

Nuova S.S.195 "Sulcitana" Tratto Cagliari - Pula  
Collegamento con la S.S.130 e aeroporto di Cagliari Elmas  
Opera Connessa Nord

**PROGETTO DEFINITIVO**

PROGETTAZIONE: RTI GPI-IRD-SAIM-HYPRO

<p>IL GEOLOGO</p> <p><i>Dott. Geol. Marco Leonardi</i></p> <p>Ordine dei geologi della Regione Lazio n. 1541</p>	<p>I PROGETTISTI SPECIALISTICI</p> <p><i>Ing. Ambrogio Signorelli</i> Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. A35111 <i>Ing. Paolo Orsini</i> Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 13817 <i>Ing. Giuseppe Resta</i> Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 20629 <i>Ing. Vincenzo Secreti</i> Ordine Ingegneri Provincia di Crotone n. 412</p>	<p>GRUPPO DI PROGETTAZIONE (Mandatario)</p> <p><b>GPI INGEGNERIA</b> GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl</p> <p><b>IRD ENGINEERING</b></p> <p><b>SAIM</b> Studio di Architettura e Ingegneria Moderna</p> <p><b>HYpro srl</b></p> <p>IL PROGETTISTA E RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE (DPR207/10 ART 15 COMMA 12): <i>Dott. Ing. GIORGIO GUIDUCCI</i> Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 14035</p>
<p>COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE</p> <p><i>Ing. Ambrogio Signorelli</i></p> <p>Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. A35111</p>	<p>VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO</p> <p><i>Ing. Michele Coghe</i></p>	<p>(Mandante)</p> <p>(Mandante)</p>

STUDI E INDAGINI  
Piano di Monitoraggio Geotecnico – Strutturale  
RELAZIONE MONITORAGGIO STRUTTURALE

<p>CODICE PROGETTO</p> <p>PROGETTO      LIV.      ANNO</p> <p><b>D</b> <b>P</b> <b>C</b> <b>A</b> <b>0</b> <b>1</b> <b>5</b> <b>0</b>    <b>D</b>    <b>23</b></p>	<p>NOME FILE</p> <p style="text-align: center;">T00GE00MOGRE02_A</p> <p>CODICE ELAB.    T 0 0 G E 0 0 M O G R E 0 2</p>	<p>REVISIONE</p> <p style="text-align: center;">A</p>	<p>SCALA</p> <p style="text-align: center;">-</p>
D			
C			
B			
A	Emissione	Gen. '23	Bela'
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDDATTO
		VERIFICATO	APPROVATO

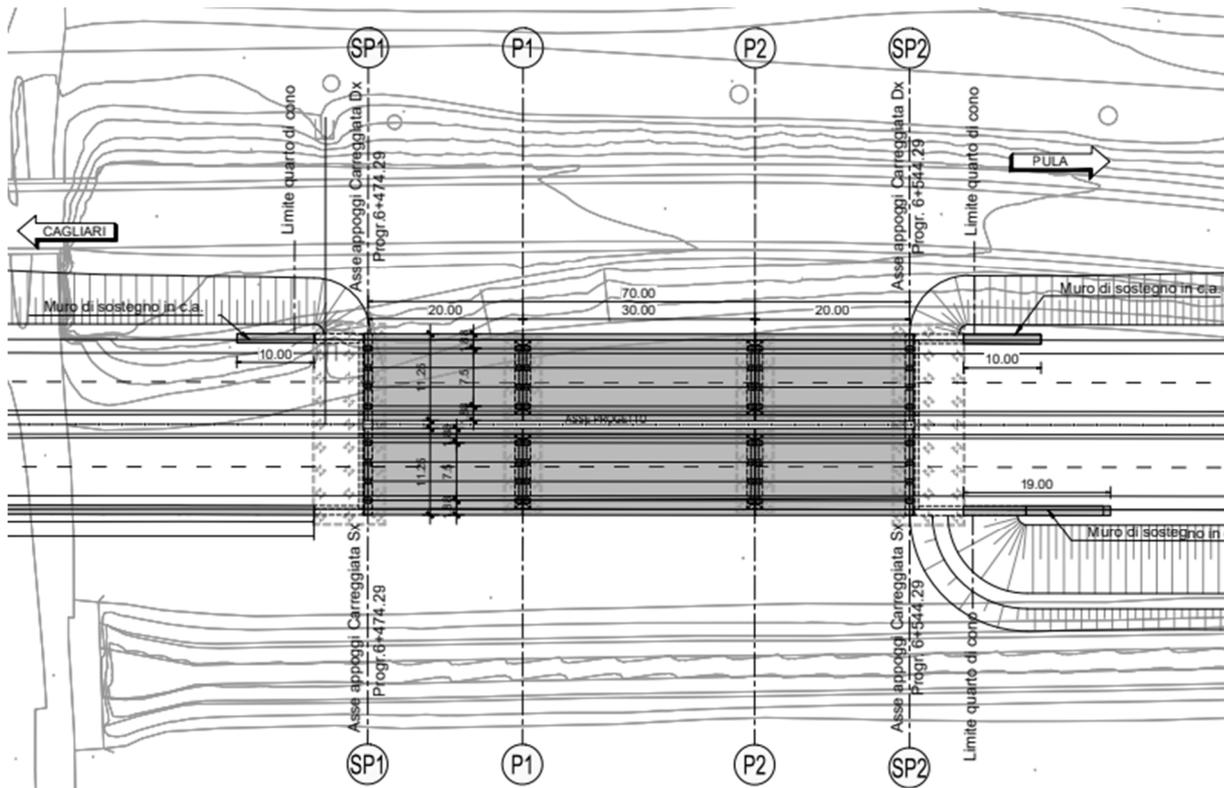
## INDICE

<b>1. PREMESSA.....</b>	<b>2</b>
<b>2. SISTEMA DI MONITORAGGIO STRUTTURALE.....</b>	<b>7</b>
2.1. MONITORAGGIO SPALLE E PILE.....	8
2.2. MONITORAGGIO IMPALCATO.....	9
2.2.1. Ponte VI01.....	9
2.2.1. Ponte VI02.....	11
2.2.1. Galleria GA01.....	12
2.2.1. Ponte VI03.....	14
2.2.1. Ponte VI04.....	15
2.2.1. Ponte VI05.....	16
2.2.1. Ponte VI06.....	17
2.2.2. Sottopasso ST01.....	18
<b>3. CARATTERISTICHE SENSORI DA INSTALLARE.....</b>	<b>21</b>
3.1. TRASDUTTORI DI SPOSTAMENTO.....	21
3.2. SENSORI DI TEMPERATURA.....	21
3.3. PANNELLO SOLARE PER ALIMENTAZIONE.....	21
3.4. STAZIONE METEO.....	22
3.5. ESTENSIMETRI.....	23
<b>4. SINTESI SENSORI DA INSTALLARE.....</b>	<b>25</b>

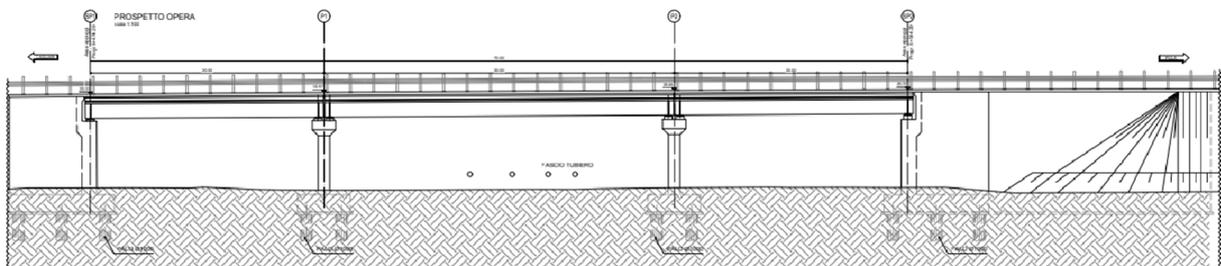
progettazione ati:

**1. PREMESSA**

Il presente documento ha per oggetto la descrizione e la definizione del sistema di monitoraggio strutturale necessario a caratterizzare lo stato tensionale e deformativo dei viadotti VI01 “Ponte scavalco fascia tubiera alla prog. 6+479.00”, VI02 “Ponte scavalco deviazione canale Imboi alla prog. 7+8814.00”, GA01 “Scavalco fascia tubiera alla prog. 8+336.300”, VI03 “Cavalcavia asse principale svincolo Capoterra - Casic”, VI04 “Ponte su canale Imboi svincolo Capoterra – Casic ramo A”, VI05 “Ponte su canale Imboi svincolo Capoterra – Casic ramo B”, VI06 “Ponte su canale Imboi svincolo Capoterra - Casic”, ST01 “Sottopasso scatolare strada di accesso alla dorsale Casic alla prog. 9+205.00” ubicati lungo la S.S. 195 “Sulcitana”, tratto Cagliari - Pula, Opera Connessa Nord tra le progressive pk 6+474.29 e 9+235.75.

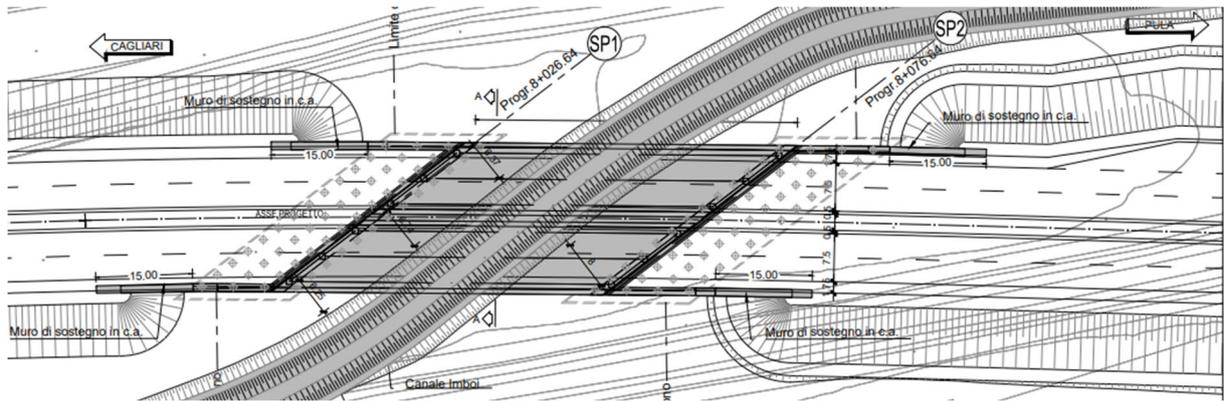


**Figura 1.1 Inquadramento planimetrico VI01**

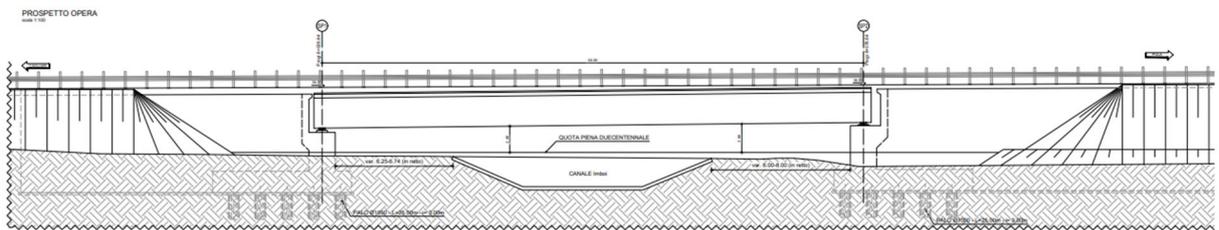


**Figura 1.2 Prospetto VI01**

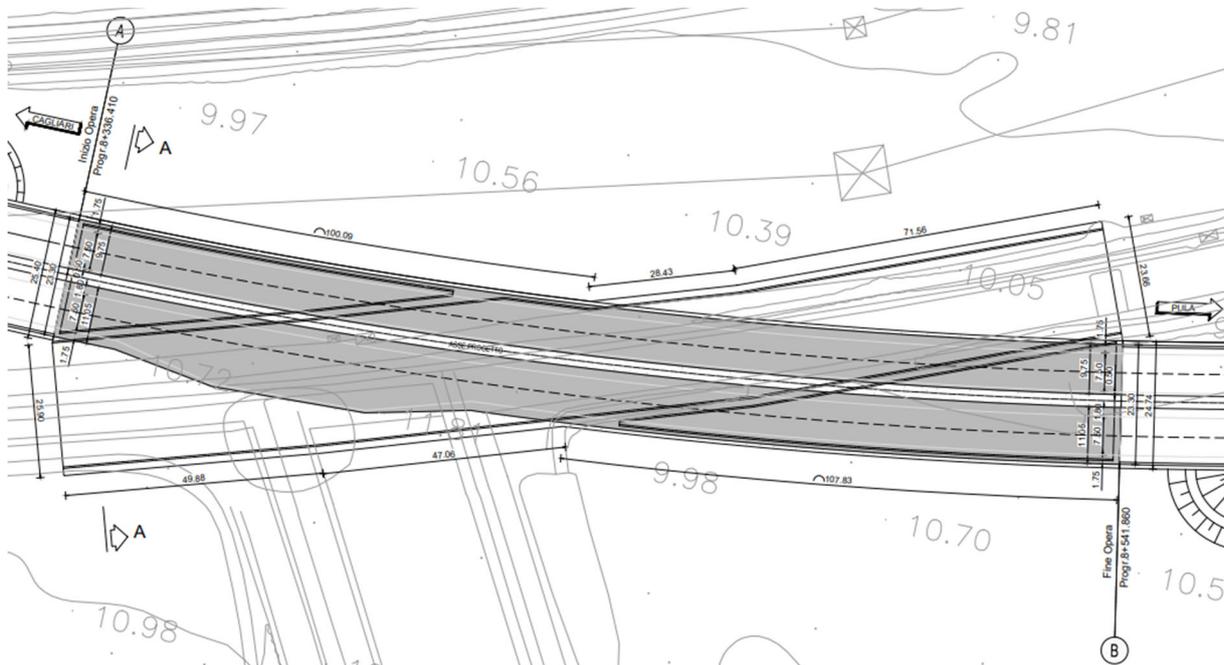
progettazione ati:



