

Nuova S.S.125/133bis "Olbia-Palau"
Tratta Arzachena Nord – Palau,
Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 – 1° stralcio, fino a Palau.

PROGETTO DEFINITIVO

COD. CA366

PROGETTAZIONE: ATI VIA - SERING - VDP - BRENG

PROGETTISTA E RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:

Dott. Ing. Giovanni Piazza (Ord. Ing. Prov. Roma 27296)

RESPONSABILI D'AREA:

Responsabile Tracciato stradale: *Dott. Ing. Massimo Capasso (Ord. Ing. Prov. Roma 26031)*

Responsabile Strutture: *Dott. Ing. Giovanni Piazza (Ord. Ing. Prov. Roma 27296)*

Responsabile Idraulica, Geotecnica e Impianti: *Dott. Ing. Sergio Di Maio (Ord. Ing. Prov. Palermo 2872)*

Responsabile Ambiente: *Dott. Ing. Francesco Ventura (Ord. Ing. Prov. Roma 14660)*

GEOLOGO:

Dott. Geol. Enrico Curcuruto (Ord. Geo. Regione Sicilia 966)

COORDINATORE SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:

Dott. Ing. Matteo Di Girolamo (Ord. Ing. Prov. Roma A15138)

RESPONSABILE SIA:

Dott. Ing. Francesco Ventura (Ord. Ing. Prov. Roma 14660)

VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:

Dott. Ing. Francesco Ruggieri

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

MANDATARIA:

MANDANTI:




MONITORAGGIO GEOTECNICO-STRUTTURALE

PIANO DI MONITORAGGIO

RELAZIONE TECNICA




CODICE PROGETTO		NOME FILE		REVISIONE	SCALA:
PROGETTO	LIV. PROG. ANNO	CA366_T00GE00MOGRE01_A			
DPCA0366	D 22	CODICE ELAB.	T00GE00MOGRE01	A	-
D		-	-	-	-
C		-	-	-	-
B		-	-	-	-
A	EMISSIONE	MAGGIO 2024	E.SOLTANI	E.STRAMACCI	G.PIAZZA
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	<i>Piano di monitoraggio – Relazione tecnica</i>	

INDICE

1	PREMESSA	2
2	RIFERIMENTI TECNICI E NORMATIVI	2
	2.1 Normative, raccomandazioni e linee guida	2
3	INQUADRAMENTO DEL PROGETTO.....	2
4	INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO LOCALE	4
5	OBIETTIVI DEL MONITORAGGIO.....	5
	5.1 Sistema di controllo e monitoraggio	7
	5.2 Soglie di riferimento, condizioni di attenzione e di allarme.....	8
	5.3 Frequenza dei rilevamenti	9
	5.4 Durata stimata per le tre fasi ante operam, corso d’opera e post operam	9
6	MONITORAGGIO PREGRESSO.....	10
7	STRUMENTAZIONE MONITORAGGIO.....	15
8	SEZIONI TIPO MONITORAGGIO.....	21
	8.1 Viadotti, Cavalcavia e Cavalcaferrovia	21
	8.2 Rilevati, muri e paratie.....	25

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	<i>Piano di monitoraggio – Relazione tecnica</i>	

1 PREMESSA

In ottemperanza a quanto prescritto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni del 2018 (NTC-18), la progettazione e realizzazione di opere geotecniche deve avvalersi di adeguati piani di controllo e sistemi di monitoraggio in corso d'opera a supporto della fase di costruzione delle opere di progetto.

Il monitoraggio ha lo scopo di verificare la corrispondenza tra le ipotesi progettuali e i comportamenti osservati in corso d'opera e di monitorare, appunto, la funzionalità nel tempo non solo dei manufatti ma dell'intero sistema opera-terreno. A tal fine, è stata predisposta lungo tutta l'opera di progetto una rete strumentale volta alla misurazione di grandezze fisiche significative per la comprensione del comportamento dei terreni all'intorno dell'opera in costruzione e dell'opera stessa.

Nella presente relazione verrà quindi proposto un piano di monitoraggio per le opere del Progetto Definitivo che si inserisce nel più ampio progetto di miglioramento della S.S.125, S.S. 133 e S.S. 133bis nel tratto Olbia dall'innesto S.P. 16 per Golfo Aranci – Arzachena – Palau – Santa Teresa di Gallura.

2 RIFERIMENTI TECNICI E NORMATIVI


2.1 Normative, raccomandazioni e linee guida

- ✓ DM 17/01/2018. Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni
- ✓ Circolare 21/01/2019 n. 7 C.S.LL.PP. Istruzioni per l'applicazione dell'“Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni” di cui al DM 17/01/2018
- ✓ ANAS, IT.PRL.05.10 – Capitolato Speciale di Appalto - RILIEVI, INDAGINI E MONITORAGGIO
- ✓ Linee Guida ANAS sul Monitoraggio Geotecnico-Strutturale e Geomorfologico

3 INQUADRAMENTO DEL PROGETTO

Il progetto si articola in due tratte tra loro distinte e separate che, una volta realizzate, garantiranno la riconnessione, a Sud in corrispondenza di Arzachena e a Nord in corrispondenza di Palau, dell'intera variante alla SS125 alla rete stradale esistente. In particolare:

- La prima tratta (asse CA366_AP01) inizierà dalla rotatoria esistente in corrispondenza della Circonvallazione di Arzachena, che incrocia la S.S. 427, e terminerà in corrispondenza della nuova rotatoria prevista in asse alla SP115 (Rotatoria Arzachena Nord – ROT01). Il tracciato sarà tutto in variante rispetto a quello della SS125 esistente, poiché nel tratto interessato quest'ultima presenta una cospicua tortuosità ed acclività, cui si aggiungono problematiche di visibilità dovute ad alcune

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	Piano di monitoraggio – Relazione tecnica	

curve di raggio ridotto. Sono inoltre presenti numerosi accessi a fondi agricoli ai lati della strada, non sempre regolamentati o a distanza di sicurezza da curve ecc. La statale, inoltre, attraversa l'abitato di Arzachena, con situazioni tali da far assumere all'arteria le caratteristiche di una strada urbana.

- La seconda tratta (asse CA366_AP02) avrà inizio in corrispondenza della prevista nuova rotonda ubicata al km 351 della SS125 attuale (ROT02) e termine in corrispondenza della rotonda esistente per Palau. Essa sarà realizzata alternando tratti in variante (generalmente in affiancamento alla SS125 esistente) a tratti in adeguamento con limitate rettifiche di tracciato. La tratta è caratterizzata dalla presenza di numerosi accessi, che saranno regolamentati prevedendo viabilità complanari in destra e sinistra dell'asse principale, usufruendo ove possibile del sedime della SS125 esistente.

È previsto inoltre l'adeguamento di un breve tratto della Circonvallazione esistente in corrispondenza dell'abitato di Arzachena mediante una rettifica localizzata di tracciato per garantire migliori condizioni di sicurezza.

È prevista infine la realizzazione di tutta una serie di viabilità secondarie per riconnettere fondi agricoli, manufatti, abitazioni etc. alla rete di strade vicinali esistente, la cui fruibilità è stata compromessa dalla realizzazione della variante alla SS125. Alcune di queste, inoltre, svolgeranno anche la funzione di complanari, come già accennato.

Di seguito un riassunto dei dati di progetto per le due tratte, rimandando agli elaborati specifici per ogni più esaustiva descrizione.

DATI DI PROGETTO – ASSE CA366 AP01

Lunghezza tracciato L = 2518.71 m.

Piattaforma stradale Extraurbana secondaria tipo C1 ($60 \leq V_p \leq 100$ km/h);


Svincoli: n = 2 intersezioni a rotonda (ROT00 esistente e ROT01 già prevista in altro appalto)

Opere D'Arte Principali:

- Viadotti n°3 L_{tot} = 645.00 m
- Cavalcaferrovia n°1 L_{tot} = 12.50 m
- Cavalcavia n°1 L_{tot} = 20.00 m

Le opere d'arte principali sono le seguenti:

PONTI	Progressiva spalla A	Progressiva spalla B	Lunghezza (m)
VI01 - VIADOTTO ARZACHENA	0+440.70	0+700.70	260.00
VI02- VIADOTTO MAMELI	1+159.00	1+499.00	340.00
VI03 - VIADOTTO RIO PATRUALI	2+425.00	2+470.00	45.00
CAVALCAFERROVIA			Lunghezza
CV03	0+709.20	0+721.70	12.50
CAVALCAVIA			Lunghezza
CV01	2+025.67		20.00

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	<i>Piano di monitoraggio – Relazione tecnica</i>	

DATI DI PROGETTO – ASSE CA366 AP02

Lunghezza tracciato L = 3691.84 m.

Piattaforma stradale Extraurbana secondaria tipo C1 ($60 \leq V_P \leq 100$ km/h);

Svincoli: n = 3 intersezioni a rotatoria (ROT02 già prevista in altro appalto, ROT03 e rotatoria Palau esistente).

