità di interventi di manutenzione. La stesura monostrato e l’impiego di macchinari tradizionali, concorrono ad una sensibile riduzione di costi e tempi di realizzazione.

Questi tipi di prodotti, oltre alle caratteristiche indicate, sono permeabili, possiedono un basso grado di usura e resistono ad erba e radici; le micro bolle interne accelerano il processo di scioglimento della neve e del ghiaccio, favorendo la gestione dei cicli di gelo e disgelo.

In questo caso il massetto drenante di finitura certificato ed ecocompatibile può essere colorato con pigmenti in pasta a base di ossidi di ferro, colore grigio-verde serpentino della Valmalenco



Figura 10 esempi della pavimentazione proposta



Figura 11 inserimento ambientale passerella



Figura 12 vista dall'uscita della città verso la frazione di Ponchiera



Figura 13 vista dal fondo della gola



Figura 14 vista dall'imbocco della Valmalenco

6 PRIME INDICAZIONI PER LA STESURA DEL PIANO DI SICUREZZA

Si segnalano nel seguito alcuni aspetti salienti che dovranno essere tenuti in debito conto nella stesura del PSC.

Le aree di lavoro poste in prossimità delle pareti a strapiombo sul torrente dovranno essere delimitate da idonee reti di protezioni anticaduta.

Le lavorazioni in parete per la realizzazione dei punti di attacco dei cavi stabilizzanti saranno eseguite da personale specializzato addestrato e attrezzato per le lavorazioni di questo tipo (operari rocciatori specializzati). Si prevede la realizzazione di postazioni di lavoro ricavate con ponteggiatura ancorata alla roccia per consentire di effettuare le lavorazioni previste.

Tuttavia, per tutte le fasi di avvicinamento alle postazioni e di stazionamento, gli operari dovranno essere imbragati e assicurati con fune di sicurezza dall'alto.

Le operazioni di tesatura saranno effettuate sempre dagli operari rocciatori con la supervisione della DLL ed eventualmente del collaudatore che potranno osservare dalla passerella lo svolgimento delle operazioni eventualmente con l'ausilio di droni per la visione e la registrazione delle fasi salienti.

La fornitura del cantiere avviene per mezzo di una teleferica in grado di movimentare pesi sino a 40 quintali.

Con la stessa teleferica si prevede di trasportare mezzi d'opera della dimensione necessaria, disassemblando all'occorrenza le macchine in porzioni trasportabili che saranno ricomposte sull'altra sponda, in modo da consentire l'effettuazione delle lavorazioni previste.

L'assemblaggio dell'impalcato avviene montando a terra i moduli da 7.25 mt costituiti dalle travi HEA300 e dai traversi HEA180 insieme alla lamiera grecata. E' possibile montare anche i cavalletti di sostegno inferiore ripiegandoli paral-

lamente alle travi dell'impalcato grazie al giunto a cerniera. Così facendo si minimizzano gli ingombri di trasporto e di limitano al minimo indispensabile le giunzioni bullonate in postazioni aeree.

È evidente che tutte le operazioni sull'impalcato dovranno essere condotte con gli operai montatori imbragati e assicurati tramite funi con l'eventuale ausilio di linee vita provvisionali.

7 MONTAGGIO STRUTTURA

Il montaggio della struttura si può sintetizzare in n.8 fasi principali.

La prima fase importante, dopo le opere di accantieramento consiste nel realizzare le opere di fondazione in sponda sx (lato Ponchiera), punto più facilmente raggiungibile da mezzi pesanti, anche per la vicinanza della strada. La seconda fase prevede l'istallazione della teleferica "temporanea", montata tra due pali provvisori autonomi, che da la possibilità di portare materiale e mezzi in sponda dx e costruire così le fondazioni per l'antenna di Mossini. Antenna, che simultaneamente a quella in versante Ponchiera, saranno istallate nella terza fase per avere poi la possibilità di posare i cavi superiori definitivi e cominciare, nella 5 fase, a costruire l'impalcato.

Durante la sesta e settima fase sarà completato l'impalcato, con la stesura dei cavi inferiori per poi, nel corso dell' ultima fase importante (la n.8) installare e tendere i cavi stabilizzanti.

I singoli moduli in carpenteria che costituiscono l'impalcato vengono assemblati in sponda Ponchiera insieme ai cavalletti inferiori di sostegno ed alla lamiera grecata, così da essere portati in posizione limitando al minimo indispensabile le attività di giunzione "sospese".