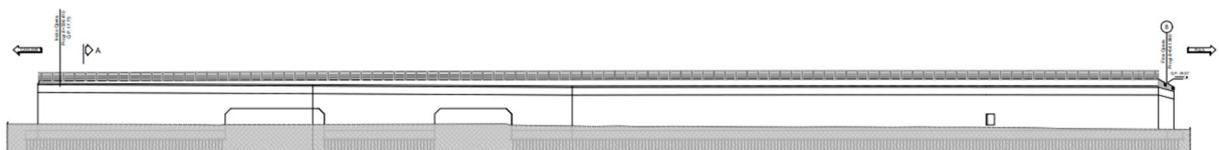
**Figura 1.3 Inquadramento planimetrico VI02**



**Figura 1.4 Prospetto VI02**

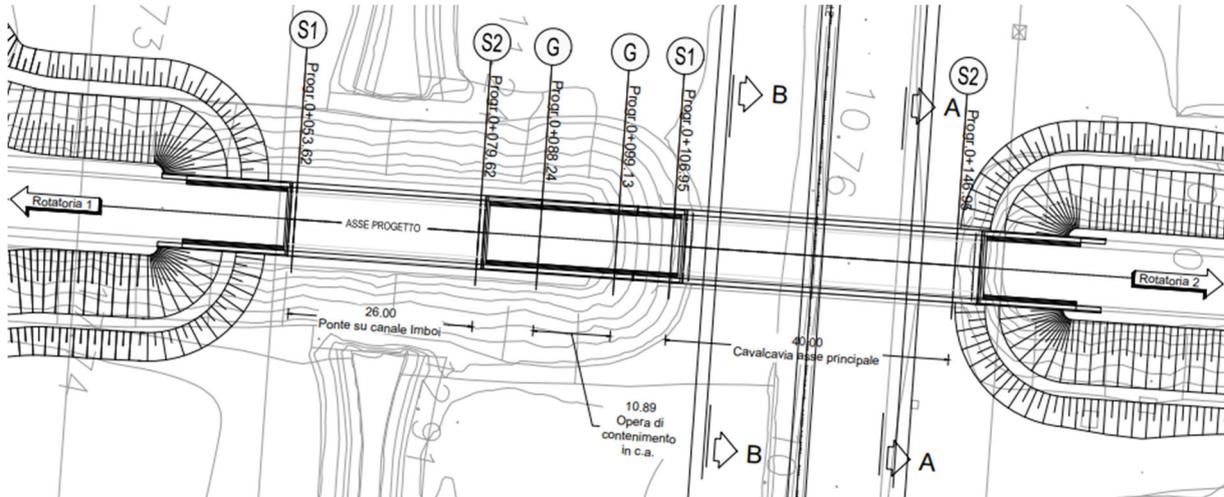


**Figura 1.5 Inquadramento planimetrico GA01**

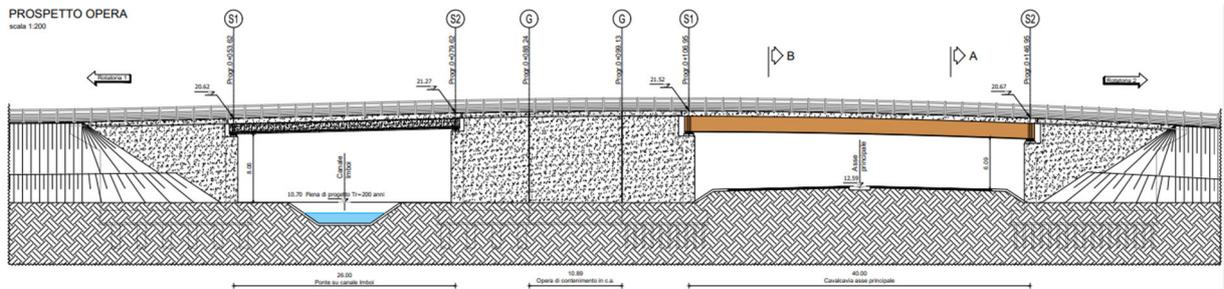


**Figura 1.6 Prospetto GA01**

progettazione ati:

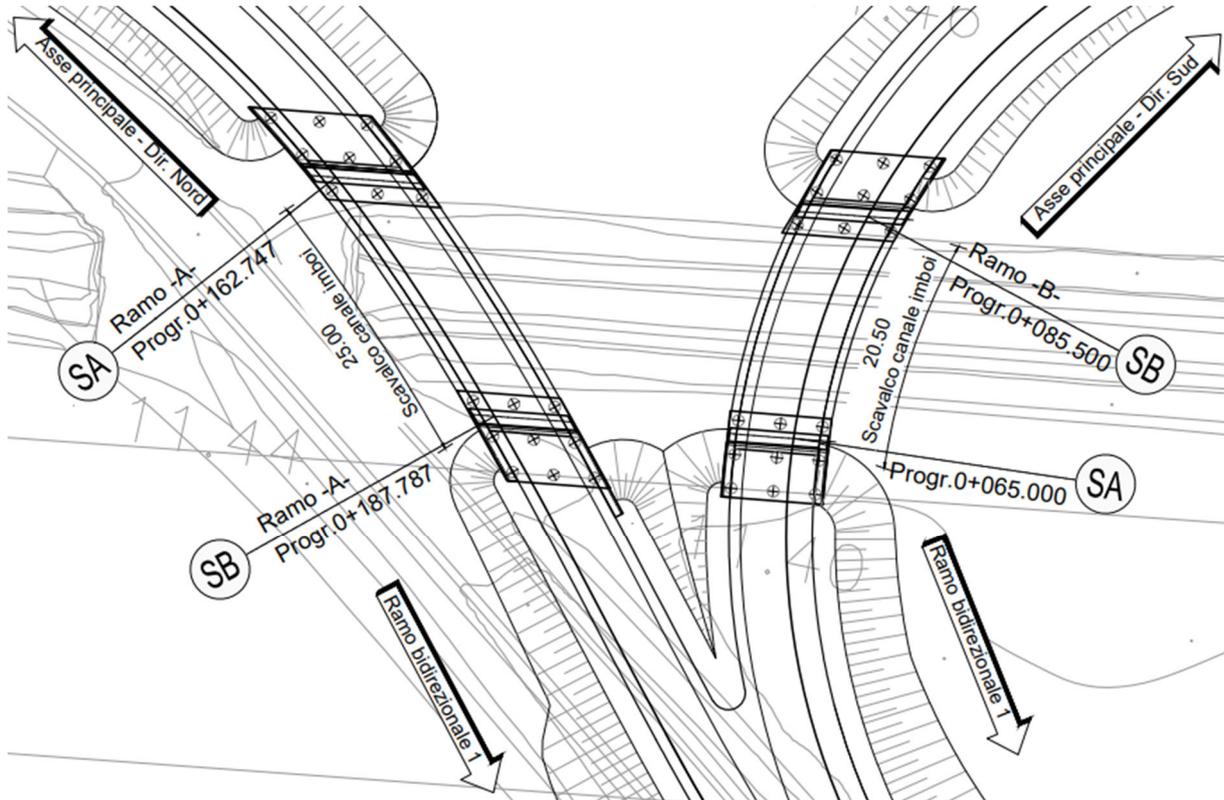


**Figura 1.7 Inquadramento planimetrico VI06-VI03**

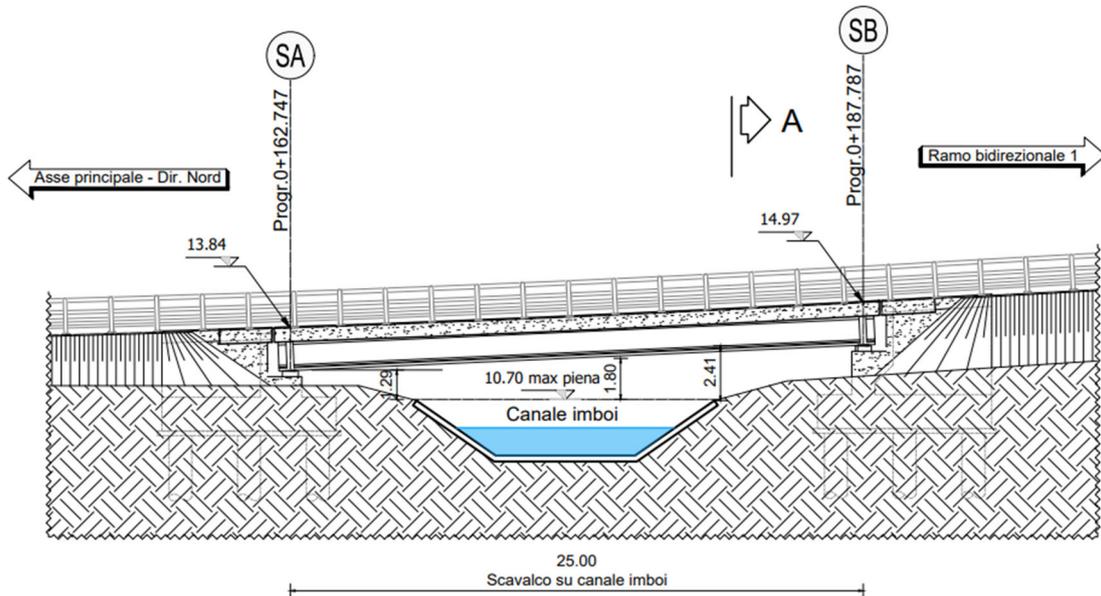


**Figura 1.8 Prospetto VI06-VI03**

progettazione ati:

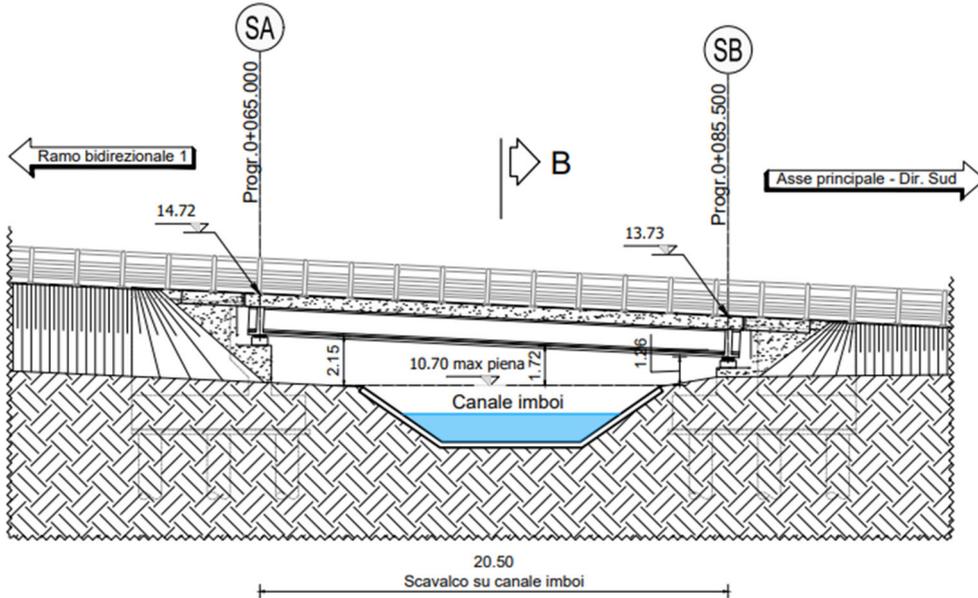


**Figura 1.9 Inquadramento planimetrico VI04-VI05**

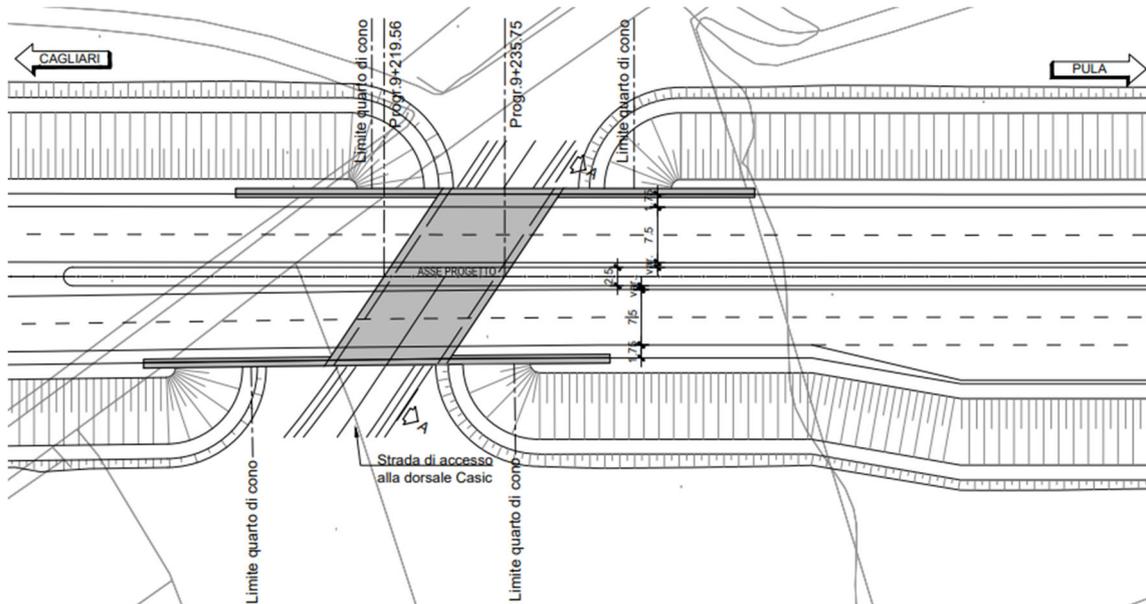


**Figura 1.10 Prospetto VI04**

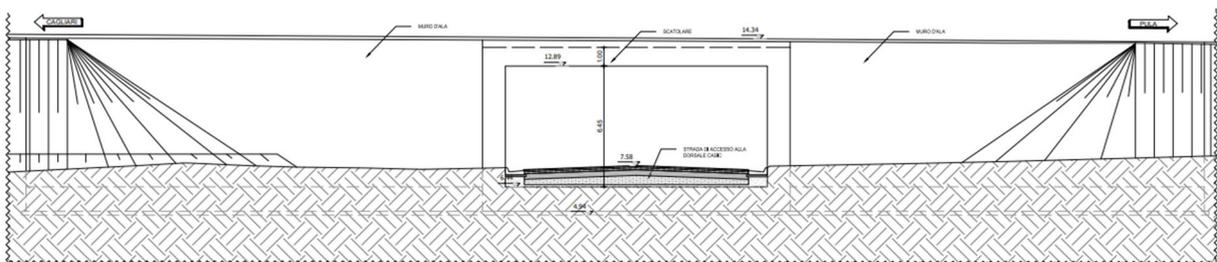
progettazione ati:



**Figura 1.11 Prospetto VI05**



**Figura 1.12 Inquadramento planimetrico ST01**



**Figura 1.13 Prospetto ST01**

progettazione ati:

## **2. SISTEMA DI MONITORAGGIO STRUTTURALE**

Il sistema di monitoraggio prevede una serie di sensori installati, nel caso di viadotti, sull'impalcato, sulle pile e sulle sottostrutture, nel caso di galleria artificiale, sull'impalcato, e nel caso di sottopasso sul solettone di copertura e di fondazione. I sensori sono di diversi tipi e variano in funzione della grandezza e dell'elemento strutturale da monitorare.

Nello specifico per tutte le opere vengono impiegati:

- Stazione meteo (SM) per valutazione delle caratteristiche di temperatura, umidità e vento;
- Sensore temperatura superficiale per la determinazione delle temperature superficiali degli elementi strutturali;
- Trasduttori di spostamento relativo per la valutazione di spostamenti degli elementi strutturali dovuti ad azioni di esercizio e azioni sismiche;
- Estensimetro per la valutazione deformazioni degli elementi strutturali dovuti ad azioni di esercizio e azioni sismiche;

Completano l'architettura del sistema di monitoraggio le seguenti apparecchiature:

- Pannello solare di alimentazione apparecchiature;
- Cablaggio rete.

Per ciascuna opera, in corrispondenza di una delle due spalle dei viadotti, o in corrispondenza dei muri d'ala della galleria, sarà inoltre ubicato il sistema di acquisizione e trasmissione dati.

Mentre il pannello solare di alimentazione, data la vicinanza delle opere, è stato disposto in corrispondenza di sole 3 opere (VI01, GA01, VI06).

I sensori sono disposti in numero e tipologia tale da garantire una dettagliata "visione" del comportamento strutturale delle opere.

Il posizionamento dei sensori segue i seguenti criteri:

- Sensori di deformazione: si posizionano in corrispondenza di zone maggiormente sollecitate (mezzeria delle travi o in appoggio per strutture continue) e/o potenzialmente soggette a danneggiamento per fatica nel caso di impalcati metallici (Es. giunti saldati tra concetti);
- Sensori di spostamento e temperatura: sono posizionati in prossimità di appoggi e giunti in modo da monitorare nel dettaglio la risposta alle variazioni termiche;

I sensori sono collegati via cavo a un sistema di acquisizione dati costituito da un data logger statico (indicato con DS) e i dati registrati vengono trasferiti in rete mediante piattaforma web di nuova generazione e processati mediante software che restituisce facili tabulati di lettura.

I dati dei singoli sensori, non solo vengono valutati singolarmente, ma possono essere riaggregati dinamicamente tramite modelli fisici interpretativi. Il sistema di acquisizione dati permette di memorizzare la grande mole di dati provenienti dai sensori in modo automatico, secondo un intervallo di tempo preimpostato dall'operatore.

progettazione ati:

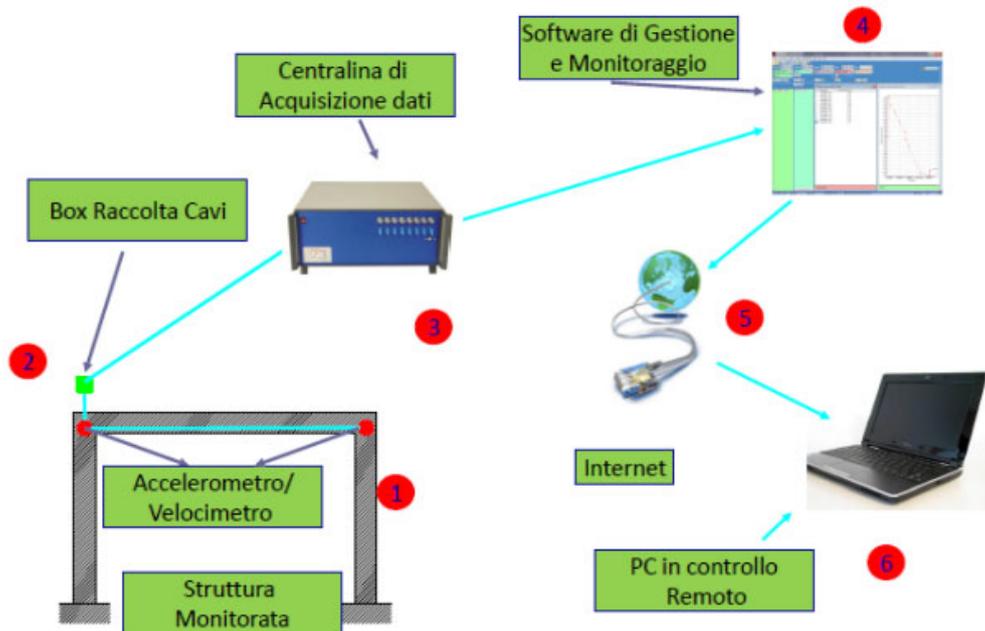


Figura 2.1 Architettura sistema di monitoraggio

Il collegamento dei sensori alla struttura è effettuato mediante adesivi strutturali e le uniche operazioni di manutenzione (ridotta al minimo) consistono nel controllo periodico e nella sostituzione di componenti mal funzionanti oppure guasti.

Per i ponti e i viadotti è prevista una sola lettura iniziale, ovvero la lettura di zero effettuata al momento dell'installazione (dopo il tempo minimo per il fissaggio dei target).

A seguito della lettura zero sono previste letture della strumentazione con cadenza prestabilita nelle seguenti fasi:

- Dal termine della singola opera fino alla conclusione dei lavori dell'intera infrastruttura;
- Per i 12 mesi successivi al termine di realizzazione dell'intera infrastruttura."

## 2.1. MONITORAGGIO SPALLE E PILE

Il sistema di sensori installati in corrispondenza delle spalle ha come principale obiettivo la misura degli spostamenti relativi tra spalla e impalcato; le quantità misurate possono essere poi correlate con quanto rilevato dai sensori ubicati sull'impalcato e sulle altre sottostrutture per avere informazioni più dettagliate sul comportamento dell'opera.

Il monitoraggio delle pile ha come obiettivo primario la misura degli spostamenti relativi tra pila e impalcato per segnalare eventuali anomalie dovute ad esempio a mal funzionamenti degli appoggi.

Le misure di rotazione delle spalle e delle pile ed il monitoraggio strutturale dei pali di fondazione sono già inclusi nel sistema di monitoraggio geotecnico dell'opera.

progettazione ati:

## 2.2. MONITORAGGIO IMPALCATO

Il monitoraggio dell'impalcato viene effettuato mediante le seguenti attività:

- Controllo dello stato tensionale negli elementi strutturali principali (travi);
- Misura delle deformazioni per effetto dei carichi di esercizio (carichi mobili, temperatura, ecc);

La principale finalità del monitoraggio dell'impalcato, oltre al controllo della rispondenza dell'as-built alle previsioni di progetto, è l'individuazione di eventuali fenomeni di danneggiamento (lesioni a fatica, corrosione, sovraccarico, ecc.) in atto e anche segnalare problematiche legate al mal funzionamento dei dispositivi di appoggio o dei giunti. Inoltre, un'analisi raffinata dei risultati ottenuti in termini di tensioni agenti nei materiali, potrebbe dare anche utili informazioni sullo sfruttamento delle opere per stimarne la vita utile a fatica o pianificare apposite ispezioni approfondite o interventi di manutenzione.

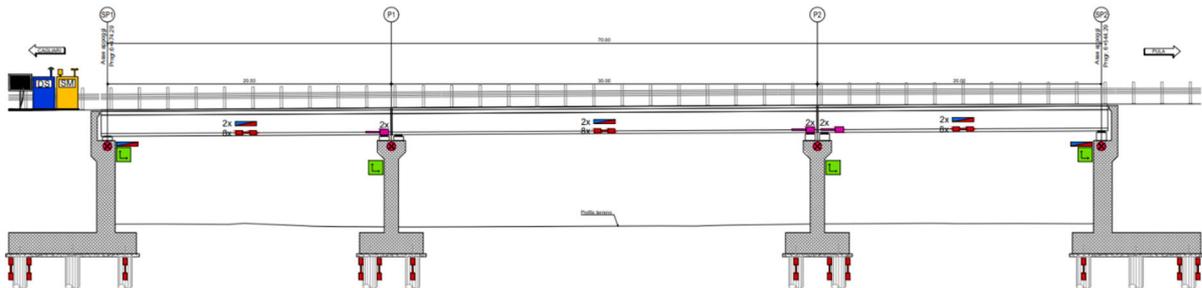
Per il monitoraggio dello stato tenso-deformativo dell'impalcato è prevista l'installazione di estensimetri e trasduttori di spostamento in modo tale da determinare tensioni e deformazioni nei principali elementi strutturali ed in corrispondenza degli apparecchi d'appoggio.