Opere D'Arte Principali:


- Viadotti n°3 L_{tot} = 220.00 m
- Cavalcavia n°1 L_{tot} = 20.00 m

Le opere d'arte principali sono le seguenti:

PONTI	Progressiva spalla A	Progressiva spalla B	Lunghezza (m)
VI04 - VIADOTTO SURRAU	0+106.00	0+246.00	140.00
VI05 - VIADOTTO LISCIA	1+994.00	2+034.00	40.00
VI06 - VIADOTTO MALTINEDDU	3+595.00	3+635.00	40.00
CAVALCAVIA			Lunghezza
CV02	0+740.00		20.00

4 INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO LOCALE

Si rimanda agli specifici elaborati per ogni esaustiva descrizione sui caratteri geologici, geomorfologici e idrogeologici dell'area riguardante le opere oggetto di studio.

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	<i>Piano di monitoraggio – Relazione tecnica</i>	

5 OBIETTIVI DEL MONITORAGGIO

Per Monitoraggio Geotecnico-Strutturale e Geomorfologico (GSG) si intende il controllo dello stato di salute del complesso opera-terreno, mediante misure ripetute nel tempo secondo una precisa frequenza e durata, attraverso idonea strumentazione adeguatamente distribuita.

Tale controllo avviene mediante la misura di grandezze fisiche significative quali: spostamenti, inclinazioni, deformazioni, pressioni, accelerazioni, temperature, ecc.

Il monitoraggio ha come scopo principale quello di ridurre il rischio associato al raggiungimento delle condizioni di collasso o alle limitazioni d'uso dell'opera. A tal riguardo la normativa italiana vigente sulle costruzioni (NTC 2018) impone l'adozione di un piano di monitoraggio dell'opera di progetto e dà indicazioni generali sugli scopi che il monitoraggio stesso deve avere: pertanto, essa impone che venga messo in atto un adeguato sistema di monitoraggio del complesso opera-terreno, prima, durante e dopo la costruzione del manufatto (ante, corso e post operam).

A valle di ciò è possibile affermare che il Monitoraggio GSG consente di:


- verificare la corrispondenza tra le ipotesi progettuali e i reali comportamenti del complesso opera-terreno;
- confermare la validità della soluzione progettuale adottata o, in caso contrario, di individuare la più idonea tra altre soluzioni possibili;
- controllare lo stato di salute nel tempo, delle opere e del contesto geologico/geomorfologico, consentendo di adottare le necessarie azioni a tutela delle persone e delle opere stesse.

Il monitoraggio geotecnico ha lo scopo di misurare nel tempo le variazioni di determinate grandezze fisiche mediante l'utilizzo di strumenti specifici, al fine di controllare l'evoluzione dello stato deformativo di una struttura, di un'opera o del contesto geologico e geomorfologico.

Tra gli obiettivi principali del monitoraggio vi è la determinazione di:

- tensioni, deformazioni e spostamenti nelle strutture in costruzione;
- tensioni, deformazioni e spostamenti delle strutture e dei manufatti esistenti;
- deformazioni del terreno, sia in superficie che in profondità;
- vibrazioni indotte durante la realizzazione delle opere di progetto;
- quota della falda.

Il monitoraggio geotecnico e geomorfologico è concepito affinché tutte le misure siano confrontate con la prima misura, detta "misura di zero". È rispetto a tale misura che, per comparazione, verranno valutate tutte le possibili variazioni delle grandezze misurate. È pertanto di fondamentale importanza che le misure di zero

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	<i>Piano di monitoraggio – Relazione tecnica</i>	

vengano effettuate, per quanto possibile, precedentemente all'inizio di qualsiasi fase lavorativa, in condizione quanto più possibile di quiete del sistema.

In caso di realizzazione di un'opera o di qualsiasi altra lavorazione per cui sia previsto il monitoraggio geotecnico, lo stesso dovrà essere pensato per essere attuato in fase ante operam, in corso d'opera e in fase post operam.

Il sistema di monitoraggio deve soddisfare i seguenti requisiti:


- completezza delle informazioni da acquisire, al fine di rappresentare qualitativamente e quantitativamente il comportamento tenso-deformativo delle opere e i risentimenti nell'intorno;
- affidabilità delle misure mediante procedure di controllo atte alla limitazione degli errori;
- ridondanza dei dati, prevedendo l'installazione di più strumenti dello stesso tipo o di diverse tipologie di strumenti, per verificare l'affidabilità delle misure;
- elevata precisione dei parametri da misurare;
- tempestività di trasmissione ed elaborazione dei dati, anche attraverso sistemi di automatizzazione e remotizzazione dei dati;
- tempestiva attivazione delle procedure di accertamento dei fenomeni al raggiungimento delle principali soglie di controllo.

In ultimo, il monitoraggio geotecnico consente di attivare tempestivamente tutte le azioni correttive e di sicurezza in caso di raggiungimento di condizioni di criticità.

Le modalità e la frequenza delle stazioni strumentate variano a seconda dell'opera da monitorare e sono dettagliate nei relativi elaborati grafici di progetto.

Ogni stazione di monitoraggio che includa strumenti di tipo elettronico ad acquisizione automatica delle letture dovrà essere corredata di datalogger con numero di canali opportuno a cui dovranno essere cablati gli strumenti elettronici della sezione strumentata.

Nei paragrafi che seguono vengono indicate le caratteristiche e le modalità esecutive del programma di monitoraggio predisposto.

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	<i>Piano di monitoraggio – Relazione tecnica</i>	

5.1 Sistema di controllo e monitoraggio

Il monitoraggio geotecnico in corso d'opera consente la verifica delle ipotesi progettuali di base e il controllo continuo dell'evoluzione temporale delle condizioni delle opere e dell'interazione opera-terreno.

Il monitoraggio **in corso d'opera** è finalizzato a valutare l'andamento dei parametri significativi, in relazione alle fasi costruttive, ai materiali scelti e alle geometrie in gioco.

Il monitoraggio **in fase di esercizio** ha invece come obiettivo principale quello di registrare le eventuali variazioni a lungo termine dei parametri chiave e quindi di permettere la valutazione delle cause che abbiano determinato tali variazioni.


La strumentazione posta in opera dovrà avere alcuni requisiti funzionali che andranno verificati, certificati e documentati anche quando l'evoluzione tecnologica metterà a disposizione materiali più sofisticati e dispositivi più perfezionati:

- campo di misura o fondo scala ("range");
- massimo campo di misura sopportato dello strumento ("over range");
- ripetitività delle misure;
- precisione;
- sensibilità;
- durabilità e/o affidabilità.

La strumentazione geotecnica prevista per il monitoraggio in corso d'opera è tale da consentire l'acquisizione dei parametri significativi sia per la verifica delle corrispondenze tra comportamento reale e comportamento ipotizzato, sia per l'eventuale attivazione di procedure di gestione del progetto (fasi esecutive, modalità di avanzamento) mirate ad evitare il manifestarsi di situazioni di pericolo.

Il monitoraggio in fase di esercizio si baserà su analoga strumentazione geotecnica ma necessariamente su sistemi centralizzati di acquisizione dati, posizioni remote, quadri sinottici riepilogativi dell'intero sistema e di sue parti, piuttosto che su sistemi di lettura o acquisizione manuale.

Nel monitoraggio in corso d'opera e in esercizio, la cadenza di esecuzione delle misure sarà differente, in generale più fitta in corrispondenza delle fasi costruttive e con obiettivi più a lungo termine per quanto riguarda il monitoraggio in fase di esercizio.

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	<i>Piano di monitoraggio – Relazione tecnica</i>	

5.2 Soglie di riferimento, condizioni di attenzione e di allarme

In sede di Progettazione Esecutiva per tutta la strumentazione da installare saranno definite le Soglie di Riferimento per il controllo delle misurazioni provenienti dal monitoraggio.


In particolare, saranno fissati due livelli di controllo, rappresentati dalle “soglie di attenzione” e dalle “soglie di allarme”, basate su aliquote rappresentative dei risultati progettuali previsti, frutto a loro volta delle analisi teoriche e dei dati di campo. Le soglie di attenzione sono associate a rischi ritenuti pressoché trascurabili; le procedure previste in questo senso saranno quindi volte a una conferma dei trend in diminuzione del rischio e non in un suo aumento. Le soglie di allarme sono legate a rischi maggiori, in questo caso le procedure prevedranno la messa in sicurezza, con possibilità, in ultima analisi, di fermo dei lavori:

- **Soglia di attenzione:** *valore fino a cui le operazioni procedono normalmente, la frequenza di osservazione dei parametri monitorati non viene variata, la velocità e le modalità di avanzamento delle attività non vengono variate. Superata la soglia di attenzione, l'appaltatore dovrà avvisare la DL.*
- **Soglia di allarme:** *valore per cui l'Appaltatore dovrà immediatamente informare la DL riferendo quali misure intenderà mettere in atto per arrestare l'evoluzione delle deformazioni. La frequenza dei rilievi dei parametri monitorati dovrà essere ulteriormente aumentata, con valutazione di eventuali azioni di carattere strutturale per la messa in sicurezza, e possibilità di interruzione delle lavorazioni sino all'identificazione delle cause che hanno determinato le evoluzioni osservate.*

Le soglie di riferimento sono, come detto, impostate sulla base dei risultati di progetto.

In funzione dell'avanzamento dei lavori, i valori potranno essere confermati, rivisti, adeguati al fine di rendere il sistema di controllo sempre utile agli scopi realizzativi, salvaguardando sicurezza, produzione e rispetto dei programmi.