Dopo l'ultimazione del tensionamento della struttura sarà possibile completare l'opera con le operazioni di finitura (stesura pavimentazione impalcato, formazione di parapetti, sistemazioni del terreno, formazione di senti eristica nuova e ripristino manutenzione dei tratti esistenti etc.....

La realizzazione per fasi così indicata rappresenta una possibile modalità costruttiva, tuttavia l'appaltatore può organizzarsi anche secondo una diversa successione, a condizione che questa sia preventivamente concordata con la dl e da questa formalmente approvata.

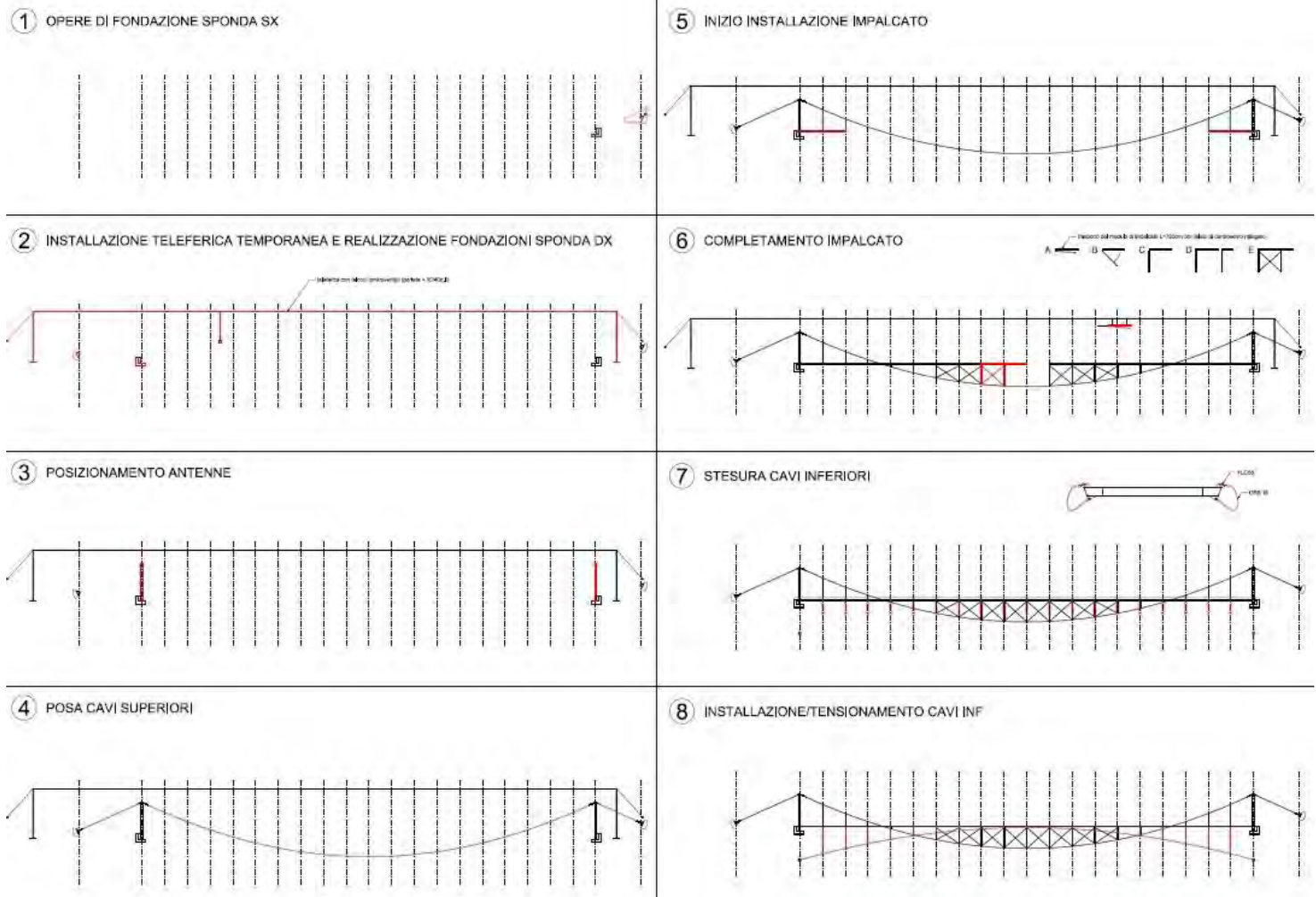


Figura 15 schema delle diverse fasi di montaggio della struttura

8 CONSIDERAZIONI FINALI

In sintesi, riassumendo quanto esposto, l'ipotesi a progetto è certamente una soluzione calibrata in ragione delle specificità del sito, del suo inserimento paesaggistico e delle esigenze funzionali, rispecchiando i caratteri del progetto di fattibilità.