Per l'impalcato è previsto l'impiego dei seguenti sensori:

- 1 Estensimetro: applicato alle travi principali (le 2 di bordo, nel caso di impalcati misti a più travi, per ogni trave nel caso di impalcati in cap) e ubicati in mezzeria (piattabanda inferiore nel caso di impalcati metallici, o all'intradosso inferiore nel caso di impalcati in cap);
- 1 Sensore di temperatura superficiale applicato all'intradosso in zona ombreggiata.

### 2.2.1. PONTE VI01

Il ponte VI01 si sviluppa su 3 campate. L'impalcato in cap è costituito da due carregiate separate ciascuna con 4 travi a cassoncini. La larghezza trasversale dell'impalcato è pari a 23.50m. Lo schema statico è a trave appoggiata.



**Figura 2.2 Ubicazione sensori su impalcato (sezione longitudinale VI01)**

progettazione ati:

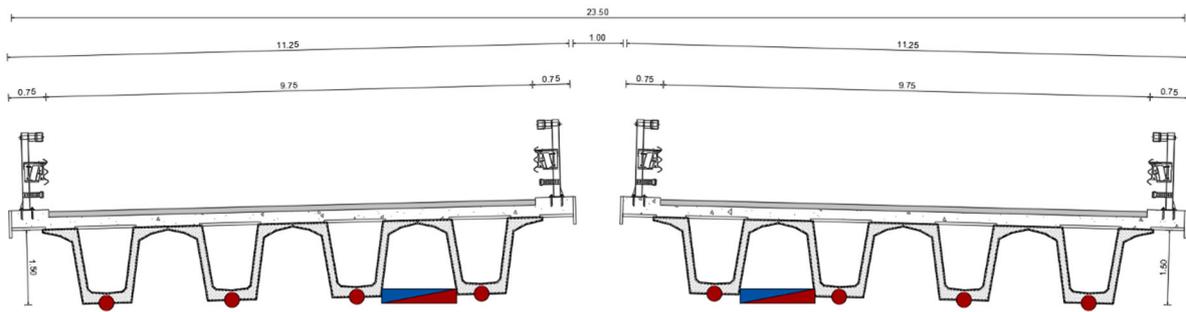


Figura 2.3 Ubicazione sensori su impalcato sezione a 4 travi (sezione trasversale VI01)

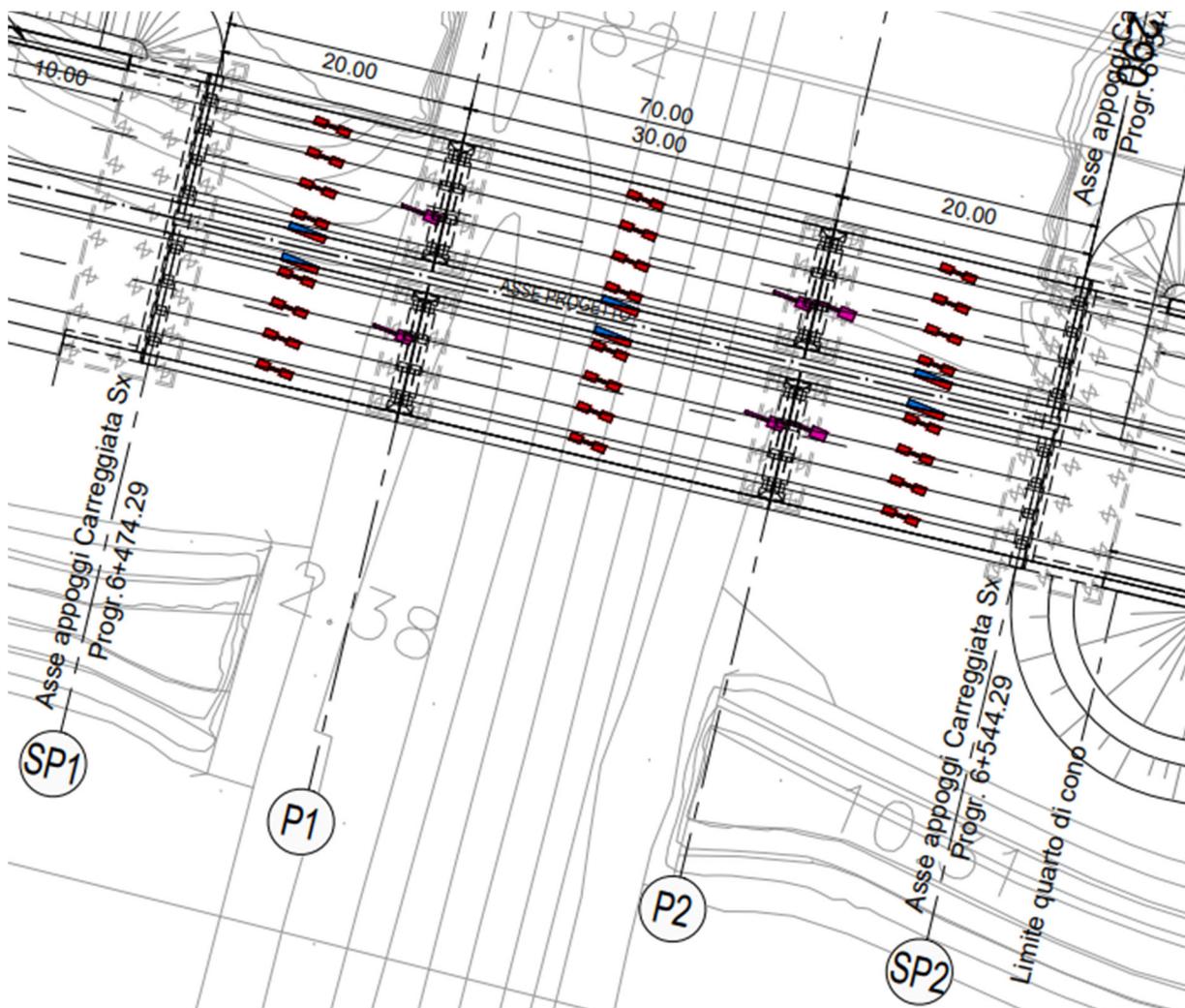


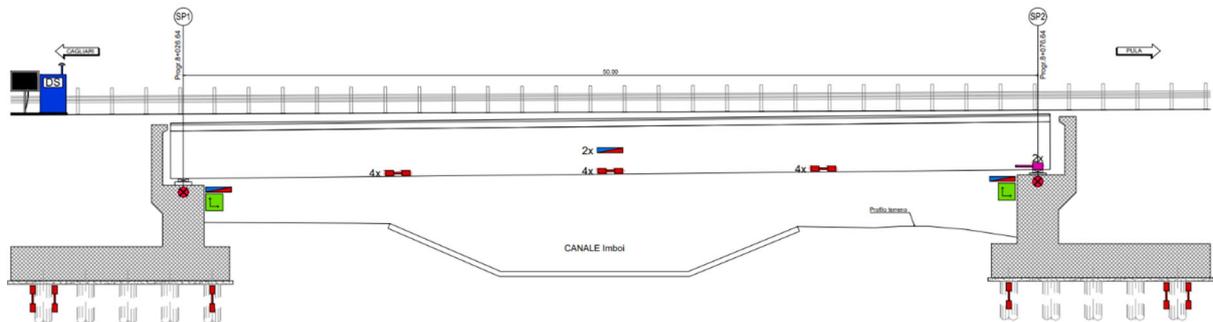
Figura 2.4 Ubicazione sensori su impalcato a 4 travi (Pianta impalcato VI01)

progettazione ati:

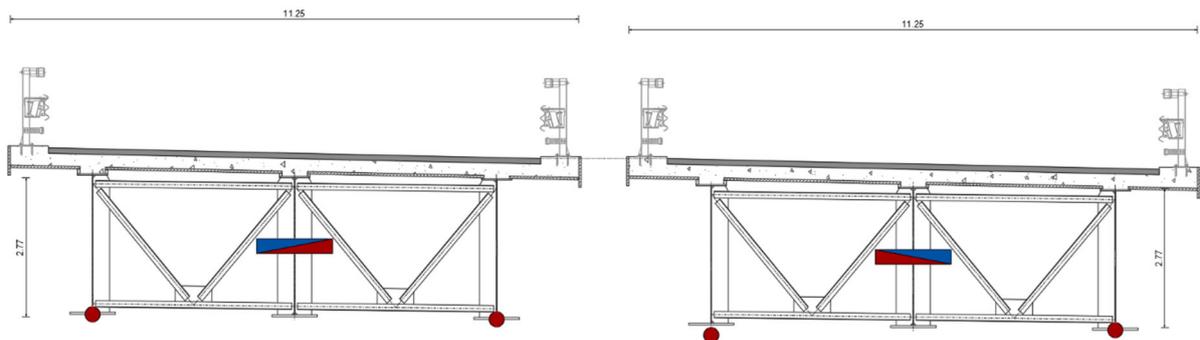
**2.2.1. PONTE VI02**

Il ponte VI02 si sviluppa su 1 campata. L'impalcato a struttura mista acc-cls è costituito da due carregiate separate ciascuna con 3 travi metalliche con soletta gettata in opera. La larghezza trasversale dell'impalcato è pari a 30.08m.

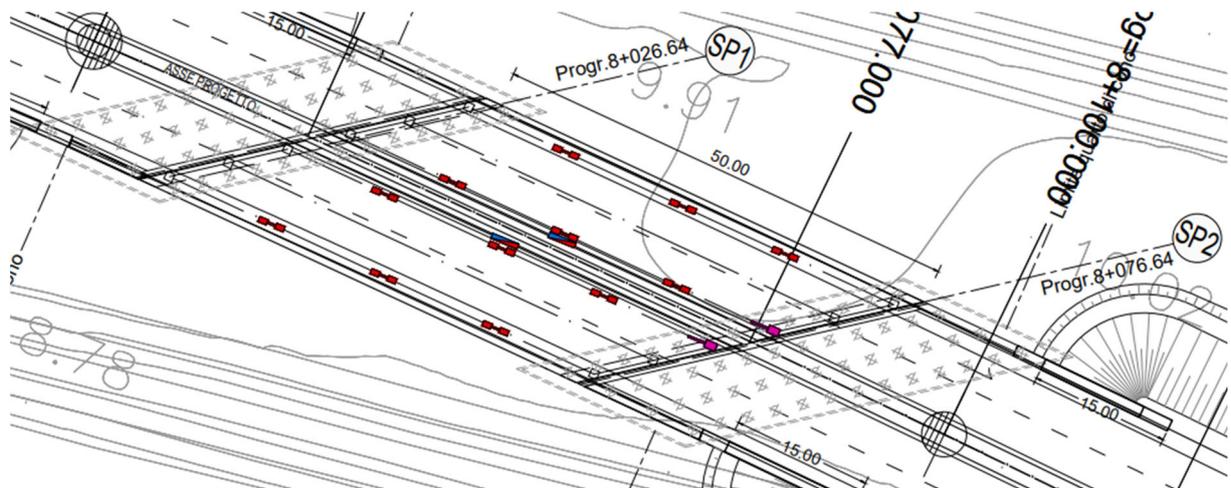
Lo schema statico è a trave appoggiata.



**Figura 2.5 Ubicazione sensori su impalcato (sezione longitudinale VI02)**



**Figura 2.6 Ubicazione sensori su impalcato a 3 travi (sezione trasversale VI02)**



**Figura 2.7 Ubicazione sensori su impalcato a 3 travi (Pianta impalcato VI02)**

progettazione ati:

### 2.2.1. GALLERIA GA01

Sebbene l'opera si configuri continua nello sviluppo planimetrico si può di fatto distinguere in due diverse parti principali che lungo l'asse del tracciato si intrecciano tra di loro. Nella fattispecie si individua una parte destinata alla viabilità superiore della SS195 ed una parte a copertura del fascio tubiero in quota terreno. La larghezza dell'opera è variabile. In corrispondenza degli imbocchi si ha la massima larghezza della struttura pari a circa 50m su due campate, mentre nella zona centrale ove le precedenti definite parti si uniscono la larghezza è pari a circa 26m. Con riferimento alla porzione carrabile, l'impalcato oggetto di studio presenta una larghezza di 23.18m e due cordoli da 0.75m per una larghezza complessiva di 24.68m.