Ciò premesso, il sistema integrato costituito da monitoraggio e controllo delle soglie, consentirà di attivare opportune procedure in funzione dei livelli raggiunti.

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	<i>Piano di monitoraggio – Relazione tecnica</i>	

5.3 Frequenza dei rilevamenti

Le “letture di zero” dei piezometri e degli inclinometri previsti in progetto saranno effettuate al momento dell’installazione che dovrà avvenire almeno 3 mesi prima dell’inizio delle lavorazioni. Le successive letture di piezometri e inclinometri avverranno secondo il seguente programma:

- 1 lettura al mese durante la fase ante operam;
- 1 lettura al mese in corso d’opera;
- 1 lettura ogni sei mesi, per un anno, dal termine dei lavori (post operam).


Per quanto riguarda le letture degli strumenti automatizzati è prevista 1 lettura al giorno.

Al termine del periodo di monitoraggio previsto, laddove si evidenziassero dati provenienti dal monitoraggio anomali o, tali da evidenziare quadri deformativi non pienamente stabilizzati, la Direzione Lavori, tempestivamente avvertita, potrà ordinare la prosecuzione del monitoraggio e/o l’incremento della frequenza di lettura.

5.4 Durata stimata per le tre fasi ante operam, corso d’opera e post operam

Per le tre fasi di monitoraggio ante operam, corso d’opera e post operam è stata effettuata una stima della durata prevista.

In particolare, per la fase **ante operam** si sono considerati **tre mesi** precedenti all’inizio delle lavorazioni per poter effettuare le letture di zero dei piezometri e degli inclinometri installati; per la fase in **corso d’opera** come da cronoprogramma dei lavori si è stimata una durata pari a **630 giorni**; infine, per la fase **post operam** si considera il monitoraggio per una durata pari ad **un anno dal termine dei lavori**.

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	<i>Piano di monitoraggio – Relazione tecnica</i>	

6 MONITORAGGIO PREGRESSO

Di seguito si fornisce una sintetica descrizione riguardo al monitoraggio pregresso, in particolare si fa riferimento al periodo di installazione dei piezometri, sull'ubicazione degli stessi e sulle misure raccolte, rimandando agli specifici elaborati per ogni più esaustiva trattazione.

Nell'ambito dei "Servizi di indagini geognostiche e caratterizzazione ambientale per la progettazione definitiva dell'intervento "Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau. Tratta Arzachena Nord- Palau, dallo svincolo di Arzachena Nord al km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio" – CA366" la scrivente Sidercem s.r.l., Istituto di Ricerca e Sperimentazione, su incarico di ANAS S.p.A, ha eseguito una campagna di indagini del sottosuolo, che ha comportato l'esecuzione di:

- Attività in Sito, consistite in indagini dirette con sondaggi verticali a carotaggio continuo e a distruzione di nucleo, prelievo di campioni, esecuzione di prove permeabilità e prove dilatometriche; prove geofisiche di tipo MASW, Down-hole e prospezioni di sismica a rifrazione con elaborazione tomografica; scavo di pozzetti esplorativi con prelievo di campioni ambientali, prove di carico su piastra, analisi chimiche sui campioni d'acqua;
- Attività in Laboratorio, consistite in analisi sui campioni prelevati in situ in sondaggi a carotaggio continuo e pozzetti esplorativi.

Conformemente al piano d'indagine fornito dalla Committenza, sono state eseguite le indagini delle quali si riporta il riepilogo e le ubicazioni.

CA366

Piano di monitoraggio – Relazione tecnica

ID Sondaggio	Tipologia Carotaggio	Prof. Carotaggio [m]	Prof. Rivestimento [m]	Cassette N°	Campioni Lapideti N°	Campioni Rimaneggiati N°	Campioni Ambientali N°	Prove SPT N°	Prove Lefranc N°	Prove Lugeon N°	Prove dilatometriche Nà	Strumentazione Installata	Prof. Strumentazione [m]
S01_PZ	CC	22.00	22.00	5	3	2	0	2	1	1	1	PZ	22.00
S03_DH	CC	30.00	30.00	6	3	1	0	1	0	0	0	DH	30.00
S06_DH	CC	15.00	15.00	3	3	1	0	1	0	0	0	DH	15.00
S07_PZ	CC	15.00	15.00	3	3	0	0	0	0	0	0	PZ	15.00
S08_PZ	CC	30.00	30.00	6	3	2	0	2	0	0	0	PZ	30.00
S09_PZ	CC	30.00	30.00	6	6	2	0	2	0	0	0	PZ	30.00
S10_DH	CC	30.00	30.00	6	6	2	0	2	0	0	0	DH	30.00
S11_PZ	CC	20.00	20.00	4	3	2	0	2	1	1	0	PZ	20.00
S12_DH	CC	25.00	25.00	5	3	2	0	2	0	0	0	DH	25.00
S13_PZ	CC	30.00	30.00	6	3	3	0	2	0	0	0	PZ	30.00
S14_DH	CC	19.00	19.00	4	3	2	0	1	0	0	0	PZ	19.00
S15_PZ	CC	30.00	30.00	6	2	5	0	6	0	0	0	PZ	30.00
S16_PZ	CC	30.00	30.00	6	3	3	0	4	0	0	0	PZ	30.00
S17_DH	CC	22.00	22.00	5	3	2	0	2	0	0	0	DH	30.00
S18_DH	CC	30.00	30.00	6	3	4	0	2	0	0	0	DH	30.00
S19_PZ	CC	25.00	25.00	5	4	1	0	1	0	0	1	PZ	25.00
S21_PZ	CC	30.00	30.00	6	3	3	0	0	0	0	0	PZ	30.00
S22_PZ	CC	25.00	25.00	5	4	1	0	2	1	1	0	PZ	25.00
S23_PZ	CC	30.00	30.00	6	4	2	0	1	0	0	0	PZ	30.00

Tabella 6-1: Schema riassuntivo indagini geognostiche in situ – sondaggi geognostici



Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	Piano di monitoraggio – Relazione tecnica	



Figura 6-1: Ubicazione indagini – Sondaggi geognostici (1/2)



Figura 6-2: Ubicazione indagini – Sondaggi geognostici (2/2)

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau		
Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau.		
Progetto Definitivo		
CA366	<i>Piano di monitoraggio – Relazione tecnica</i>	

Di seguito si riportano le quote di soggiacenza della falda evinte dalle stratigrafie riportate in allegato alle relazione "Documentazioni indagini geognostiche, geofisiche, prove di laboratorio e indagini ambientali".

– S01_PZ:

- Data: 25-26/09/2023
- Coordinate: 531942.63 m E - 4546541.84 m N 32 T
- Quota: 37.79 m.s.l.m.
- Perforazione: Carotaggio Continuo

Installato piezometro a tubo aperto 3" tipo Norton (cieco da 0,00 a -3,00 m da p.c., fessurato da -3,00 m a -22,00 m da p.c.) con pozzetto di protezione in elevazione. Livello di falda rinvenuto a -0,80 m da p.c.

– S07_PZ

- Data: 07-08/09/2023
- Coordinate: 530693.25 m E - 4547517.70 m N 32 T
- Quota: 64.58 m.s.l.m.
- Perforazione: Carotaggio Continuo

Installato piezometro a tubo aperto 3" tipo Norton (cieco da 0,00 a -3,00 m da p.c., fessurato da -3,00 m a -15,00 m da p.c.) con pozzetto di protezione in elevazione. Livello di falda rinvenuto a -0,60 m da p.c.

– S08_PZ

- Data: 11-12/09/2023
- Coordinate: 530617.68 m E - 4547890.35 m N 32 T
- Quota: 72.09 m.s.l.m.
- Perforazione: Carotaggio Continuo

Installato piezometro a tubo aperto 3" tipo Norton (cieco da 0,00 a -3,00 m da p.c., fessurato da -3,00 m a -30,00 m da p.c.) con pozzetto di protezione in elevazione. Livello di falda rinvenuto a -3,70 m da p.c.

– S11_PZ

- Data: 2-13/10/2023
- Coordinate: 530938.91 m E - 4554740.09 m N 32 T
- Quota: 40.88 m.s.l.m.
- Perforazione: Carotaggio Continuo

Installato piezometro da 3 pollici (-0.0 a -3.0 m cieco, da -3.0 a -20.0 m fessurato) con pozzetto di protezione in elevazione. Livello della falda rinvenuto a -2,60 m da p.c.

– S13_PZ


- Data: 15-18/09/2023
- Coordinate: 531058.29 m E - 4555556.13 m N 32 T
- Quota: 39.25 m.s.l.m.
- Perforazione: Carotaggio Continuo

Installato piezometro a tubo aperto 3" tipo Norton (cieco da 0,00 a -3,00 m da p.c., fessurato da -3,00 m a -30,00 m da p.c.) con pozzetto di protezione in elevazione. Livello di falda rinvenuto a -7,50 m da p.c.

– S15_PZ

- Data: 23-24/09/2023
- Coordinate: 531062.36 m E - 4555099.55 m N 32 T
- Quota: 36.55 m.s.l.m.
- Perforazione: Carotaggio Continuo

Installato piezometro a tubo aperto 3" tipo Norton (cieco da 0,00 a -3,00 m da p.c., fessurato da -3,00 m a -30,00 m da p.c.) con pozzetto di protezione in elevazione. Livello di falda rinvenuto a -3,50 m da p.c.