Il progetto presentato con lo studio di fattibilità trova conferme da queste analisi più approfondite, anche se alcune considerazioni in ordine alla conformazione geologica indagata e ad alcune specificità del sito, impongono alcune variazioni che influiscono sui costi.

In sponda dx (lato Maioni) la roccia consistente è stata indagata a circa mt. 2,5 rispetto al profilo naturale del terreno ed in sponda sin (Ponchiera) a circa 9,0 mt rispetto al profilo naturale del terreno, nel punto in cui appoggiano le fondazioni dei cavi principali.

L'affinamento delle analisi strutturali, con la presa in esame degli effetti termici e delle reazioni in fondazione in occasione di carichi fortemente asimmetrici, ha reso necessaria l'introduzione di alcune modifiche a livello della struttura di impalcato e del sistema fondazionale (tiranti aggiuntivi lato Maioni). Inoltre, anche le analisi di stabilità del versante roccioso, effettuate dal dott. Geologo Maurizio Azzola, suggeriscono l'adozione di misure cautelative in sponda sinistra (tiranti aggiuntivi lato Ponchiera).

La presenza della roccia lato Ponchiera, individuata a 9 metri di profondità, ha obbligato poi a rivedere la conformazione degli stralli di attacco dei cavi principali e delle relative fondazioni, decretando un maggiore volume di scavo e la necessità di procedere a opere di sostegno inizialmente non previste.

L'affinamento dello studio ha consentito inoltre la definizione compiuta dei moduli da 7.25 m con cui si compone l'impalcato e del modo con cui vengono

assemblati e montati in opera e, più in generale, dello sviluppo della cantieristica complessiva.

Una serie di ragioni tecniche e legate alla sicurezza e alle relative certificazioni rende estremamente difficoltoso, se non addirittura impossibile, l'utilizzo delle antenne e di funi provvisionali per il trasporto e assemblaggio delle strutture dell'impalcato.

Si rende pertanto necessaria l'installazione indipendente di una teleferica (blondin), munita delle necessarie certificazioni, in grado di movimentare i singoli moduli di carpenteria e di servire il cantiere anche per le alte operazioni di trasporto materiali e mezzi sull'altra sponda.

La delicatezza architettonica del manufatto e la collocazione individuata restituiscono una lettura del paesaggio sincera, dove gli elementi costruiti sono appena percepibili dalla distanza per poi palesarsi nella loro organicità una volta avvicinati, ma allo stesso tempo sono pensati per fondersi ed integrarsi con gli elementi naturali d'insieme.

In ogni caso, come meglio descritto nella relazione strutturale e dinamica, vista la tipologia e l'importanza dell'opera e le sue caratteristiche fondamentali quali la lunghezza considerevole e il peso ridotto, si ritiene possa essere necessaria in fase esecutiva una analisi in galleria del vento (con modello sezionale e/o completo) al fine di valutare gli effetti dinamici indotti dal vento sulla struttura e, se necessario, di definire opportune misure di mitigazione.

Sondrio, giugno 2019

9 CRONOPROGRAMMA DI MASSIMA

CRONOPROGRAMMA - prime indicazioni

	mezz 1	mezz 2	mezz 3	mezz 4	mezz 5	mezz 6	mezz 7
installazione cantiere							
scavi lato Ponchiera							
mur di sostegno lato Ponchiera							
fondazioni antenne lato Ponchiera							
fondazioni cavi principali lato Ponchiera							
fondazioni cavi stabilizzanti lato Ponchiera							
tranti di ancoraggio lato Ponchiera							
tranti in parete lato Ponchiera							
installazione teleferica							
scavi lato Maioni							
fondazioni antenne lato Maioni							
fondazioni cavi principali lato Maioni							
fondazioni cavi stabilizzanti lato Maioni							
tranti di ancoraggio lato Maioni							
tranti in parete lato Maioni							
testatura tiranti							
montaggio antenne							
installazione cavi principali							
montaggio impalcato							
installazione cavi stabilizzanti							
testatura cavi							
getto impalcato							
montaggio parapetti							
pavimentazione di finitura							
sistemazioni accessi, inerbimenti sistemazioni finali							