Gli estensimetri sono disposti in modo tale da indagare una trave ogni tre, mentre nelle porzioni in cui è presente il solettone alleggerito, sono previsti estensimetri in entrambe le direzioni sia superiormente che inferiormente.

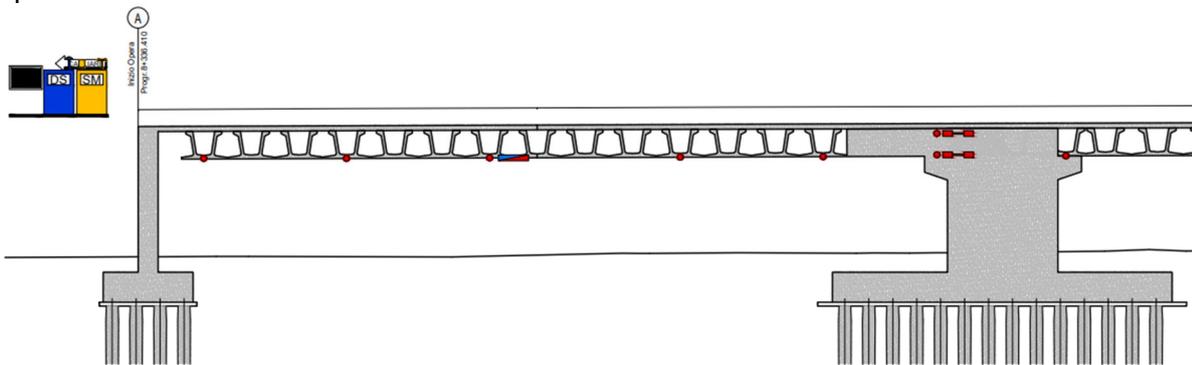


Figura 2.8 Ubicazione sensori su impalcato (sezione longitudinale GA01 - prima campata)

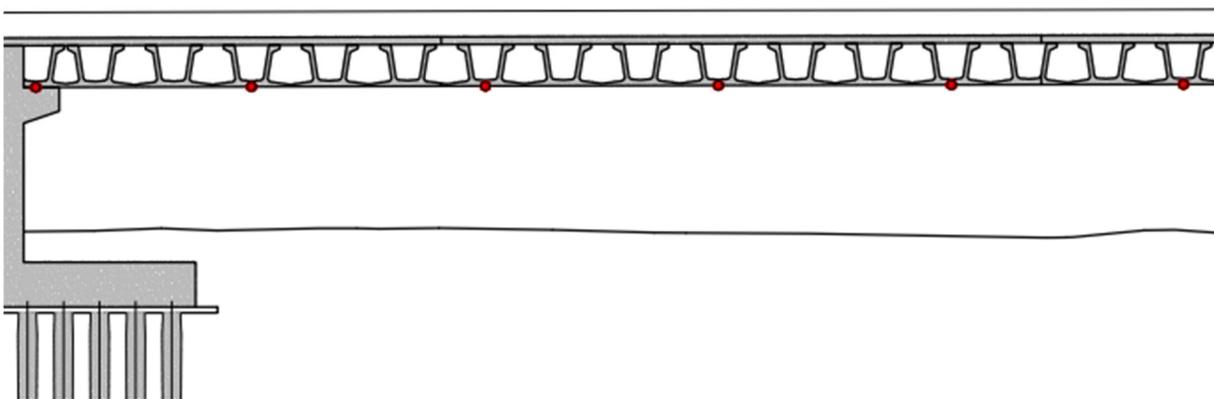
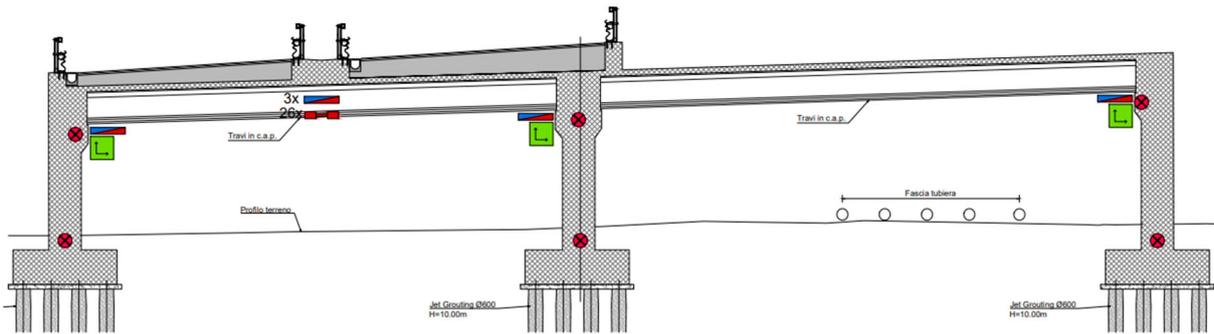
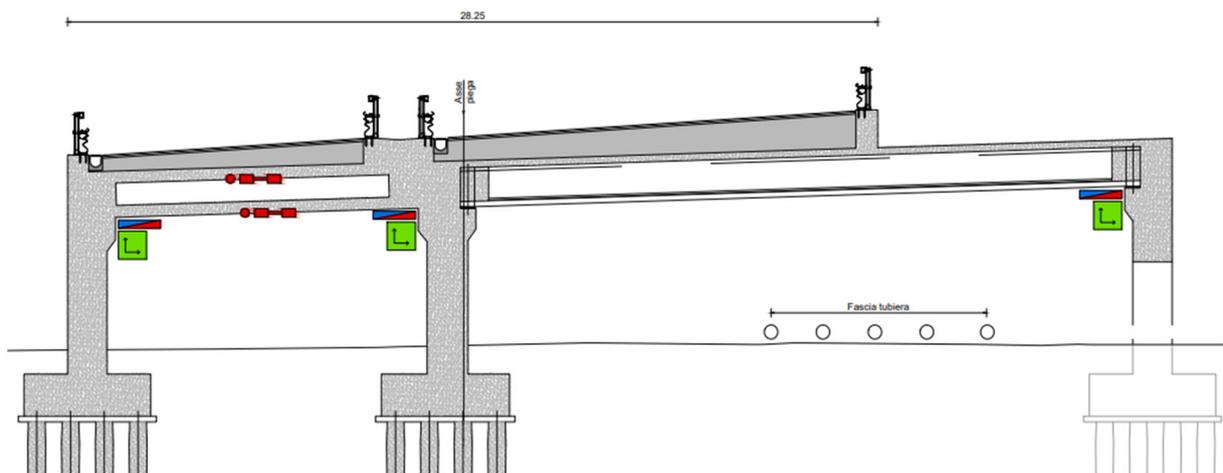


Figura 2.9 Ubicazione sensori su impalcato (sezione longitudinale GA01 - campata intermedia)

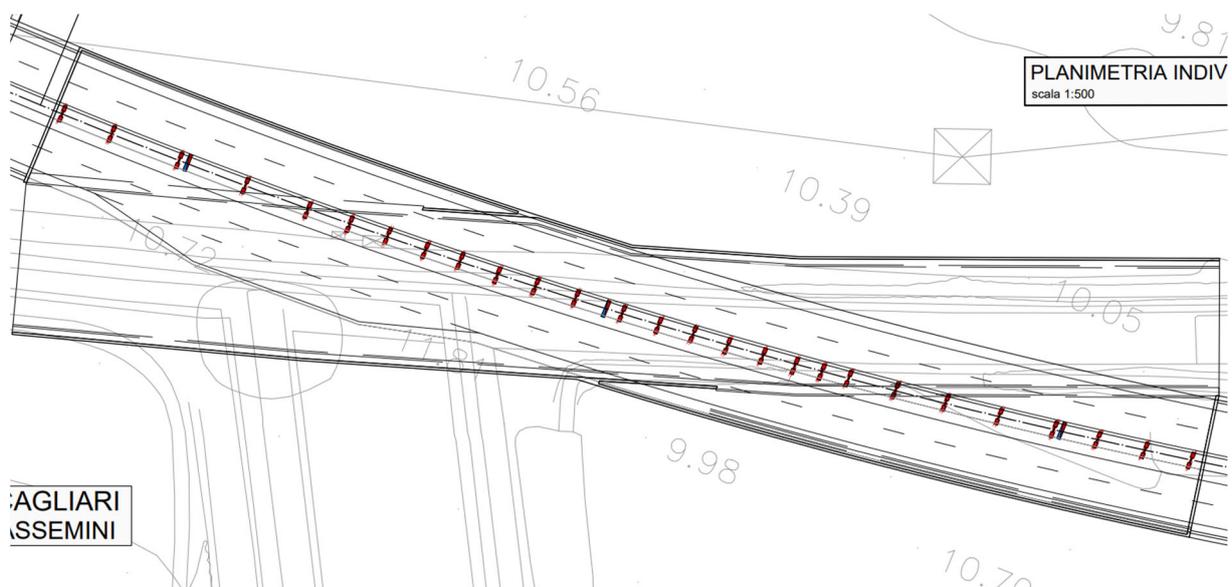
progettazione ati:



**Figura 2.10 Ubicazione sensori su impalcato (sezione trasversale GA01)**



**Figura 2.11 Ubicazione sensori su soletta (sezione trasversale GA01)**

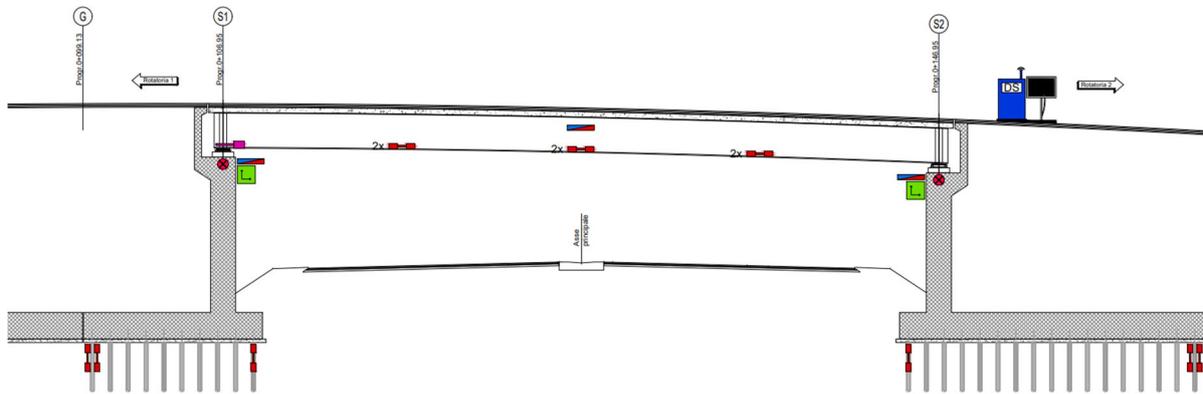


**Figura 2.12 Ubicazione sensori su impalcato (Pianta GA01)**

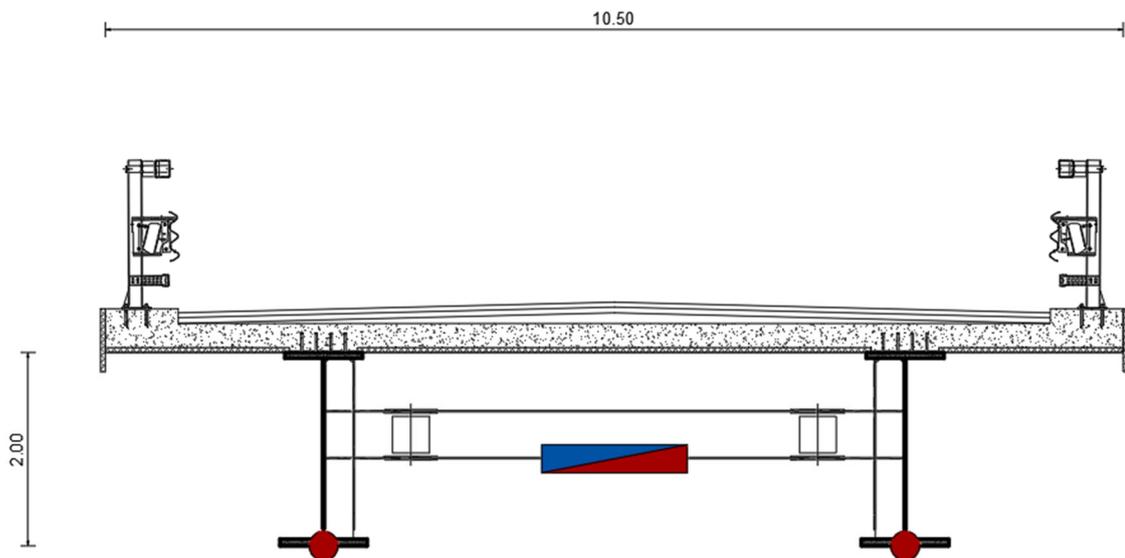
progettazione ati:

**2.2.1. PONTE VI03**

Il ponte VI03 si sviluppa su 1 campata. L'impalcato a struttura mista acc-cls è costituito da 2 travi metalliche con soletta gettata in opera. La larghezza trasversale dell'impalcato è pari a 10.50m. Lo schema statico è a trave appoggiata.