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	<i>Piano di monitoraggio – Relazione tecnica</i>	

- S16_PZ

- o Data: 19/09/2023
- o Coordinate: 531162.76 m E - 4555912.71 m N 32 T
- o Quota: 35.29 m.s.l.m.
- o Perforazione: Carotaggio Continuo

Installato piezometro a tubo aperto 3" tipo Norton (cieco da 0,00 a -3,00 m da p.c., fessurato da -3,00 m a -30,00 m da p.c.) con pozzetto di protezione in elevazione. Livello di falda rinvenuto a -6,40 m da p.c.

- S19_PZ

- o Data: 23-24/09/2023
- o Coordinate: 531052.62 m E - 4556865.04 m N 32 T
- o Quota: 16.35 m.s.l.m.
- o Perforazione: Carotaggio Continuo

Installato piezometro a tubo aperto 3" tipo Norton (cieco da 0,00 a -3,00 m da p.c., fessurato da -3,00 m a -25,00 m da p.c.) con pozzetto di protezione in elevazione. Livello di falda rinvenuto a -5,35 m da p.c.

- S21_PZ


- o Data: 05-06/10/2023
- o Coordinate: 531082.54 m E - 4557411.56 m N 32 T
- o Quota: 10.82 m.s.l.m.
- o Perforazione: Carotaggio Continuo

Installato piezometro a tubo aperto 3" tipo Norton (cieco da 0,00 a -3,00 m da p.c., fessurato da -3,00 m a -30,00 m da p.c.) con pozzetto di protezione in elevazione. Livello di falda rinvenuto a -4,52 m da p.c.

- S22_PZ

- o Data: 29-30/09/2023
- o Coordinate: 530985.73 m E - 4557800.85 m N 32 T
- o Quota: 8.09 m.s.l.m.
- o Perforazione: Carotaggio Continuo

Installato piezometro a tubo aperto 3" tipo Norton (cieco da 0,00 a -3,00 m da p.c., fessurato da -3,00 m a -25,00 m da p.c.) con pozzetto di protezione in elevazione. Livello di falda rinvenuto a -3,20 m da p.c.

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	<i>Piano di monitoraggio – Relazione tecnica</i>	


7 STRUMENTAZIONE MONITORAGGIO

Di seguito vengono riportate le tipologie degli strumenti previsti per il monitoraggio di viadotti, cavalcavia, cavalcaferrovia, rilevati, muri e paratie.

Barrette estensimetriche utilizzate per misurare le deformazioni, e quindi definire gli stati tensionali, all'interno di strutture definitive e provvisorie. 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° 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.

Sensori di temperatura utilizzati per misurare la variazione di temperatura delle strutture in contesti in cui siano previste forti escursioni termiche. I termometri sono utilizzati per misurare la temperatura all'interno delle strutture. Sono installati o mediante realizzazione di un foro nella struttura e successivo riempimento con resina bicomponente (o similare), o direttamente annegati nel calcestruzzo. L'applicazione dei sensori di temperatura è necessaria in contesti in cui siano previste forti escursioni termiche o in associazione ad altri strumenti non dotati di sensore di temperatura. Tramite le misure di temperatura è così possibile compensare eventuali errori legati alla temperatura di altri strumenti di monitoraggio. I sensori di temperatura sono realizzati principalmente con tecnologia a termistori o a termoresistenza (ma ne esistono anche con tecnologia a corda vibrante). Il sensore vero e proprio è contenuto all'interno di un corpo cilindrico in acciaio inox e collegato ad un cavo di segnale. La tecnologia a termistori è basata sull'utilizzo di resistori sensibili alla temperatura (rame o platino) in grado di mutare la propria resistenza elettrica in funzione della temperatura. La tecnologia a termoresistenza è basata, invece, sul principio della variazione della temperatura entro 2 metalli diversi. Il modello più diffuso è il PT100 che utilizza un filo di platino. Il segnale emesso viene trasmesso mediante un cavo di segnale e letto mediante una centralina portatile o un Datalogger.


Fessurimetri e misuratori di giunto utilizzati per misurare il movimento relativo tra due lembi di una fessura o tra due elementi strutturali posti ad una certa distanza tra loro. Tali strumenti trovano generalmente il loro impiego nella misura di movimenti che avvengono prevalentemente lungo una direzione. I fessurimetri manuali vengono installati a cavallo di lesioni o giunti di strutture in calcestruzzo o in muratura (o di pareti

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	<i>Piano di monitoraggio – Relazione tecnica</i>	

rocciose) e sono utilizzati per misurare l'entità degli spostamenti prodotti dall'insorgere di problematiche quali cedimenti o stati deformativi. I fessurimetri a piastra sono formati da due piccole lastre di resina acrilica sovrapposte. Le due piastre sono mobili tra loro ma vincolate ognuna sulla rispettiva porzione della struttura a ridosso della lesione da monitorare. Sulla piastra superiore è inciso un crocefilo mentre su quella inferiore è inciso un reticolo millimetrato. L'eventuale spostamento dei due lembi della fessura si riflette nel movimento relativo tra le due piastre. È così possibile leggere l'entità di questo spostamento direttamente sul reticolo millimetrato del fessurimetro. I fessurimetri a piastra manuali possono essere sia di tipo piano che angolare (per misure di porzioni perpendicolari tra loro come, ad esempio, gli angoli).

Clinometri da parete utilizzati per la misura di inclinazione di opere civili e pareti rocciose. Tali strumenti permettono di registrare le variazioni angolari delle strutture fornendo utili indicazioni riguardanti i movimenti rotazionali delle stesse. La misura può essere sia di tipo puntuale (mediante l'utilizzo dei clinometri o delle piastre clinometriche) che relativa ad una porzione della struttura (utilizzando dei clinometri a barra). Il clinometro fisso da parete permette di valutare i movimenti della struttura a cui è vincolato mediante misure di variazione angolare. Lo strumento è di tipo biassiale consentendo così di individuare non solo l'entità ma anche la direzione degli eventuali spostamenti. Lo strumento utilizza un sensore biassiale di tipo servoaccelerometrico o MEMS. Tali tecnologie consentono di registrare anche minime variazioni di inclinazione delle strutture su cui viene posto in opera. Il segnale viene trasmesso tramite un cavo alla centralina di misura, e i dati vengono elaborati mediante fogli di calcolo e trasformati in valori angolari. Il clinometro fisso da parete è montato su una apposita piastra che viene fissata al punto della struttura da monitorare. Tale punto di installazione è generalmente verticale; è tuttavia possibile installare i clinometri anche orizzontalmente, assicurandosi però che il prodotto sia compatibile a tale posizionamento. Più strumenti, installati sulla stessa struttura, possono misurare tutte le eventuali inclinazioni, in termini di entità e direzione, che l'opera potrebbe subire. In aggiunta al sensore deputato alla misura angolare, i clinometri da parete possono essere dotati di sensore di temperatura. La misura della temperatura permette di valutare eventuali derive termiche dello strumento.


L'**assestimetro a piastra** è uno strumento che ha lo scopo di misurare il cedimento del piano di fondazione di un rilevato stradale o ferroviario, o di qualunque altro terreno di fondazione in cui viene installato. Gli assestimetri a piastra vengono solitamente installati all'interno di rilevati in terra allo scopo di misurare i cambiamenti relativi di quota fra il riferimento di superficie e l'ancoraggio profondo. Questo tipo di assestimetri si basa su un principio di funzionamento molto semplice: un'asta di acciaio viene inserita all'interno di una guaina corrugata in materiale plastico per svincolarla dall'attrito del terreno. La parte terminale dell'asta viene resa solidale al rilevato mediante una piastra. In superficie la testa dell'asta è soggetta a cedimenti della stessa entità di quelli dello strato profondo in cui l'asta è ancorata. Con questo tipo di assestimetro si possono eseguire solo misure manuali tramite livellazioni topografiche della borchia posta sulla sommità dell'asta di misura.

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		 GRUPPO FS ITALIANE
CA366	<i>Piano di monitoraggio – Relazione tecnica</i>	

L'installazione di **capisaldi topografici** permette di controllare gli spostamenti verticali dei punti di applicazione e, di conseguenza, le eventuali distorsioni relative ad un determinato allineamento di capisaldi. Tipicamente vengono installati sul piano campagna, ma anche su strutture, edifici, fabbricati. I capisaldi sono costituiti da particolari chiodi o borchie saldate a barre ad aderenza migliorata, che vengono solidarizzati al terreno mediante basamenti in cemento o ancorati alle strutture mediante perforazione con trapano e successiva cementazione (o ad espansione).

L'installazione dei **target riflettenti** permette di controllare gli spostamenti nelle tre direzioni dei punti di applicazione. Tipicamente vengono installati su strutture esistenti o in fase di realizzazione (in particolare in gallerie). In ambito di monitoraggio delle gallerie, l'uso dei target è adatto sia per effettuare misure di convergenza del cavo che per misure di estrusione del fronte durante le operazioni di scavo. Il target è costituito da una piastra catarifrangente sulla quale è stampato un reticolo con crocefilo e può essere di tipo adesivo o montato su un apposito supporto orientabile che sarà ancorato alla struttura da monitorare.