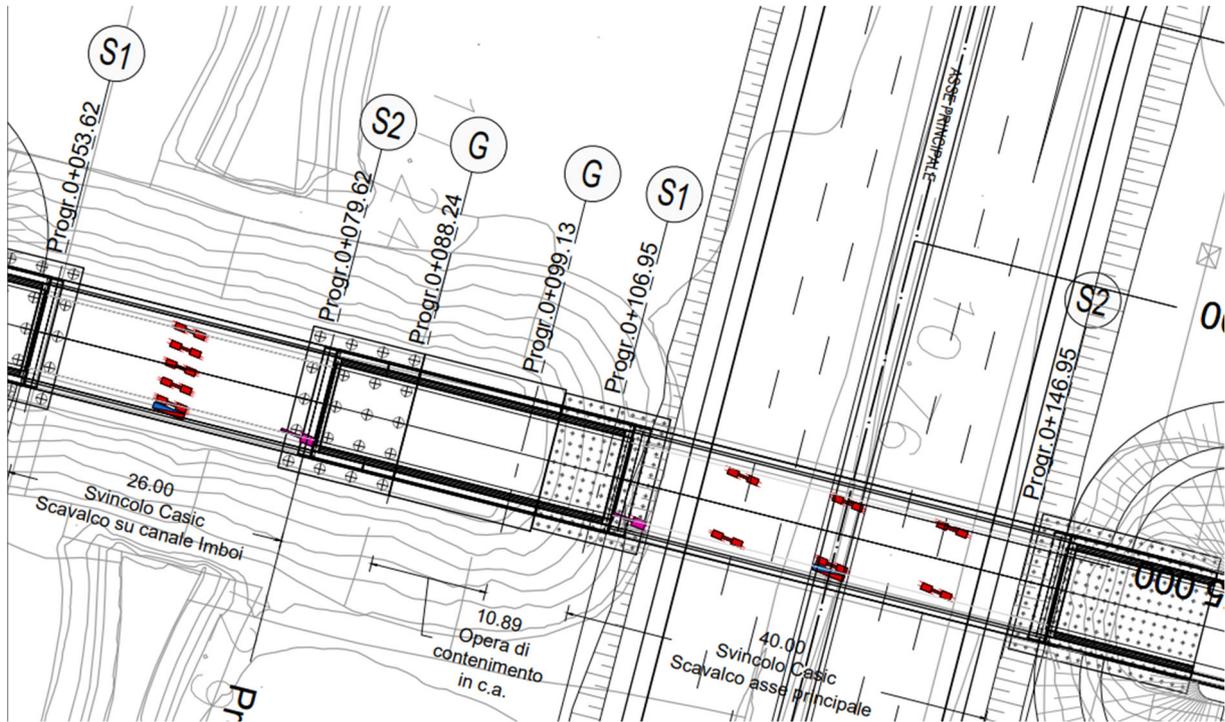


**Figura 2.13 Ubicazione sensori su impalcato (sezione longitudinale VI03)**



**Figura 2.14 Ubicazione sensori su impalcato a 2 travi (sezione trasversale VI03)**

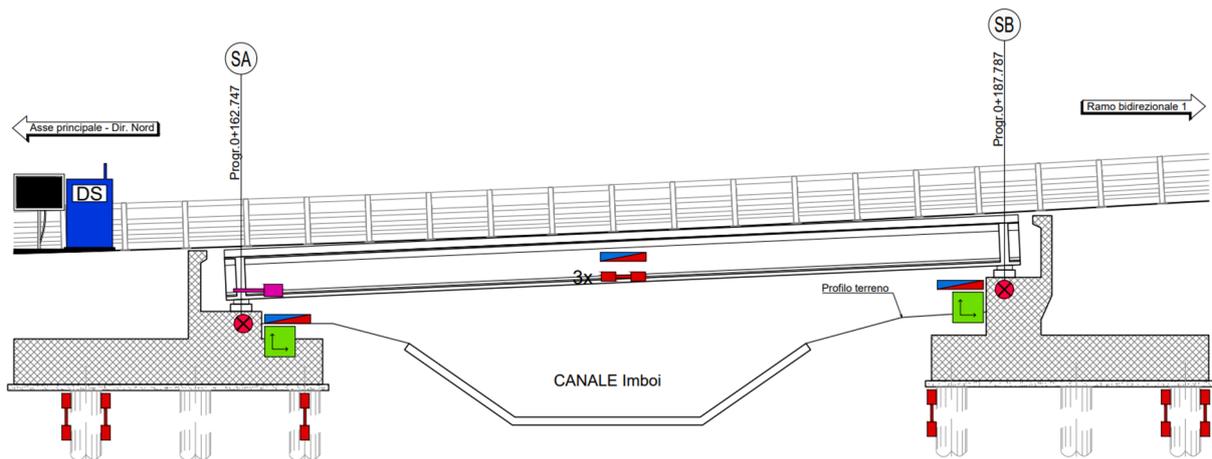
progettazione ati:



**Figura 2.15 Ubicazione sensori su impalcato a 5 e 2 travi (Pianta impalcato VI06-VI03)**

### 2.2.1. PONTE VI04

Il ponte VI04 si sviluppa su 1 campata. L'impalcato in cap è costituito da 3 travi a cassoncini. La larghezza trasversale dell'impalcato è pari a 7.50m. Lo schema statico è a trave appoggiata.



**Figura 2.16 Ubicazione sensori su impalcato (sezione longitudinale VI04)**

progettazione ati:

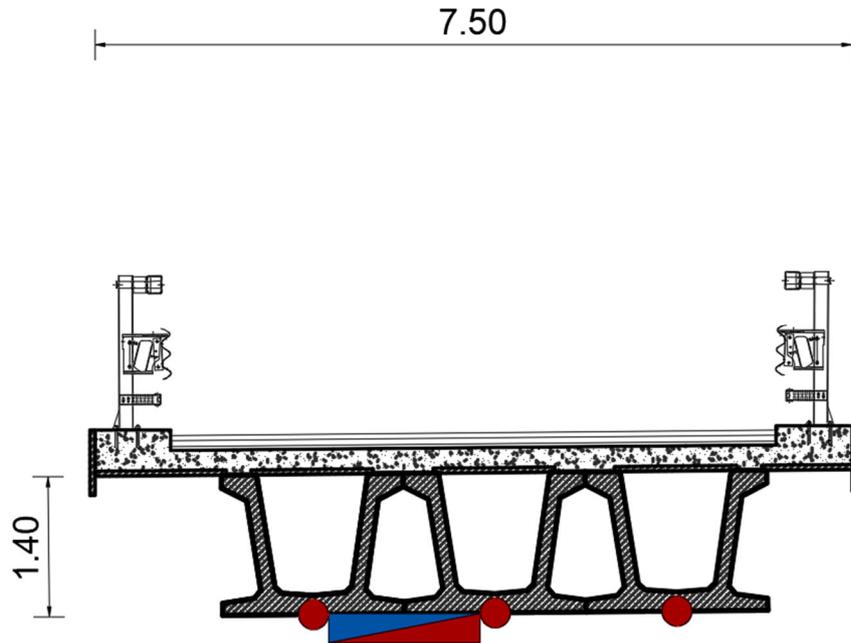


Figura 2.17 Ubicazione sensori su impalcato a 3 travi (sezione trasversale VI04)

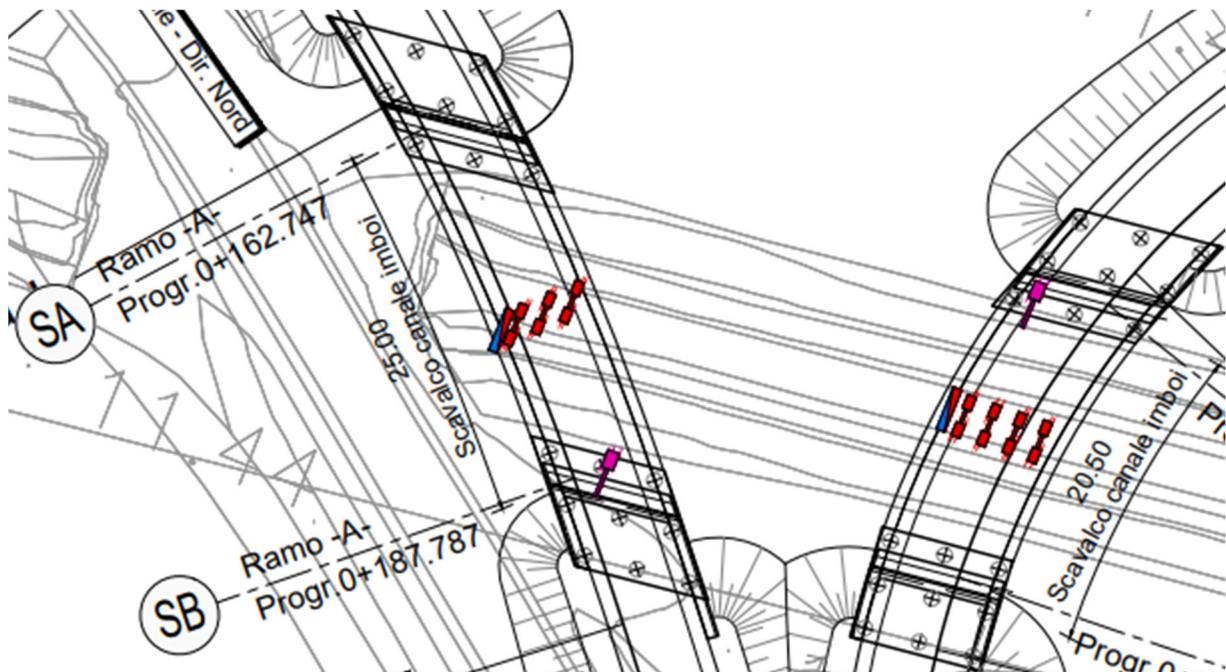


Figura 2.18 Ubicazione sensori su impalcato a 3 e 4 travi (Pianta impalcato VI04-VI05)

### 2.2.1. PONTE VI05

Il ponte VI05 si sviluppa su 1 campata. L'impalcato in cap è costituito da 4 travi a cassoncini. La larghezza trasversale dell'impalcato è pari a 8.80m.