I piezometri sono strumenti che consentono la misura delle pressioni neutre in sito e, congiuntamente, il rilievo della quota piezometrica delle falde acquifere. Mediante le misure piezometriche è quindi possibile individuare e definire gli acquiferi presenti nei terreni attraversati e, mediante successive misure, tenere sotto controllo le oscillazioni della falda. L'impiego dei **piezometri elettrici** è adatto a terreni con permeabilità bassa ($k < 10^{-8}$ m/sec). Il tempo di risposta delle variazioni piezometriche rilevabili con piezometri elettrici, in questi tipi di terreni, è relativamente breve. I piezometri elettrici sono generalmente costituiti da un corpo cilindrico in acciaio inossidabile contenente il sensore di misura, e da un filtro, realizzato in acciaio sinterizzato o ceramica o plastica. Al corpo cilindrico è poi connesso uno specifico cavo elettrico necessario per effettuare le misure mediante apposita centralina. I piezometri elettrici possono avere un sensore di tipo piezo-resistivo o a corda vibrante. A seconda del tipo di sensore con cui il piezometro elettrico è costituito, si avranno diversi parametri di fondo scala, accuratezza e durabilità dello strumento. In entrambi i casi, comunque, il principio che ne regola il funzionamento è legato essenzialmente al seguente principio: il diaframma contenuto nel corpo cilindrico, vicino al filtro, si inflette per effetto della pressione dell'acqua, e lo spostamento del diaframma è proporzionale alla pressione applicata dall'acqua. Quello che cambia è il sistema di misura della pressione. Prima dell'installazione vera e propria, lo strumento viene inserito, dopo aver disareato e saturato il filtro, in un apposito sacchetto in TNT riempito di sabbia e tenuto immerso in un contenitore di acqua pulita fino al momento dell'installazione. Lo strumento viene poi calato all'interno del foro di sondaggio e la sua posizione dipenderà dalla profondità alla quale è localizzata la falda. Il piezometro elettrico, per non essere soggetto a malfunzionamenti, nella fase di esercizio dovrà sempre essere immerso in acqua. Per tale motivo ci si dovrà assicurare che ci sia un adeguato battente d'acqua al di sopra dello strumento, una volta installato (al fine di mettere al riparo lo strumento da possibili oscillazioni della falda). La misura del livello dell'acqua viene eseguita attraverso apposite centraline di misura. L'installazione degli strumenti dovrà essere realizzata nella posizione di progetto. Eventuali variazioni, dovute alla singolarità di alcuni casi, dovranno comunque essere concordate con ANAS. L'Affidatario è tenuto ad eseguire a suo


Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	<i>Piano di monitoraggio – Relazione tecnica</i>	

esclusivo onere e spesa tutte le opere sostitutive e/o complementari che a giudizio della DL o DEC, sentito il Progettista, si rendessero necessarie per garantire piena funzionalità degli strumenti in caso di esecuzione non conforme alle tolleranze stabilite. L'Affidatario dovrà informare il DEC o DL riguardo al modello che intende utilizzare, specificandone le caratteristiche tecniche. Le modalità di installazione saranno conformi a quanto indicato dal costruttore per il modello prescelto e comunicata alla DL.

Le celle di carico e le celle di pressione sono utilizzate per misurare il carico esercitato sugli elementi di una struttura. Il loro utilizzo è utile per definire le pressioni esercitate in ambito di opere sia provvisorie che definitive. La **cella di carico** per tiranti presenta una forma **toroidale** ed è progettata per il controllo della fase di tesatura di tiranti e del loro rilascio tensionale in fase di esercizio. Le celle di carico per tiranti possono essere sia di tipo elettrico che di tipo idraulico. Nel primo caso sono costituite da un corpo in acciaio di forma toroidale sensibilizzato con estensimetri di tipo resistivo, secondo una particolare configurazione (griglia estensimetrica), tale da consentire la misura delle deformazioni a cui la cella è sottoposta. La griglia è configurata in modo da poter conservare la piena funzionalità dello strumento in caso di urti o d'immersione. La cella viene installata tra due piastre di distribuzione del carico a bassa deformabilità ed il segnale elettrico, trasmesso dai sensori, viene misurato mediante una centralina portatile o un Datalogger fisso. Mediante appositi software o fogli di calcolo la misura registrata viene poi trasformata in un valore di carico agente. Le celle di tipo idraulico presentano, invece, al loro interno una camera saturata sottovuoto con olio disareato. La pressione esercitata sulla camera viene trasferita direttamente su un manometro installato in corrispondenza della cella stessa (in tal caso le letture si fanno leggendo direttamente il valore riportato sul manometro). In alternativa la camera interna può essere collegata ad un trasduttore di pressione elettrico che trasforma ogni variazione di pressione in una variazione di segnale elettrico (in tal caso la lettura verrà effettuata con un'apposita centralina di misura). Le celle di carico si differenziano in base alla loro dimensione ed al carico a cui possono essere sottoposte.

Nell'ambito del monitoraggio geotecnico e geomorfologico è necessario prevedere non solo la strumentazione di monitoraggio in senso stretto, ma anche tutta una serie di strumenti e componenti che sono fondamentali per la realizzazione ed il mantenimento della stessa rete di monitoraggio. Tale strumentazione di supporto è costituita da tutta una serie di sensori (come, ad esempio, le Stazioni Meteorologiche), o di apparati di alimentazione (come i pannelli fotovoltaici), ma anche di semplici componenti di ricambio (cavi multipolari, tubi idraulici, ecc.).

La **stazione meteorologica** è di primaria importanza, soprattutto nell'ambito dei monitoraggi di fenomeni franosi, al fine di correlare le eventuali evoluzioni dei movimenti con gli eventi meteorologici. È ad esempio importante capire se e come un'intensa precipitazione possa influire sulla riattivazione di un fenomeno franoso. In generale le stazioni di misura devono essere collocate in luoghi aperti, su terreno pianeggiante, lontano da edifici, alberature od ostacoli in grado di interferire con le misurazioni e in siti rappresentativi del territorio circostante (evitando, per quanto possibile, installazioni su tetti, terrazzi di edifici e scarpate). Il vento, in particolare, è in grado di alterare anche pesantemente le misure pluviometriche, soprattutto nel

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	<i>Piano di monitoraggio – Relazione tecnica</i>	

caso di precipitazioni nevose. Per tale motivo, nelle installazioni andrebbero evitate posizioni particolarmente esposte al vento. Inoltre, in dipendenza dalla quota s.l.m. dell'area di lavoro, la strumentazione deve essere dotata di adeguato sistema per il controllo della precipitazione nevosa. Al fine di garantire la stabilità della Stazione Meteo, per tutta la durata della campagna di monitoraggio, la stessa dovrà essere posizionata su un una solida base di appoggio. Qualora non fosse disponibile in sito una base di appoggio che garantisca la stabilità del sistema, dovrà essere realizzato un basamento fisso di dimensioni adeguate. I dati registrati dalle stazioni meteo vengono acquisite mediante Datalogger fissi e trasmesse ad un apposito server.


L'utilizzo di **pannelli solari** si rende necessario per alimentare i dispositivi di monitoraggio laddove non sia presente un accesso diretto ad altre forme di alimentazione o dove cablare dei cavi di alimentazione diventi problematico.

Nell'ambito del monitoraggio geotecnico, le misure dei vari strumenti possono essere effettuate in due modalità:


- Misure manuali;
- Misure automatiche.

Le misure manuali si effettuano direttamente sul posto utilizzando lo strumento di acquisizione più idoneo (centraline portatili, sonde, comparatori, freatimetri, ecc.). Le misure automatiche si effettuano, invece, mediante apposite Unità di Acquisizione Dati (UAD) o Dataloggers. Tali unità vengono solitamente installate in un punto sicuro e al riparo da eventuali interferenze e sono deputate all'acquisizione dei dati dei vari strumenti di monitoraggio mediante collegamenti diretti con cavi multipolari o mediante trasmissione wireless.

I **Dataloggers** sono delle Unità Acquisizione Dati deputate, in un sistema di centralizzazione della rete di monitoraggio, al ricevimento e alla trasmissione dei dati verso un Server dedicato. Il collegamento con i vari strumenti di monitoraggio avviene mediante cavi multipolari aventi specifiche caratteristiche qualitative. I Datalogger sono composti da una struttura ad armadietto o a scatola, montata su un adeguato telaio di supporto ed alimentata direttamente alla rete elettrica o tramite pannelli solari dedicati. All'interno dell'armadietto è presente una serie di componenti quali: schede di acquisizione dati/centralizzazione, cavi di collegamento e di alimentazione, connettori, antenna, modulo e sistema trasmissione dati GSM/GPRS, ecc. I Dataloggers possono contenere una o più schede di acquisizione dette multiplexer (o MUX). Ogni MUX è composto da un numero variabile di canali (generalmente sino ad un massimo di 32 canali). Il numero di canali che saranno occupati è dipendente dal numero e dal tipo di strumenti collegati. Alcuni strumenti trasmettono il segnale tramite 2 coppie di cavi (cavo multipolare a 2 coppie), altri tramite 3 coppie, ecc. Quindi, a seconda dei casi, ogni strumento potrà occupare uno, due o più canali del MUX. Per aumentare la capacità del Datalogger di acquisire un numero più elevato di strumenti basterà aumentare al suo interno il numero di Schede Multiplexer (generalmente massimo 6). I Datalogger verranno pertanto suddivisi in base

<p>Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau</p> <p>Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau.</p> <p>Progetto Definitivo</p>		
<p>CA366</p>	<p><i>Piano di monitoraggio – Relazione tecnica</i></p>	

alla loro “capacità” di leggere un determinato numero di strumenti. Tale “capacità” è espressa dal numero totale di canali presenti sul singolo Datalogger.

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA366	<i>Piano di monitoraggio – Relazione tecnica</i>	

8 SEZIONI TIPO MONITORAGGIO

Di seguito vengono riportate le sezioni tipo con la disposizione e le quantità degli strumenti previsti per i viadotti, i cavalcavia, il cavalcaferrovia, i rilevati, i muri e le paratie.

8.1 Viadotti, Cavalcavia e Cavalcaferrovia

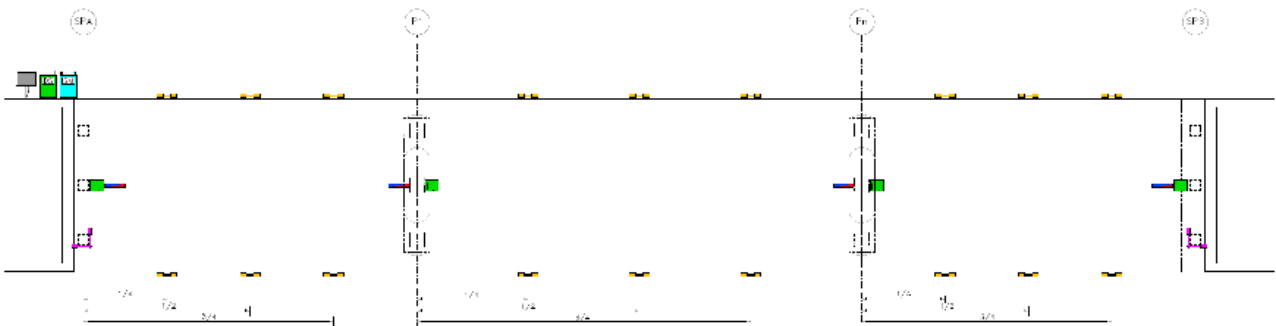


Figura 8-1 Schema soletta impalcato posizionamento strumentazione viadotti

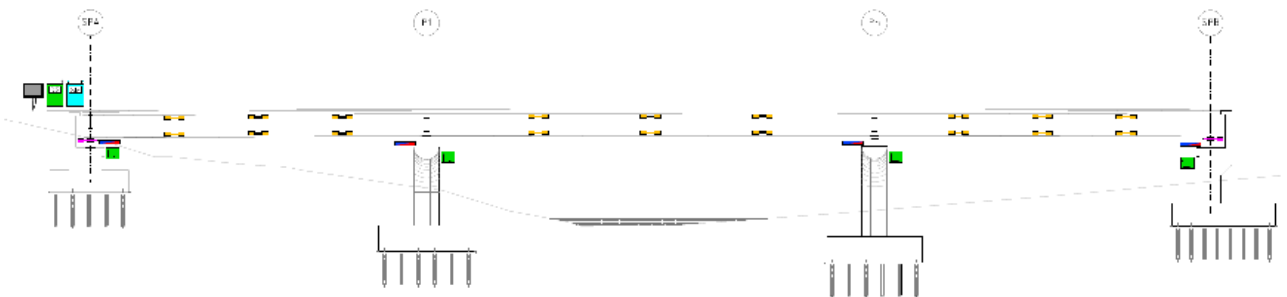


Figura 8-2 Schema profilo impalcato posizionamento strumentazione viadotti

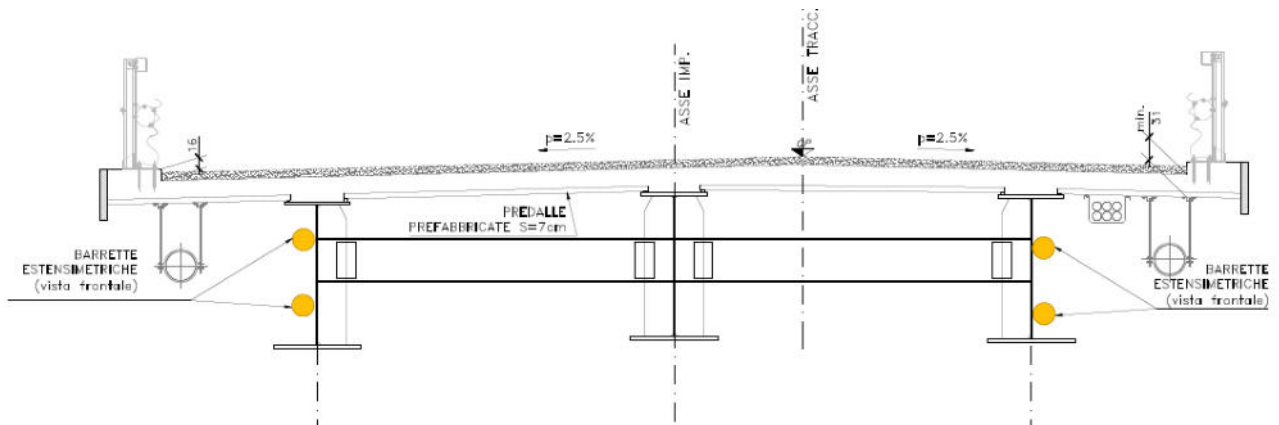


Figura 8-3 Sezione tipo impalcato posizionamento strumentazione viadotti

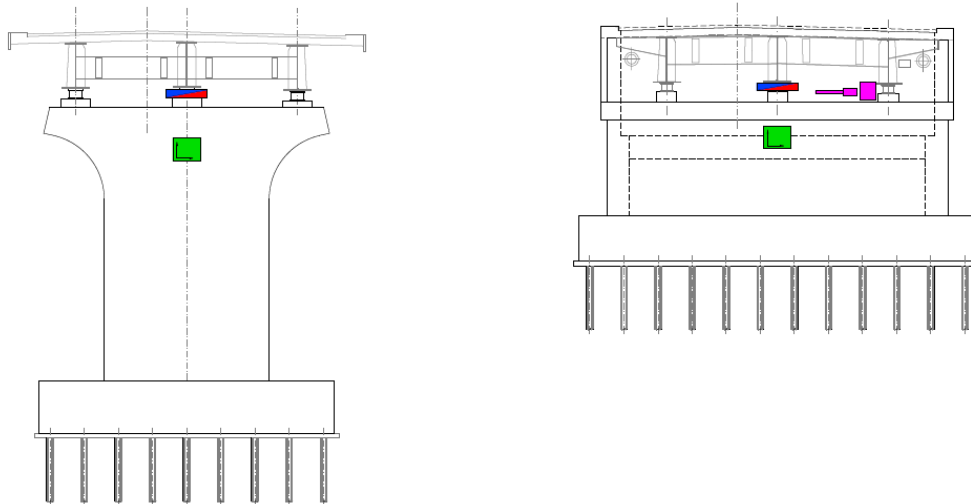


Figura 8-4 Schema posizionamento strumentazioni pila viadotti (sx) e spalla (dx) viadotti