Lo schema statico è a trave appoggiata.

progettazione ati:

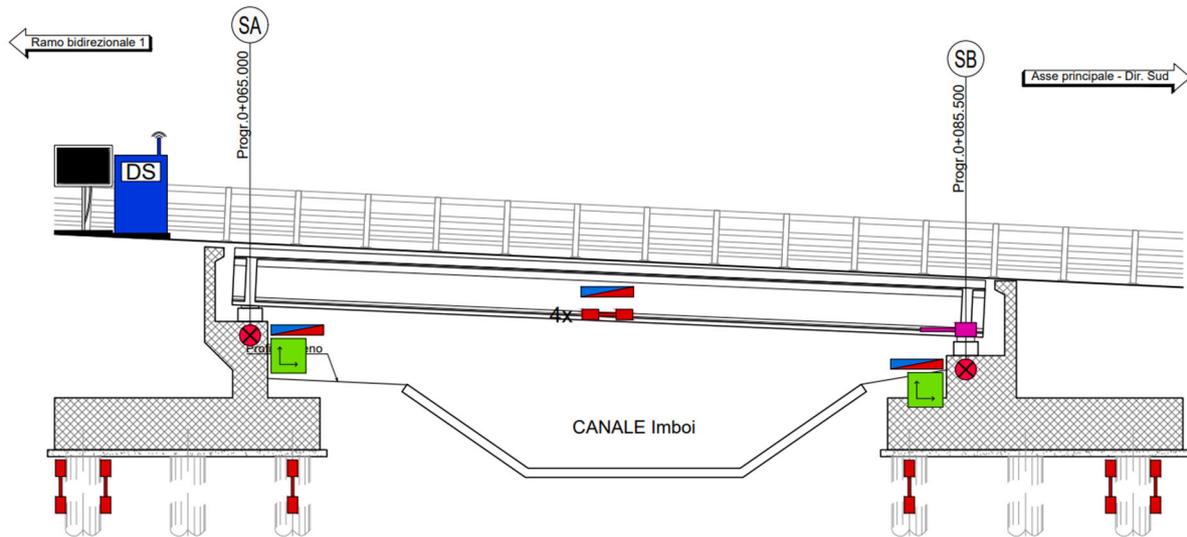


Figura 2.19 Ubicazione sensori su impalcato (sezione longitudinale VI05)

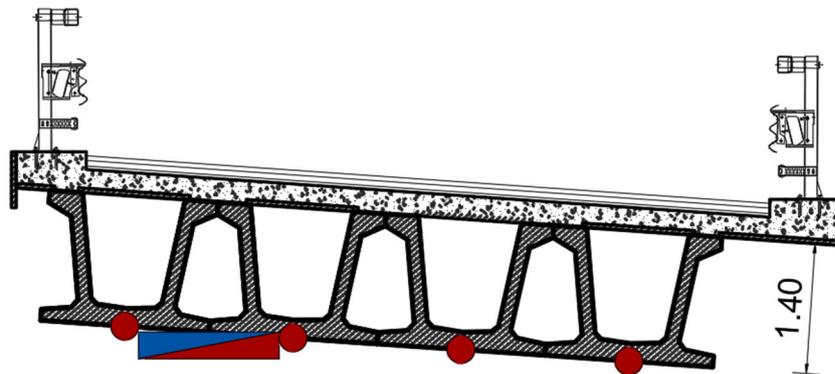
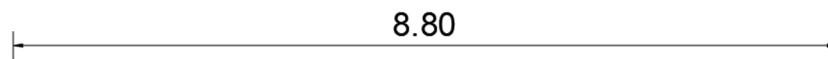
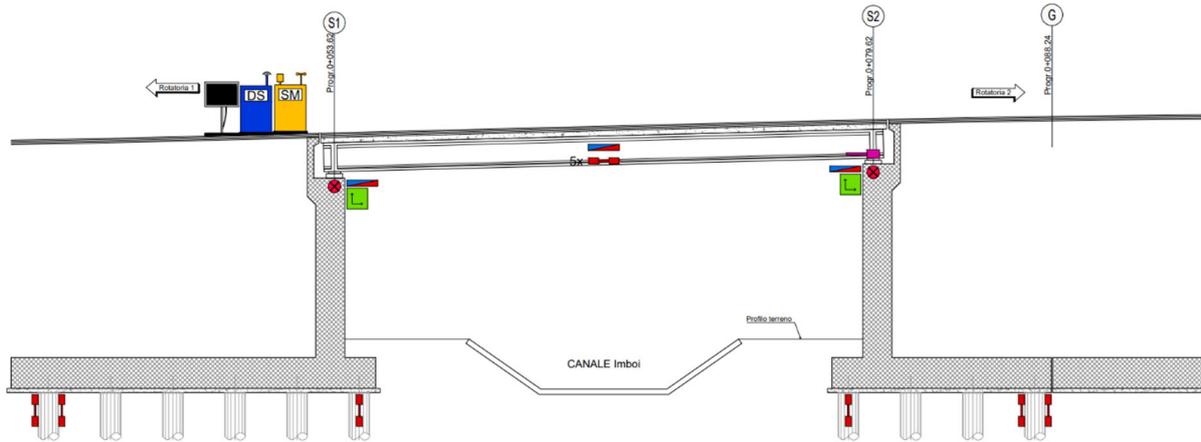


Figura 2.20 Ubicazione sensori su impalcato a 4 travi (sezione trasversale VI05)

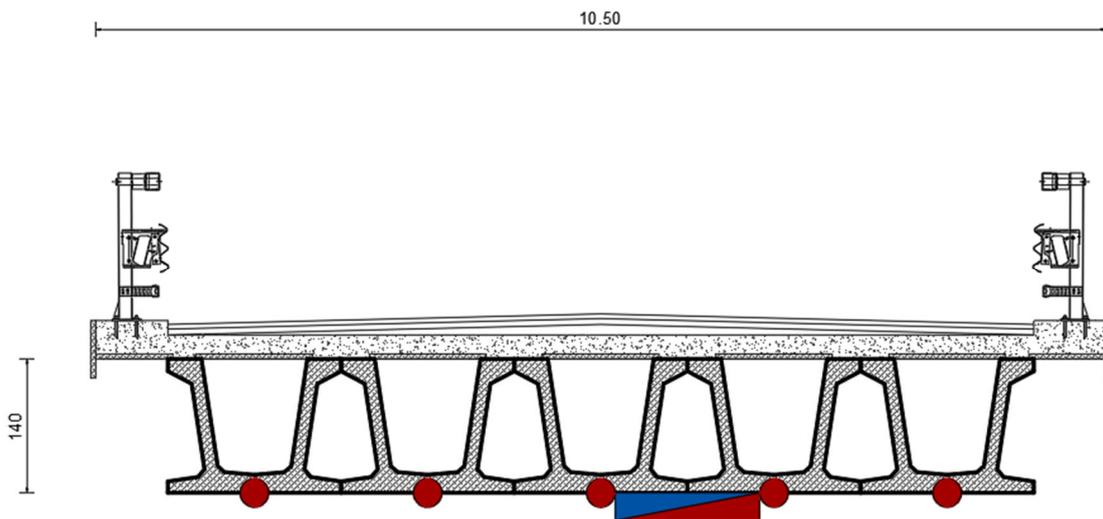
### 2.2.1. PONTE VI06

Il ponte VI06 si sviluppa su 1 campata. L'impalcato in cap è costituito da 5 travi a cassoncini. La larghezza trasversale dell'impalcato è pari a 10.50m. Lo schema statico è a trave appoggiata.

progettazione ati:



**Figura 2.21 Ubicazione sensori su impalcato (sezione longitudinale VI06)**

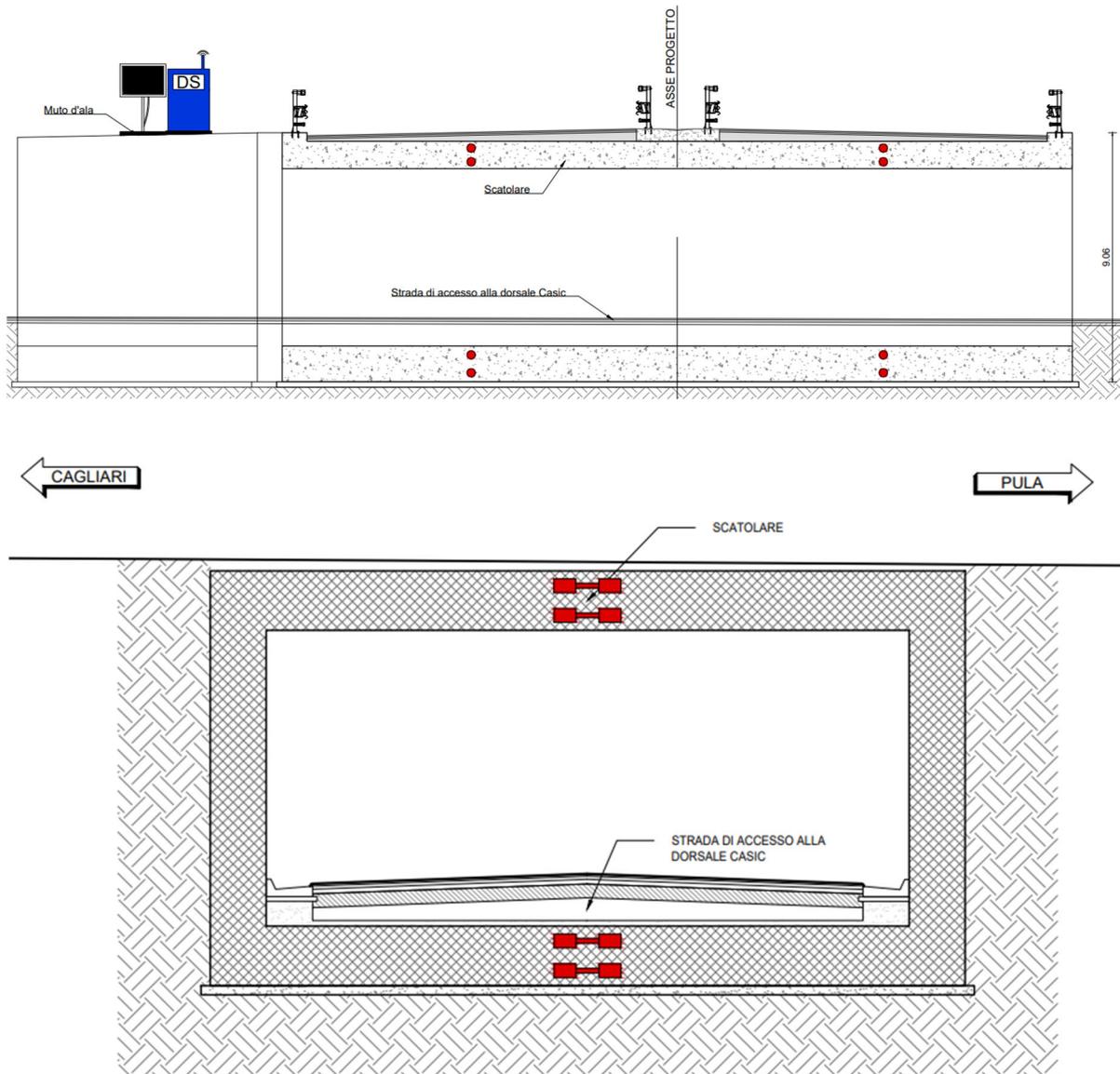


**Figura 2.22 Ubicazione sensori su impalcato a 5 travi (sezione trasversale VI06)**

### 2.2.2. SOTTOPASSO ST01

Il sottovia prevede un'unica struttura scatolare sghemba, di larghezza compresa tra i (16.20-16.33m), lunghezza di (28.50-28.75m) ed un'altezza complessiva pari a 8.50 m.

progettazione ati:



**Figura 2.23 Ubicazione sensori su scatolare (sezione trasversale ST01)**

progettazione ati:

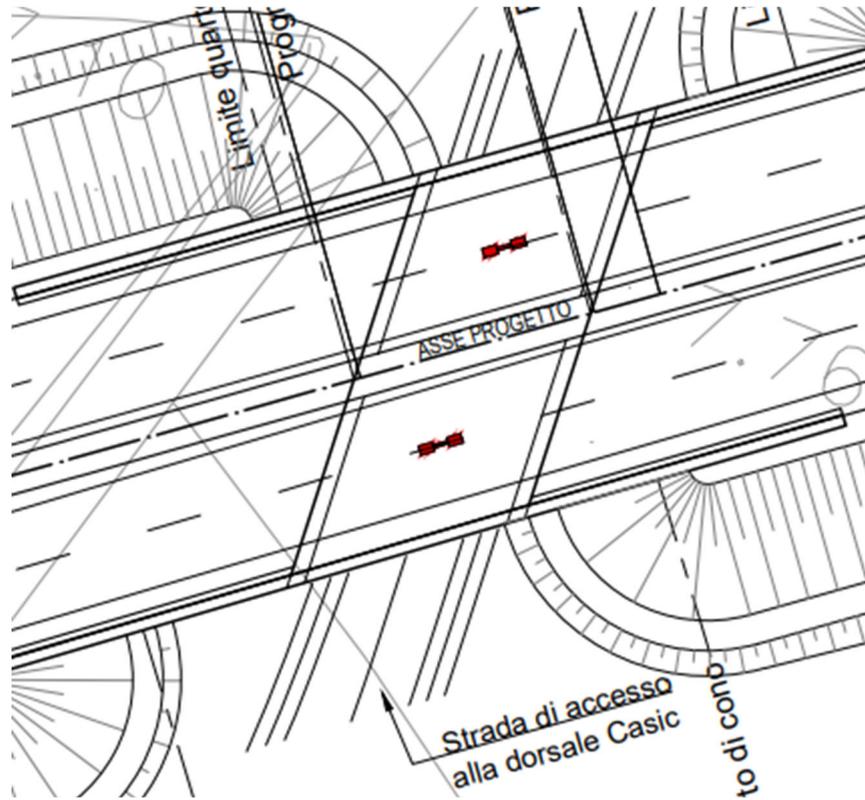


Figura 2.24 Ubicazione sensori su scatolare (Pianta ST01)

progettazione ati:

### 3. CARATTERISTICHE SENSORI DA INSTALLARE

#### 3.1. TRASDUTTORI DI SPOSTAMENTO

Consentono di misurare gli spostamenti nelle direzioni trasversali e longitudinali degli elementi strutturali oggetto di misurazione.