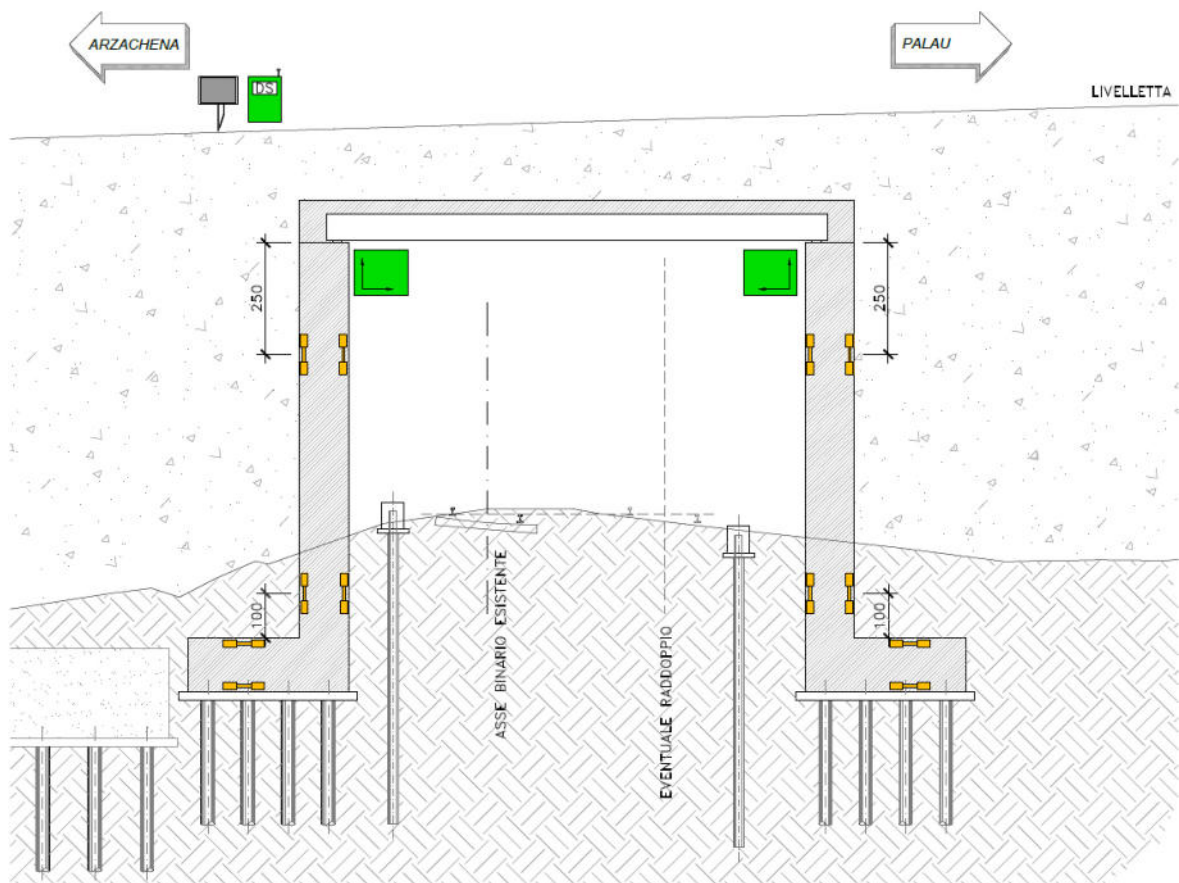



Figura 8-5 Schema posizionamento strumentazioni cavalcavia e cavalferrovia – Sezione MG01

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	<i>Piano di monitoraggio – Relazione tecnica</i>	

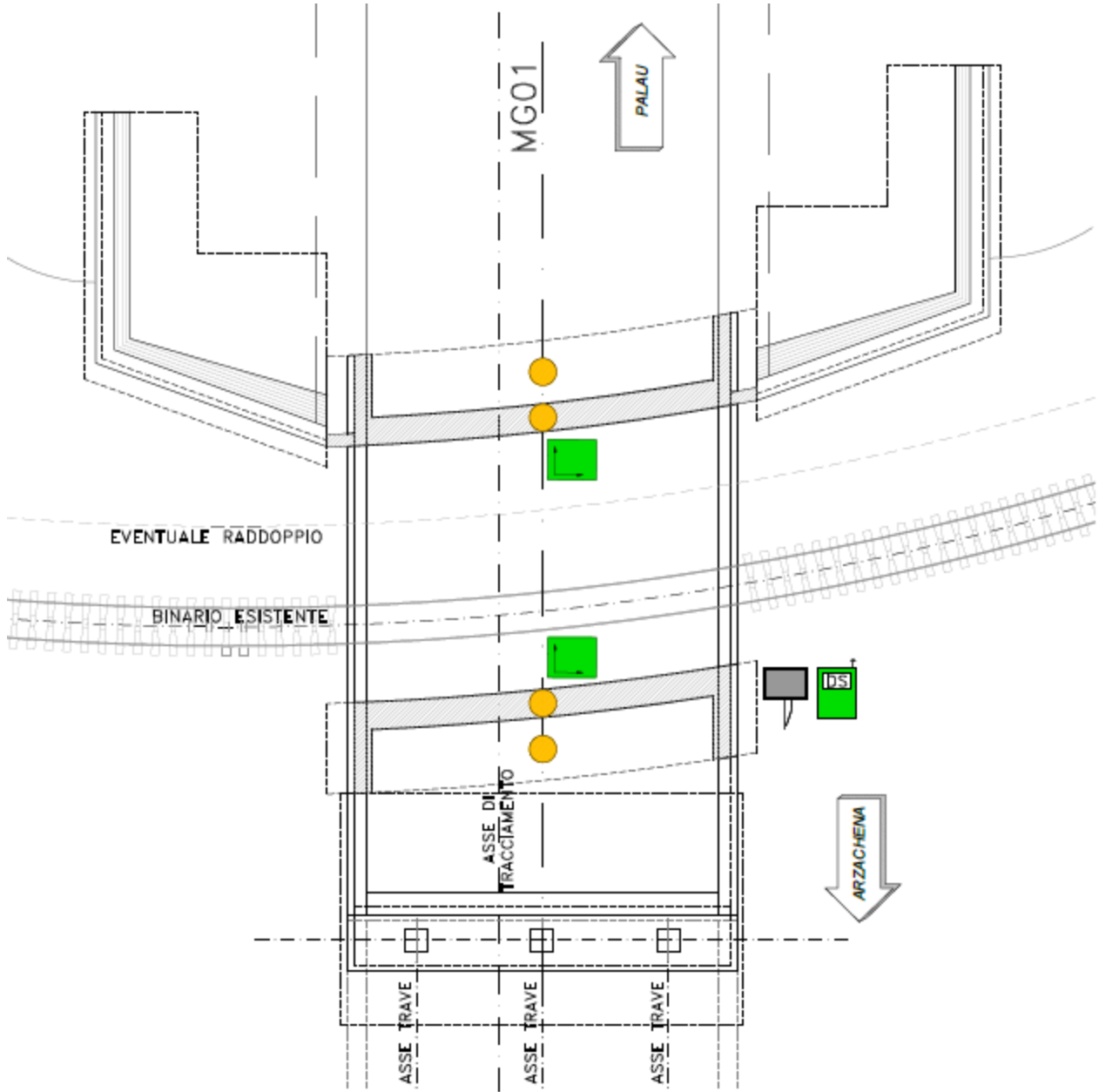


Figura 8-6 Schema posizionamento strumentazioni cavalcavia e cavalcaferrovia – Pianta


Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	<i>Piano di monitoraggio – Relazione tecnica</i>	




Figura 8-7 Legenda viadotti, cavalcavia e cavalferrovia

Di seguito il riepilogo delle quantità previste per ogni viadotto, cavalcavia e cavalferrovia.

VIADOTTO	VI01	VI02	VI03	VI04	VI05	VI06	CV01	CV02	CV03
BARRETTA ESTENSIMETRICA	84	108	12	48	12	12	12	12	12
SENSORE DI TEMPERATURA	8	10	2	5	2	2	-	-	-
CLINOMETRO DA PARETE BIASSIALE	8	10	2	5	2	2	2	2	2
MISURATORE DI GIUNTO	4	4	4	4	4	4	-	-	-
STAZIONE METEO	1	1	1	1	1	1	-	-	-
PANNELLO SOLARE	1	1	1	1	1	1	1	1	1
DATALOGGER STATICO	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Tabella 8-1 Riepilogo quantità strumentazioni per viadotto, cavalcavia e cavalferrovia

<p>Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo</p>		
<p>CA366</p>	<p><i>Piano di monitoraggio – Relazione tecnica</i></p>	

8.2 Rilevati, muri e paratie

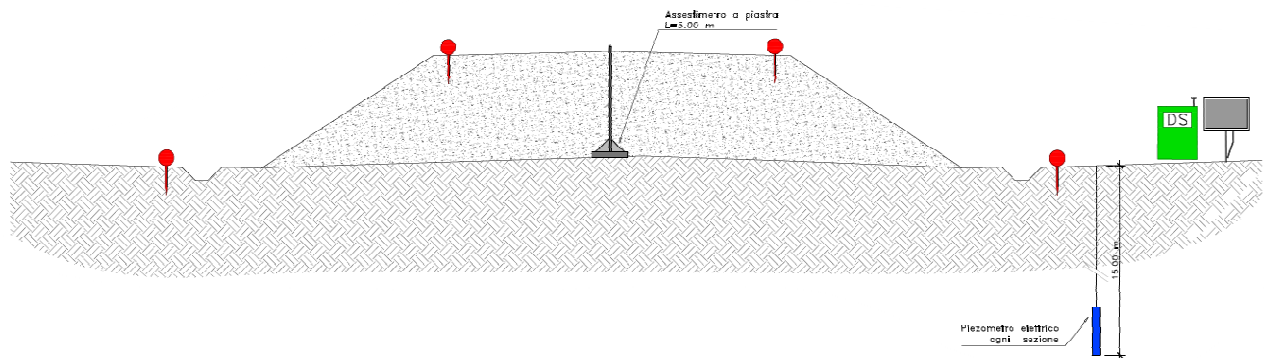


Figura 8-8 Schema rilevato con posizionamento strumentazione

Si adotteranno:

- piezometri di lunghezza pari a 15 m;
- assestimetri a piastra di lunghezza pari a 5 m.

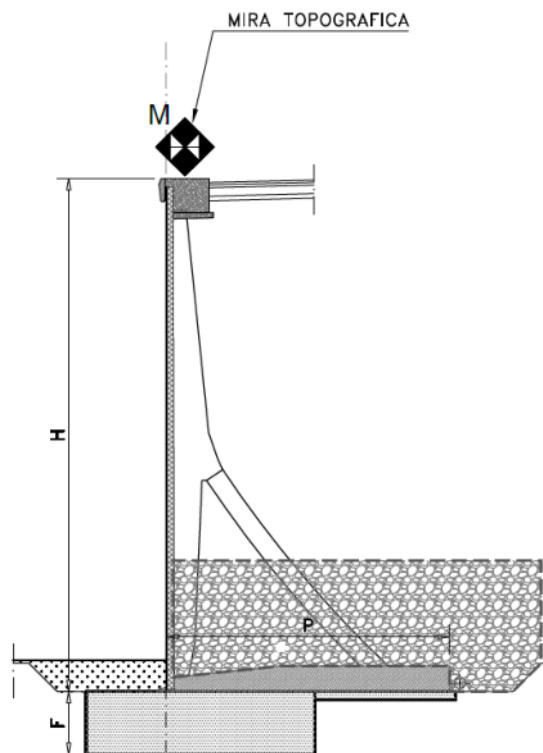


Figura 8-9 Sezione tipo muro

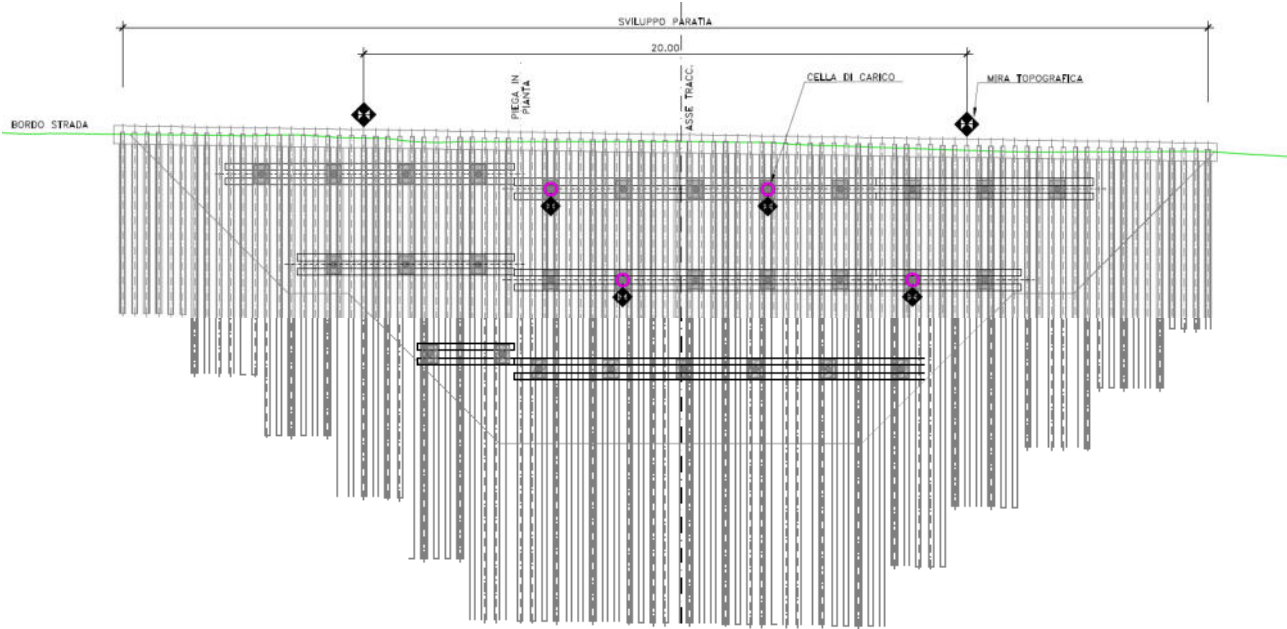


Figura 8-10 Profilo paratia tipico

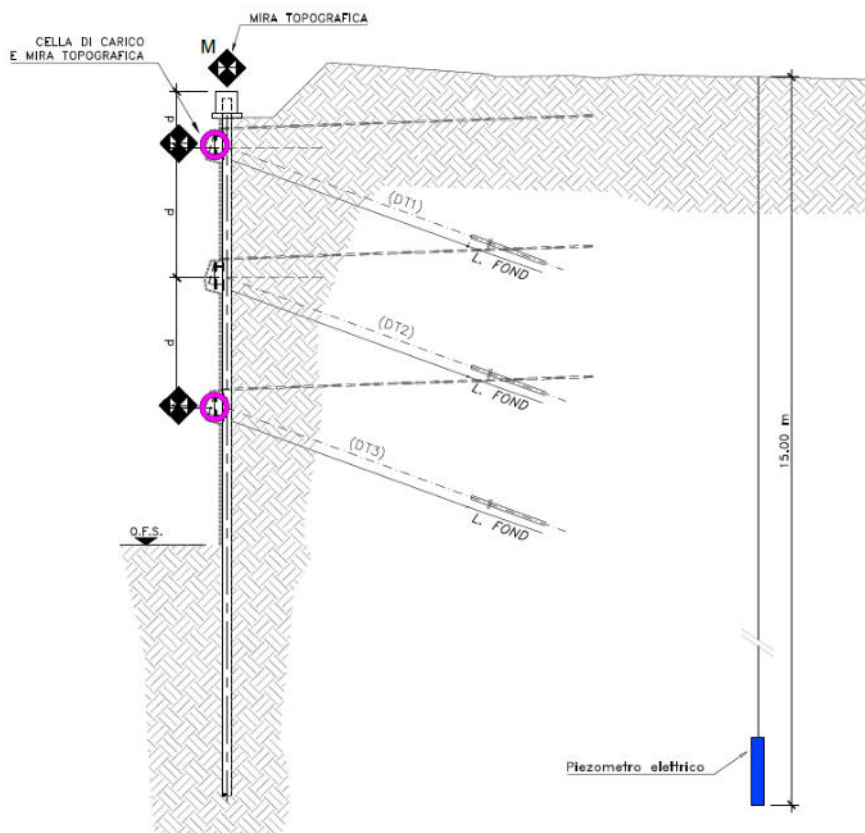



Figura 8-11 Sezione tipo paratia

Si adatteranno piezometri di lunghezza pari a 15 m.

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	Piano di monitoraggio – Relazione tecnica	

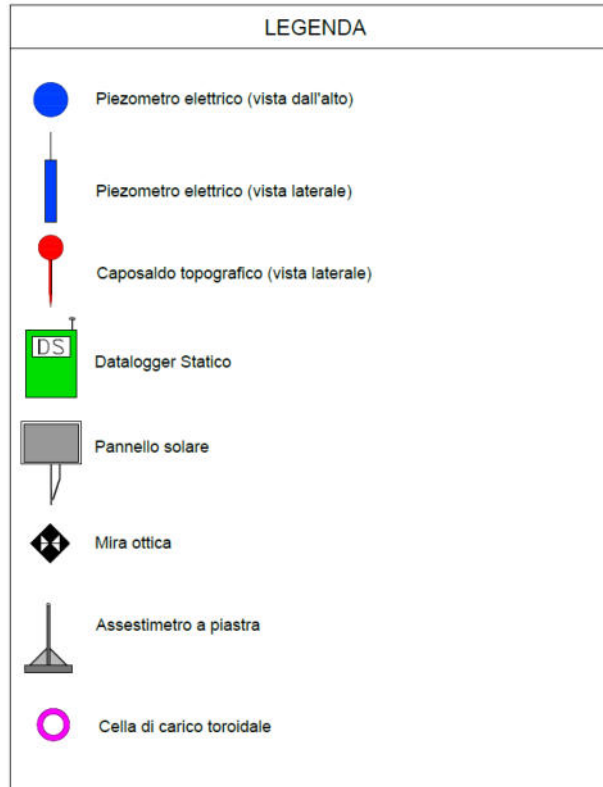


Figura 8-12 Legenda rilevati, muri e paratie

Di seguito il riepilogo delle quantità previste per rilevati, muri e paratie.

RILEVATI

N° STAZIONI	8
CAPOSALDO TOPOGRAFICO	32
PIEZOMETRO ELETTRICO	8
ASSESTIMETRO A PIASTRA	8
PANNELLO SOLARE	8
DATALOGGER STATICO	8

SEZIONI MONITORAGGIO RILEVATI

AP01
Stazione 1 progr. 0+300.00
Stazione 2 progr. 0+760.00
Stazione 3 progr. 1+760.00
Stazione 4 progr. 2+380.00

AP02
Stazione 5 progr. 0+380.00
Stazione 6 progr. 0+500.00
Stazione 7 progr. 2+200.00
Stazione 8 progr. 2+600.00

MURI

CODIFICA	MST_AP01_00	MSS_AP01_02_SX	MST_AP02_29_DX
SVILUPPO TOT (m)	41,80	131,11	80,00
SEZIONE TIPO	MG01	MG01	MG01
N° SEZ	2	6	4
TARGET RIFLETTENTE	2	6	4

PARATIE PROVVISORIALI

CODIFICA	PA-VI05	PA-VI06-A/B	PA-VI06-B/C	PA-CV02	PA-CV03-AA	PA-CV03-BB
SVILUPPO CORDOLO (m)	36,20	20,40	13,60	36,60	27,60	46,80
N° TIRANTI	16	0	0	30	0	0
TARGET RIFLETTENTE	4	2	1	6	2	3
CELLA DI CARICO TOROIDALE	2	0	0	4	0	0
PIEZOMETRO ELETTRICO	1	1	0	1	1	0

Tabella 8-2 Riepilogo quantità strumentazioni per rilevati, muri e paratie