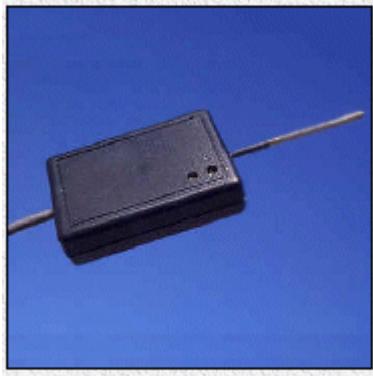


Figura 3.1 Trasduttore di spostamento (foto tipologica)

#### 3.2. SENSORI DI TEMPERATURA

Sensori di temperatura sono installati per monitorare gradienti di. Essi sono anche utili per verificare se le grandezze in gioco sono correlate con parametri ambientali. Sono installati in corrispondenza delle zone in ombra della struttura.



Figura 3.2 Sensore di temperatura (foto tipologica)

#### 3.3. PANNELLO SOLARE PER ALIMENTAZIONE

Il KIT composto da, un pannello fotovoltaico, una batteria tampone dimensionata per alimentare lo strumento per 3 giorni in assenza di alimentazione dal pannello solare, regolatore di carica e scarica (per proteggere la batteria dall'eccessiva carica e scarica). È fornito in un BOX con un grado di protezione IP65, con fissaggio a palo

progettazione ati:



Figura 3.3 Pannello solare di alimentazione (tipologica)

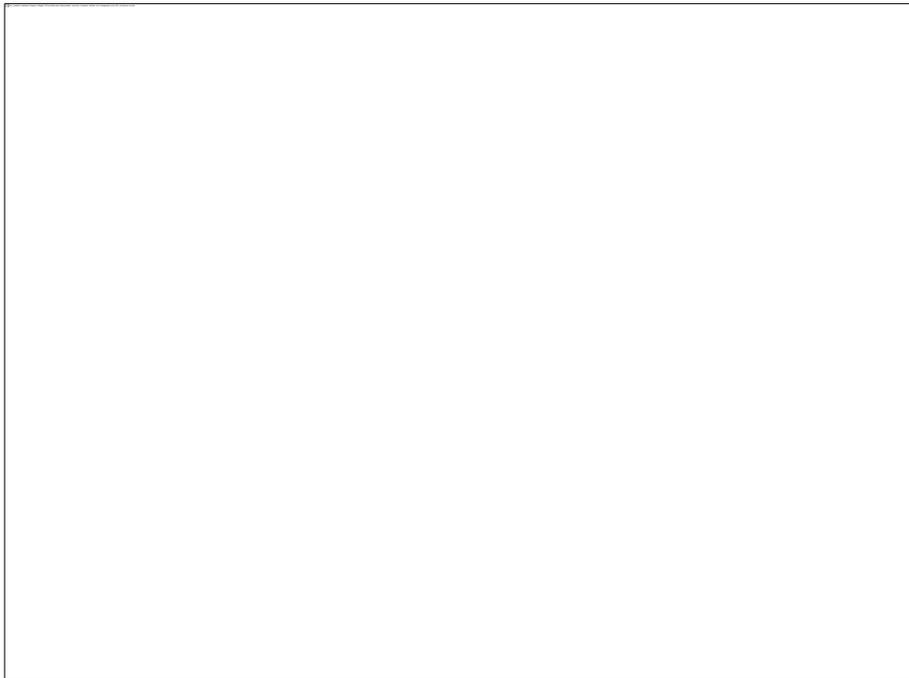
### 3.4. STAZIONE METEO

Composta da

La stazione meteorologica deve essere dotata dei seguenti strumenti di misurazione:

- Termometro per misurare la temperatura ambientale;
- barometro, utile a misurare la pressione atmosferica;
- igrometro, uno strumento indispensabile per quantificare il tasso d'umidità nell'aria;
- anemometro, adatto a misurare la velocità dei venti;
- banderuola, perfetta per verificare la direzione della corrente;
- pluviometro, capace di rilevare la quantità di pioggia caduta sulla superficie.

progettazione ati:



**Figura 3.4 Stazione meteo (tipologica)**

### **3.5. ESTENSIMETRI**

Gli estensimetri consentono di misurare le deformazioni all'interno degli elementi strutturali sui quali sono installati.

Si dovrà prevedere l'installazione degli estensimetri in considerazione della necessità di effettuare una serie di misure ante operam. In tale fase, nella quale le deformazioni possono essere nulle o, comunque limitate, verrà eseguita la misura di zero, dalla quale dipenderanno poi tutte le misure successive.

Lo strumento dovrà includere il sensore di temperatura e dovrà avere un campo di misura minimo pari a 3000  $\mu\epsilon$  e Precisione Totale pari almeno a  $\pm 0.5\%$  FS. Lo strumento dovrà essere fornito di cavo di segnale preassemblato in fabbrica secondo le lunghezze richieste. Il cavo di segnale non dovrà presentare giunture (es. moffole o altre saldature), ma dovrà partire direttamente dal sensore ed essere continuo ed integro per tutta la sua lunghezza.

La barretta estensimetrica è costituita da un elemento centrale in cui è collocato il sensore e al quale sono vincolati due braccetti disposti a  $180^\circ$  tra loro. Le parti terminali dei braccetti sono libere di muoversi lungo il loro asse (entro un certo range) e vengono vincolate alla struttura da monitorare in modo tale da seguirne le deformazioni (trazione o compressione). L'allungamento, o il raccorciamento, della barretta estensimetrica produce una variazione del segnale emesso dal sensore. Tale segnale verrà letto mediante una centralina portatile e, in seguito ad un'opportuna elaborazione, verrà trasformato in un valore di deformazione.

La barretta estensimetrica può lavorare indifferentemente sia a trazione che a compressione, inoltre la parte sensibilizzata è resinata al fine di preservare la funzionalità dello strumento nel caso di urti o immersione. Le barrette estensimetriche possono essere installate sia a saldare (ad esempio sulle centine o sulle armature di pali e diaframmi) che annegate in calcestruzzo.

progettazione ati:

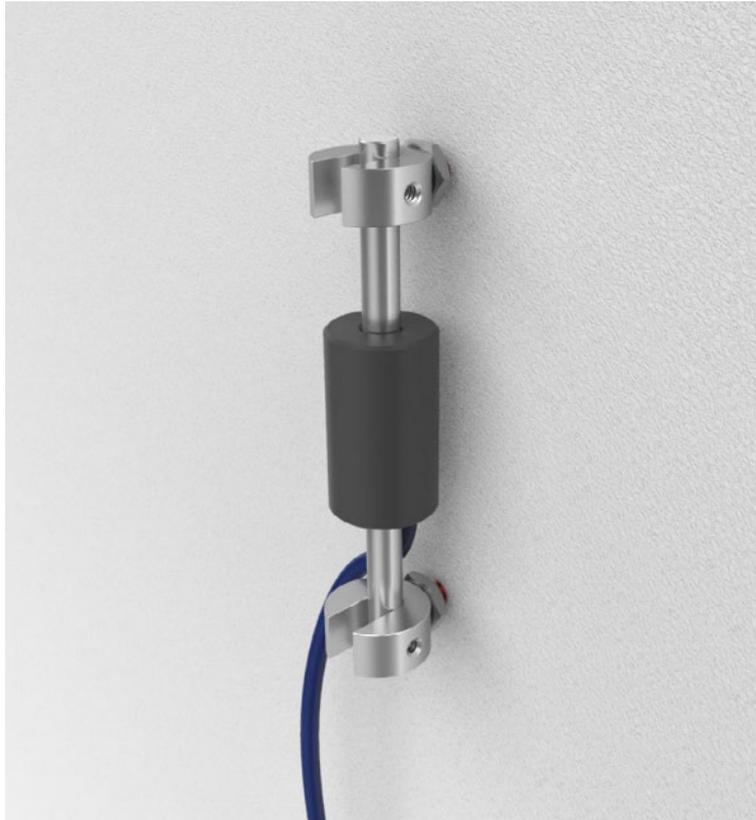


Figura 3.5 Barretta estensimetrica (foto tipologica)

Caratteristiche tecniche minime

- |                        |  |
|------------------------|--|
| – tipo di misura       | deformazione (trazione o compressione) |
| – tipo di sensore      | corda vibrante o resistivo             |
| – campo di misura      | $\geq 3000 \mu\epsilon$                |
| – precisione totale    | $\pm 0.5\% \text{ FS}$                 |
| – campo di temperatura | $- 20 / + 70 \text{ }^\circ\text{C}$   |

progettazione ati:

#### 4. **SINTESI SENSORI DA INSTALLARE**

Nella tabella sottostante si riportano in sintesi i sensori (tipologia e numero) da effettuare installare sull'opera:

OPERA VI01		LEGENDA	
STRUMENTO	QUANTITÀ TOT. <sup>(*)</sup>		Target riflettente (adesivo e/o bullonato)
MIRA OTTICA	4		Clinometro biassiale da parete
CLINOMETRO DA PARETE BIASSIALE	4		Barretta estensimetrica (vista laterale)
BARRETTA ESTENSIMETRICA (Pali di fondazione)	48		Barretta estensimetrica (vista frontale)
BARRETTA ESTENSIMETRICA (Impalcato)	24		Misuratore di giunto (vista laterale)
SENSORE TEMPERATURA	8		Misuratore di giunto (vista frontale)
MISURATORE DI GIUNTO	6		Sensore di temperatura
STAZIONE METEO	1		Stazione meteo (SM)
PANNELLO SOLARE	1		Datalogger statico (DS)
DATALOGGER STATICO	1		Pannello solare

**Figura 4.1 Tabella riassuntiva sensori (VI01)**

OPERA VI02	
STRUMENTO	QUANTITÀ TOT. <sup>(*)</sup>
MIRA OTTICA	2
CLINOMETRO DA PARETE BIASSIALE	2
BARRETTA ESTENSIMETRICA (Pali di fondazione)	24
BARRETTA ESTENSIMETRICA (Impalcato)	12
SENSORE TEMPERATURA	4
MISURATORE DI GIUNTO	2
PANNELLO SOLARE	1
DATALOGGER STATICO	1

**Figura 4.2 Tabella riassuntiva sensori (VI02)**

progettazione ati:

OPERA	GA01
STRUMENTO	QUANTITÀ TOT. <sup>(*)</sup>
MIRA OTTICA	48
CLINOMETRO DA PARETE BIASSIALE	12
BARRETTA ESTENSIMETRICA	34
SENSORE TEMPERATURA	15
STAZIONE METEO	1
PANNELLO SOLARE	1
DATALOGGER STATICO	1

**Figura 4.3 Tabella riassuntiva sensori (GA01)**

OPERA	VI03	VI06
STRUMENTO	QUANTITÀ TOT. <sup>(*)</sup>	
MIRA OTTICA	2	2
CLINOMETRO DA PARETE BIASSIALE	2	2
BARRETTA ESTENSIMETRICA (Pali di fondazione)	24	24
BARRETTA ESTENSIMETRICA (Impalcato)	6	5
SENSORE TEMPERATURA	3	3
MISURATORE DI GIUNTO	1	1
STAZIONE METEO	0	1
PANNELLO SOLARE	1	1
DATALOGGER STATICO	1	1

**Figura 4.4 Tabella riassuntiva sensori (VI03-VI06)**

progettazione ati:

OPERA	VI04	VI05
STRUMENTO	QUANTITÀ TOT. <sup>(*)</sup>	
MIRA OTTICA	2	2
CLINOMETRO DA PARETE BIASSIALE	2	2
BARRETTA ESTENSIMETRICA (Pali di fondazione)	24	24
BARRETTA ESTENSIMETRICA (Impalcato)	3	4
SENSORE TEMPERATURA	3	3
MISURATORE DI GIUNTO	1	1
PANNELLO SOLARE	1	1
DATALOGGER STATICO	1	1

**Figura 4.5 Tabella riassuntiva sensori (VI04-VI05)**

OPERA	ST01
STRUMENTO	QUANTITÀ TOT. <sup>(*)</sup>
MIRA OTTICA	-
CLINOMETRO DA PARETE BIASSIALE	-
BARRETTA ESTENSIMETRICA	8
SENSORE TEMPERATURA	-
STAZIONE METEO	-
PANNELLO SOLARE	1
DATALOGGER STATICO	1

**Figura 4.6 Tabella riassuntiva sensori (ST01)**

progettazione ati: