

**DIGHE DI  
PIAN SAPEIO E ZOLEZZI**  
*INTERVENTI DI ADEGUAMENTO STRUTTURALE E  
MANUTENZIONE CONSERVATIVA*

# **MONITORAGGIO, COMPORTAMENTO DELLA DIGA ANTE E POST INTERVENTO, RISULTANZE DURANTE I PRIMI INVASI**

**PAOLA MORETTI**



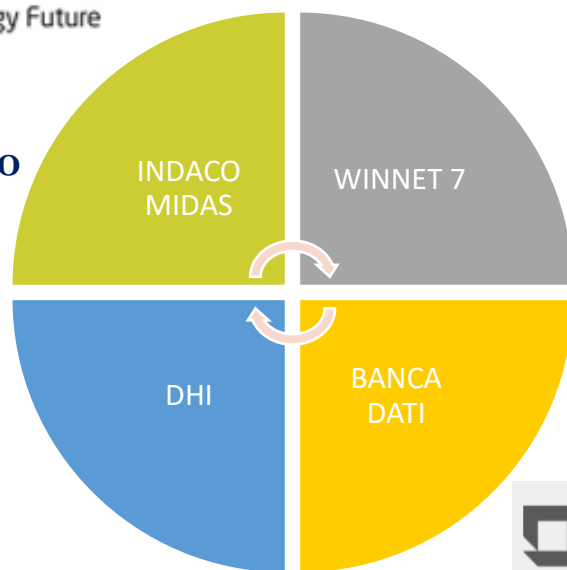
**TIRRENO  
POWER**



Monitoraggio attivato a partire dall'esecuzione delle prove di invaso



misure  
monitoraggio  
dighe



sistema previsionale  
eventi di piena



misura portate  
DMV, Qin ,  
Qder



Banca dati Dighe  
ed Idroelettrico

## SOGGETTI COINVOLTI



- ICT & Esercizio Idro.
- M.I.T Dir. Dighe
- Regioni (P.T.A.)
- Società Gestione Dati

## FOLLOW UP



- Contratti Quadro
- Remotizzazione dati
- Miglioramento sistema gestione unico
- Coordinamento scambio dati efficace
- Test



## SVILUPPI FUTURI

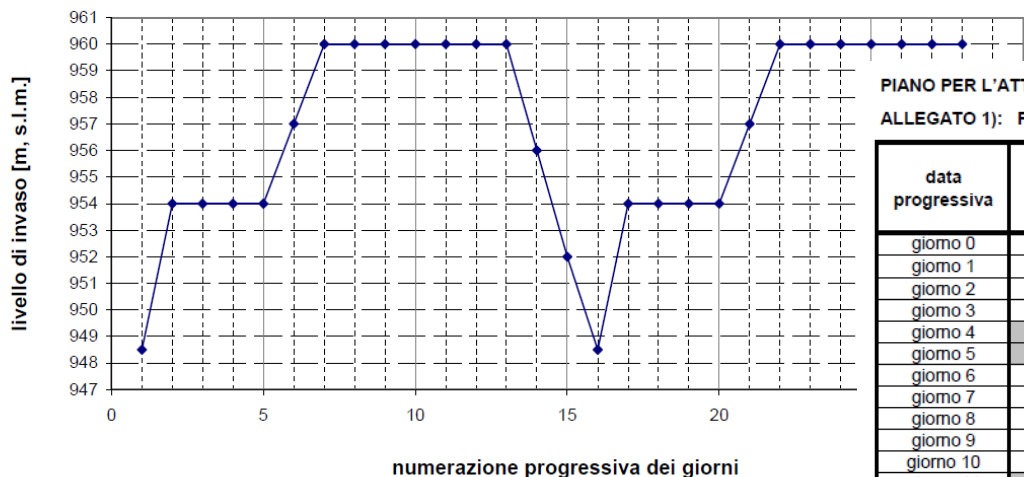
- Manutenzione ed incremento sistemi di misura come da quadro legislativo
- Analisi tecnico-ingegneristica trend misure e controlli
- Presidio e sicurezza Dighe
- Efficace gestione eventi di piena

## DIGA DI PIAN SAPEIO

(Ristrutturazione della diga di Pian Sapeio - Collaudo ai sensi dell'ex. art. 14 - D.P.R. n°1363/59)

### PIANO PER L'ATTUAZIONE DEI PRIMI INVASI PARZIALI

(raggiungimento controllato di quota 960,00 m s.l.m.)



➤ attivazione del monitoraggio secondo il «piano di monitoraggio» approvato

### PIANO PER L'ATTUAZIONE DEI PRIMI INVASI PARZIALI

#### ALLEGATO 1): PROGRAMMA CRONOLOGICO DELLE PROVE DI INVASO

data progressiva	giorno progressivo settimanale	gestione del livello del lago	quota invaso m [s.l.m.] <sup>(1)</sup>	volume totale invaso m <sup>3</sup> <sup>(2)</sup>	volume utile invaso m <sup>3</sup> <sup>(2)</sup>	H (livello lago a monte diga) m <sup>(1)</sup>	apertura scarico di mezzofondo	apertura scarico di fondo
giorno 0	martedì	invaso vuoto	948,50	0	0	0,0	100%	100%
giorno 1	mercoledì	raggiungimento di 1/3 H	954,00	2.200	0	5,5	0%	0%
giorno 2	giovedì	1ª sosta a 1/3 H <sup>(2)</sup>	954,00	2.200	0	5,5	0%	0%
giorno 3	venerdì		954,00	2.200	0	5,5	0%	0%
giorno 4	sabato	1°reinvaso fino a 2/3 H	954,00	2.200	0	5,5	0%	0%
giorno 5	domenica		957,00	15.000	0	8,5	0%	0%
giorno 6	lunedì	1ª sosta a 2/3 H costante <sup>(2)</sup>	960,00	56.000	37.000	11,5	0%	0%
giorno 7	martedì		960,00	56.000	37.000	11,5	0%	0%
giorno 8	mercoledì		960,00	56.000	37.000	11,5	0%	0%
giorno 9	giovedì		960,00	56.000	37.000	11,5	0%	0%
giorno 10	venerdì		960,00	56.000	37.000	11,5	0%	0%
giorno 11	sabato		960,00	56.000	37.000	11,5	0%	0%
giorno 12	domenica		960,00	56.000	37.000	11,5	0%	0%
giorno 13	lunedì	svuotamento <sup>(3)</sup>	957,00	15.000	0	8,5	100%	0%
giorno 14	martedì		954,00	2.200	0	5,5	100%	50%
giorno 15	mercoledì	raggiungimento di 1/3 H	948,50	0	0	0,0	100%	100%
giorno 16	giovedì	2ª sosta a 1/3 H <sup>(2)</sup>	954,00	2.200	0	5,5	0%	0%
giorno 17	venerdì		954,00	2.200	0	5,5	0%	0%
giorno 18	sabato	2°reinvaso fino a 2/3 H	954,00	2.200	0	5,5	0%	0%
giorno 19	domenica		954,00	2.200	0	5,5	0%	0%
giorno 20	lunedì	2ª sosta a livello 2/3 H costante <sup>(4)</sup>	957,00	15.000	0	8,5	0%	0%
giorno 21	martedì		960,00	56.000	37.000	11,5	0%	0%
giorno 22	mercoledì		960,00	56.000	37.000	11,5	0%	0%
giorno 23	giovedì		960,00	56.000	37.000	11,5	0%	0%
giorno 24	venerdì		960,00	56.000	37.000	11,5	0%	0%
giorno 25	sabato		960,00	56.000	37.000	11,5	0%	0%
giorno 26	domenica		960,00	56.000	37.000	11,5	0%	0%
giorno 27	lunedì	1ª settimana a livello 962,00 m <sup>(5)</sup>	960,00	56.000	37.000	11,5	0%	0%
giorno 28	martedì		961,00	77.700	58.400	12,5	0%	0%
giorno 29	mercoledì		962,00	104.000	85.000	13,5	0%	0%
giorno 30	giovedì		962,00	104.000	85.000	13,5	0%	0%
giorno 31	venerdì		962,00	104.000	85.000	13,5	0%	0%
giorno 32	sabato		962,00	104.000	85.000	13,5	0%	0%
giorno 33	domenica		962,00	104.000	85.000	13,5	0%	0%
giorno 34	lunedì	1ª settimana a livello 962,00 m <sup>(5)</sup>	962,00	104.000	85.000	13,5	0%	0%
giorno 35	martedì		962,00	104.000	85.000	13,5	0%	0%
giorno 36	mercoledì		962,00	104.000	85.000	13,5	0%	0%

- redazione ed approvazione del piano per l'attuazione dei primi invasi parziali (art. 6 del FCC)
- 29-30 agosto 2011 – avvio della prima fase del rinvaso «sperimentale» a lavori ultimati

- 3 agosto 2011 (prot. 408) - Tirreno Power presenta istanza di nulla osta all'attuazione dei primi invasi parziali(I° ciclo di invaso fino a quota 960,00 m slm, pari a circa  $2\frac{2}{3}$  della massima quota di invaso), come da allegato «Piano per l'attuazione dei primi invasi parziali»
- 5 agosto 2011 (prot. n. 110960/UTD Torino) - autorizzazione ad attuare il primo ciclo di invasi, come da programma presentato, con indicazioni e prescrizioni
- alla conclusione del I° ciclo di invasi è stato chiesto a Tirreno Power di presentare una «relazione interpretativa delle osservazioni e del monitoraggio attuato»
- 26 agosto 2011 (prot. n. 449) - Tirreno Power comunica la data dell'attuazione dei primi invasi sperimentali a partire dal 29 agosto 2011, secondo quanto descritto nel « programma relativo al primo ciclo di invasi sperimentali» ; mantenimento del livello 960,00 m slm circa una settimana

- 14 ottobre 2011 (prot. 542) – trasmissione del «Rapporto di monitoraggio del I° ciclo di invasi» e «Aggiornamento del piano degli invasi sperimentali»; inoltro dell'istanza di «nulla osta» per esecuzione del II° ciclo di invasi sperimentali
- 26 ottobre 2011 – richieste UTDTo e Commissione di Collaudo preliminari al II° ciclo di invasi sperimentali (integrazione della verifica di stabilità del torrino; relazione sulla sigillatura delle fessure dello sfioratore; adeguare il sistema di monitoraggio delle sottopressioni con manometri
- 9 novembre 2011 (prot. n. 594) – trasmissione della relazione descrittiva dei manometri installati in alcuni piezometri
- 14 novembre 2011 (prot. n. 111443 /UTD Torino) – ottenimento «nulla osta» ad attuare il II° ciclo di invasi (fino a quota 964,00 m slm.)
- 23 dicembre 2011 (prot. 691) – trasmissione del «Rapporto di monitoraggio al termine del secondo ciclo di invasi sperimentali»

Contestualmente all'inoltro dell'istanza per l'avvio del II° ciclo di invasi sperimentali, in data 14 ottobre 2011 (prot. n°. 542), è stato trasmesso il rapporto di monitoraggio relativo al I° ciclo di invasi sperimentali (conclusosi con il raggiungimento di quota 961,00 m s.l.m.).

Tale relazione ("Miglioramento del monitoraggio"), prevedeva la necessità di modificare la strumentazione per la misura manuale dei piezometri che, a partire dal raggiungimento di quota 957 m s.l.m., sono risultati completamente pieni d'acqua (piezometri n°. 7, n°. 10 e n°. 11).

Al perdurare dell'impossibilità di utilizzare il freatimetro per eseguire tali misure, si è proceduto ad una prima sigillatura dei tappi ad agosto ed in data 14 ottobre 2011, sono stati installati definitivamente n°. 5 manometri manuali in grado di misurare la massima colonna d'acqua teoricamente possibile, corrispondente al livello di massimo invaso.

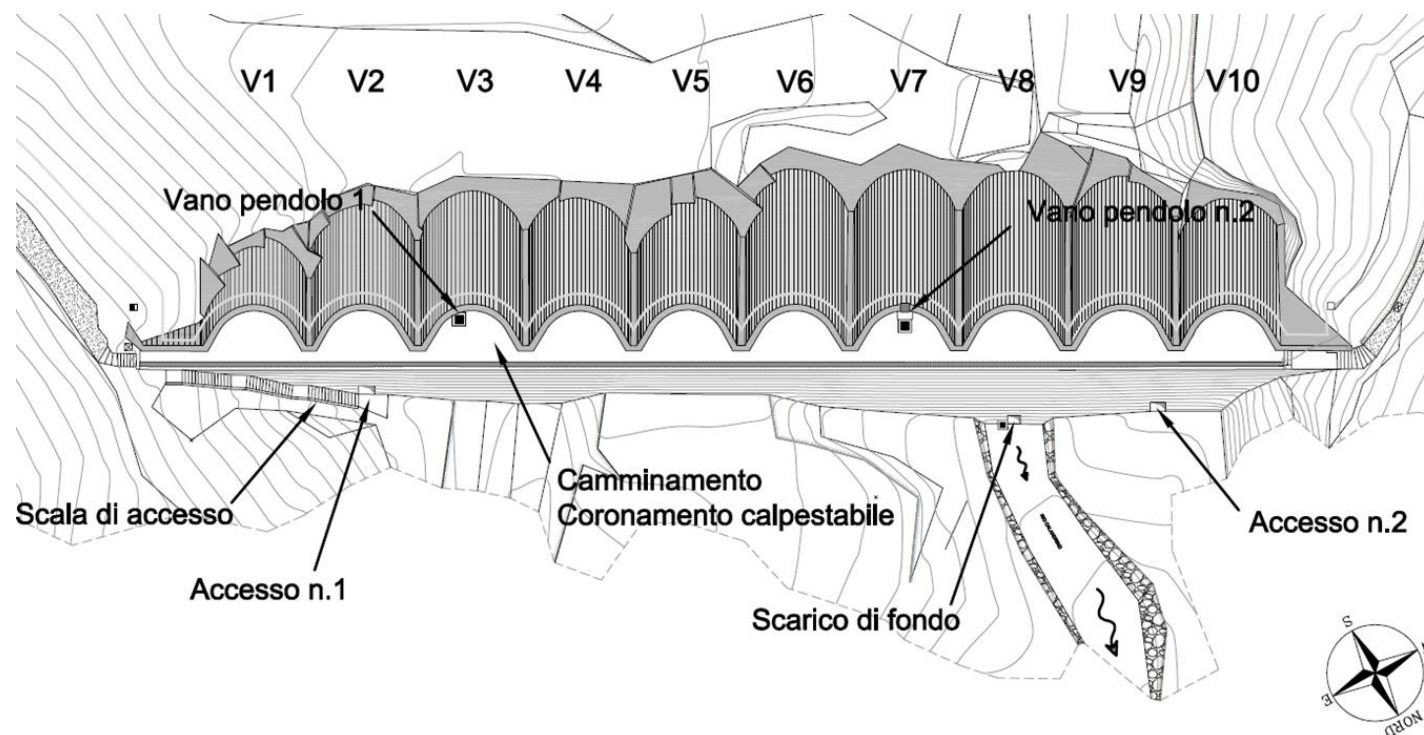
I piezometri PS 07, PS 08, PS 10, PS 11 ed il PS 12, in volta V7, sono stati strumentati con manometri.

Il range misura dei manometri installati è di 2,5 bar, la risoluzione è pari a 0,01 bar ed il diametro di presa pressione è pari a 1/2 pollice gas.

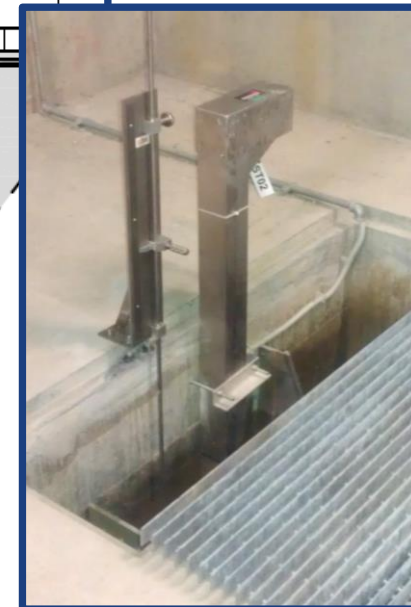
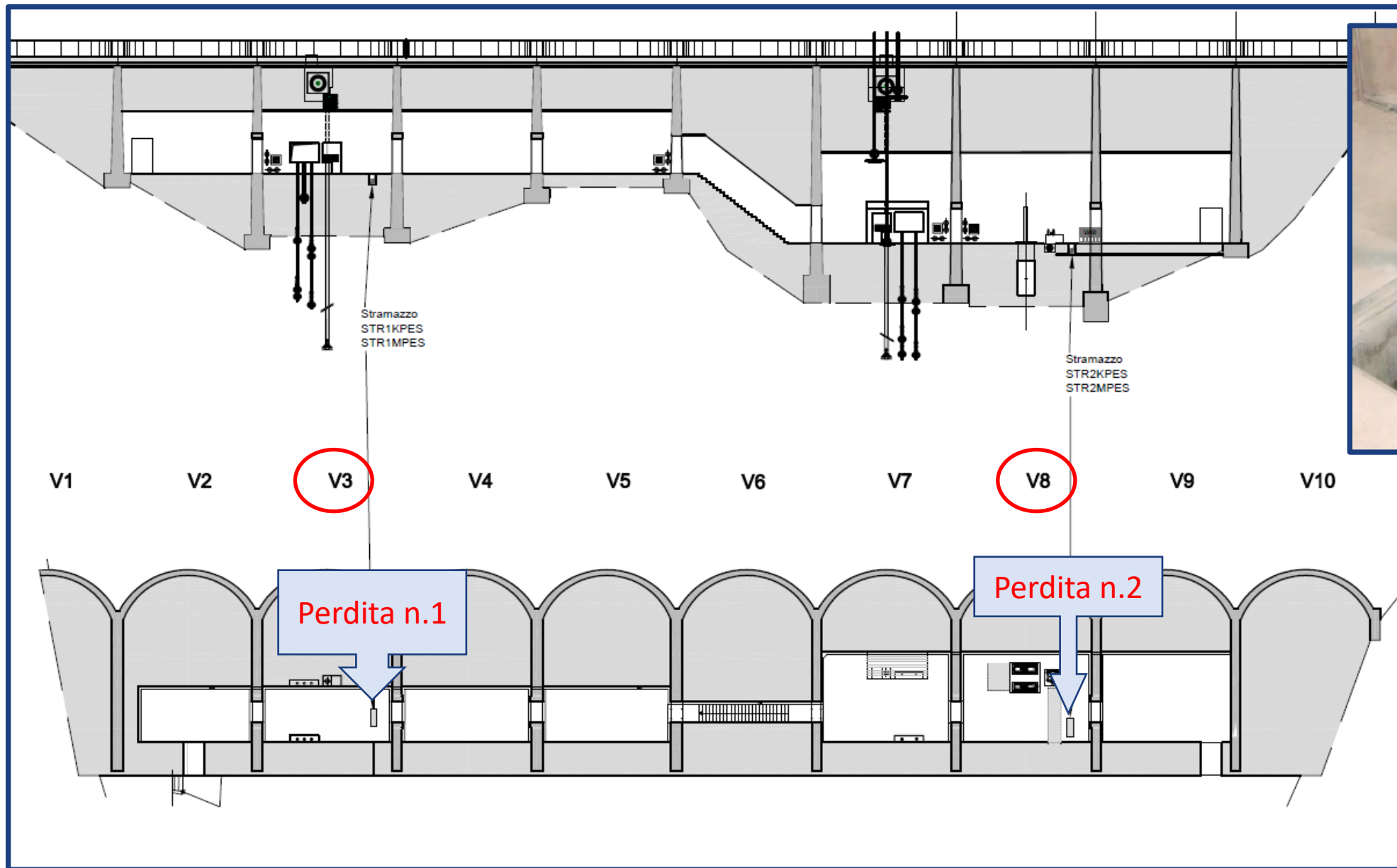


- misure di spostamento (nelle volte n°. 3 e n°. 7): due pendoli rovesci, per l'esecuzione delle misure di spostamento (destra-sinistra e monte-valle), sia alla quota della galleria, sia in corrispondenza dei locali di sistemazione dei galleggianti
- apertura/chiusura giunti: allo scopo di rilevare gli eventuali movimenti relativi dei giunti tra gli speroni preesistenti ed il getto di riempimento, sono previsti: n°.4 misuratori di giunti meccanici da rilevare mediante comparatore removibile; n°.4 coppie di fessurimetri elettrici monoassiali, per la misura dei movimenti relativi sia in direzione verticale, sia in direzione orizzontale (parallela al cunicolo di ispezione)
- misure di livelli piezometrici: le n°. 12 prese di pressione saranno suddivise, in 4 sezioni distinte aventi n°. 3 prese di misura ciascuna (volte n°. 3 e n°. 7)
- misure topografiche di spostamento (plano-altimetriche): misure di collimazione (alto-basso, e monte-valle); al fine di verificare la posizione di circa n. 7 segnali

- misure di perdite interne alla galleria: le eventuali filtrazioni del paramento di monte saranno raccolte dalle canalette in cemento e misurate mediante n°. 2 stramazzi triangolari tipo Thomson da installare nei due livelli della galleria di alleggerimento;
- misura del livello di invaso: avverrà mediante un trasduttore di pressione, con misura automatica in continuo e misura manuale;
- misure di temperatura (aria/acqua) e dati meteorologici.

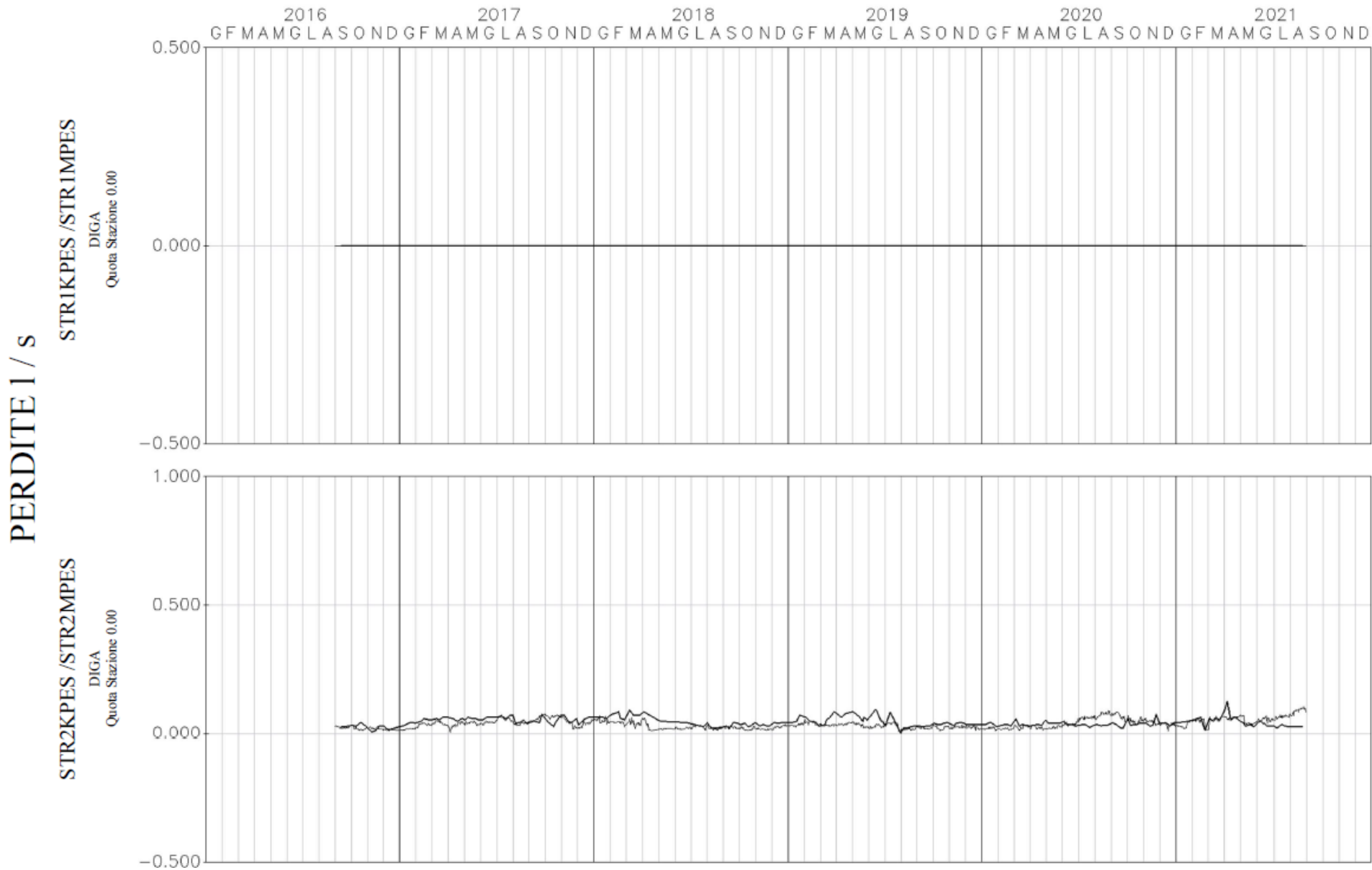


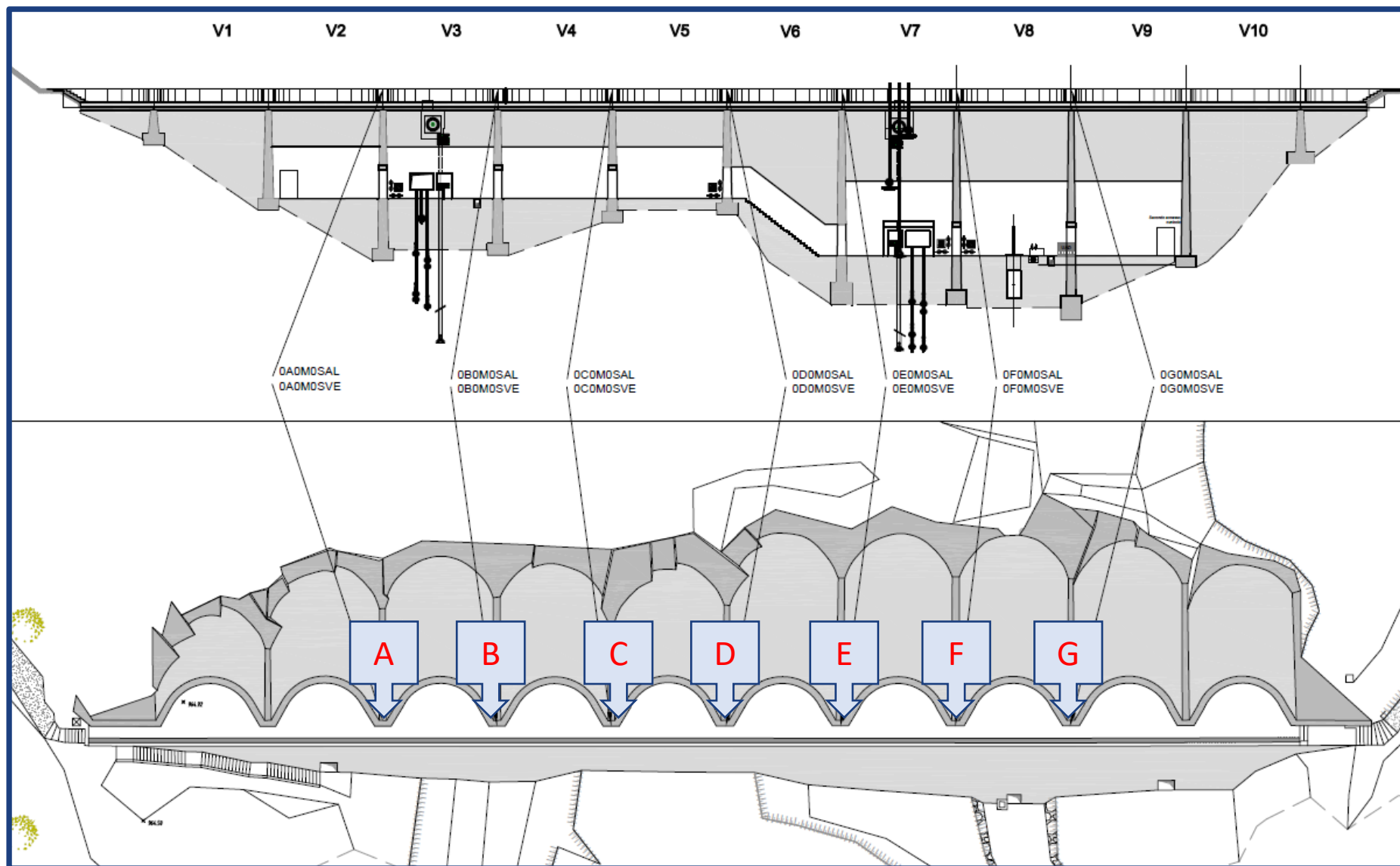


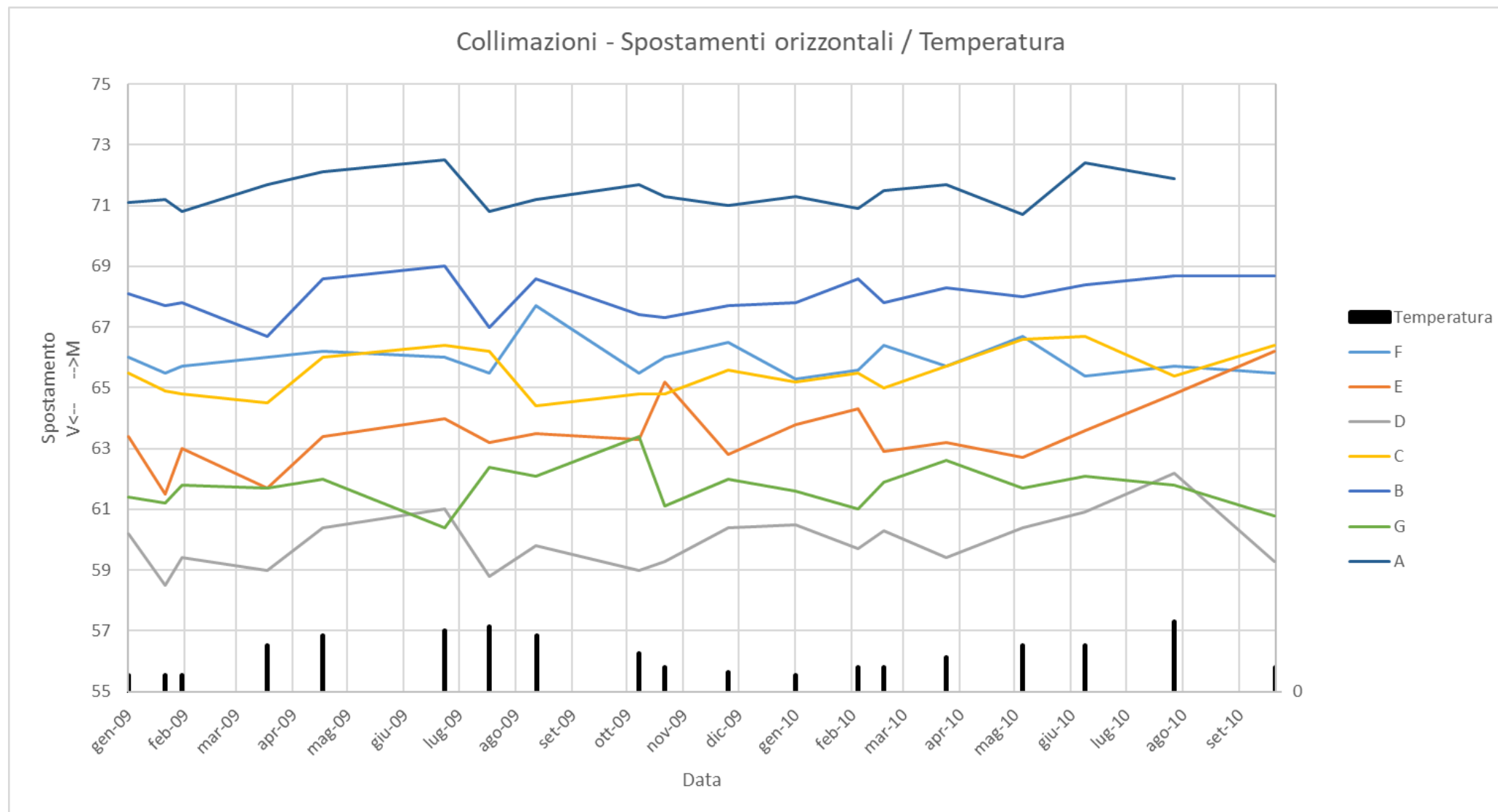


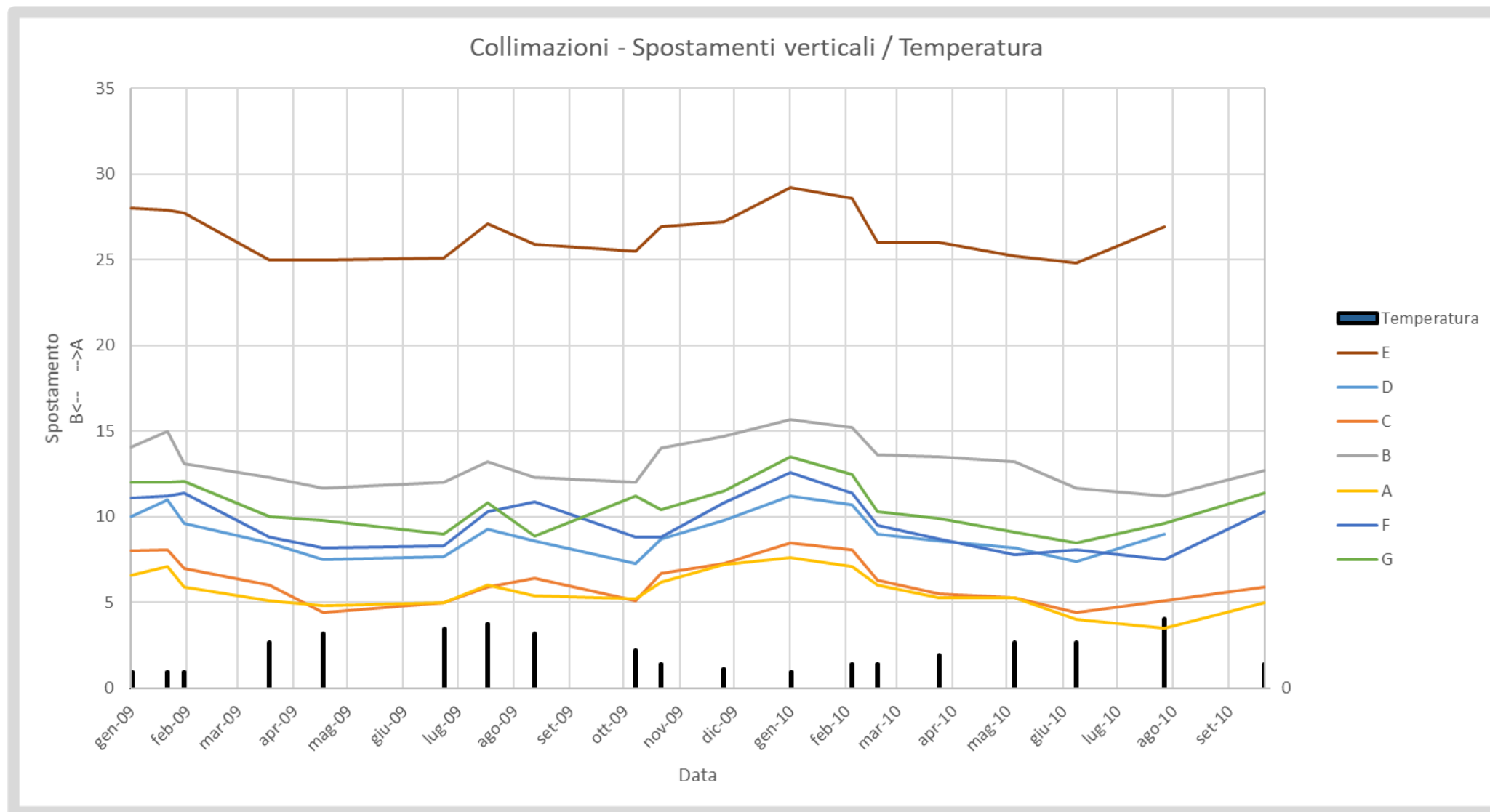


# Andamento delle perdite (filtrazioni) in galleria



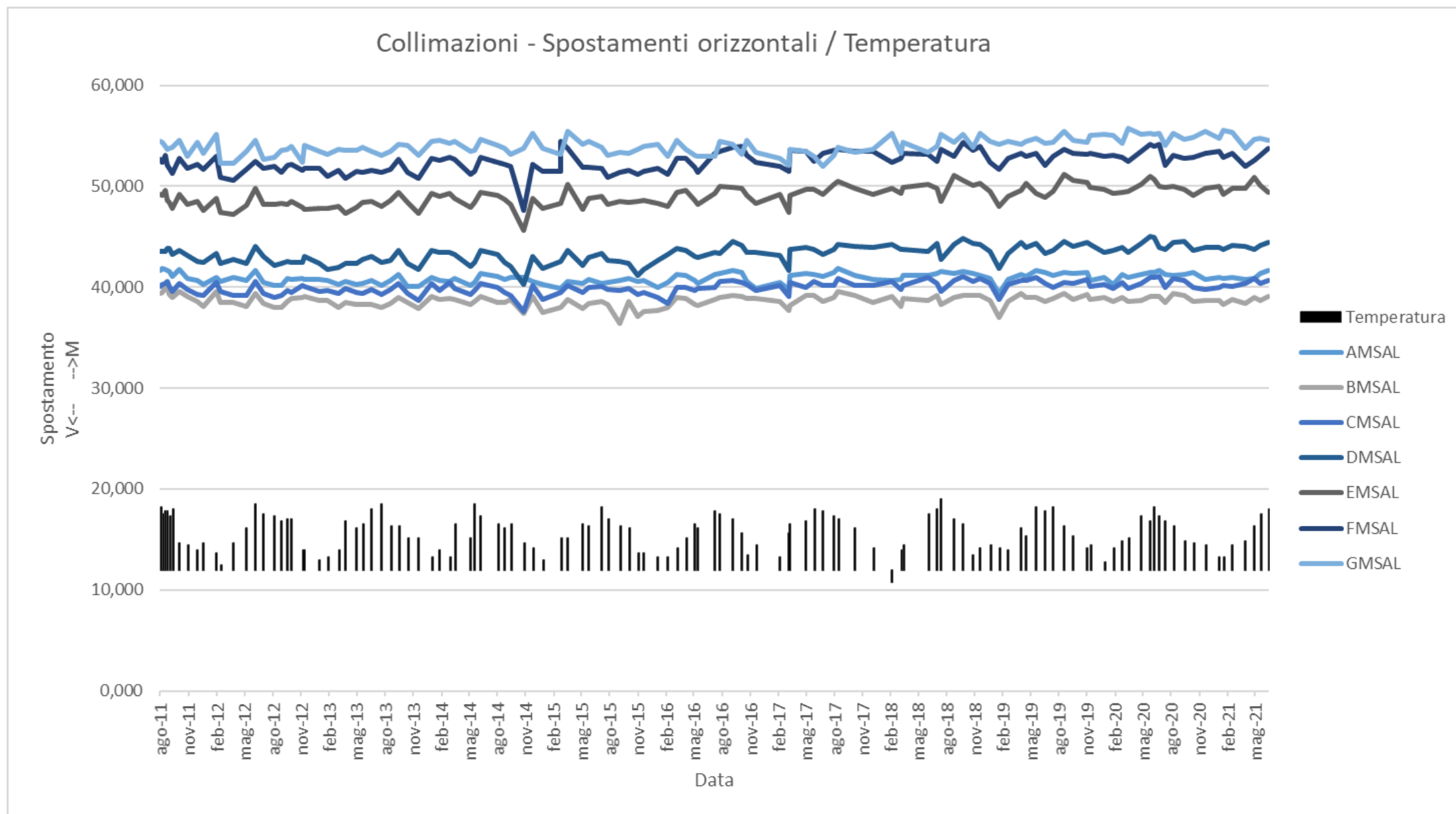








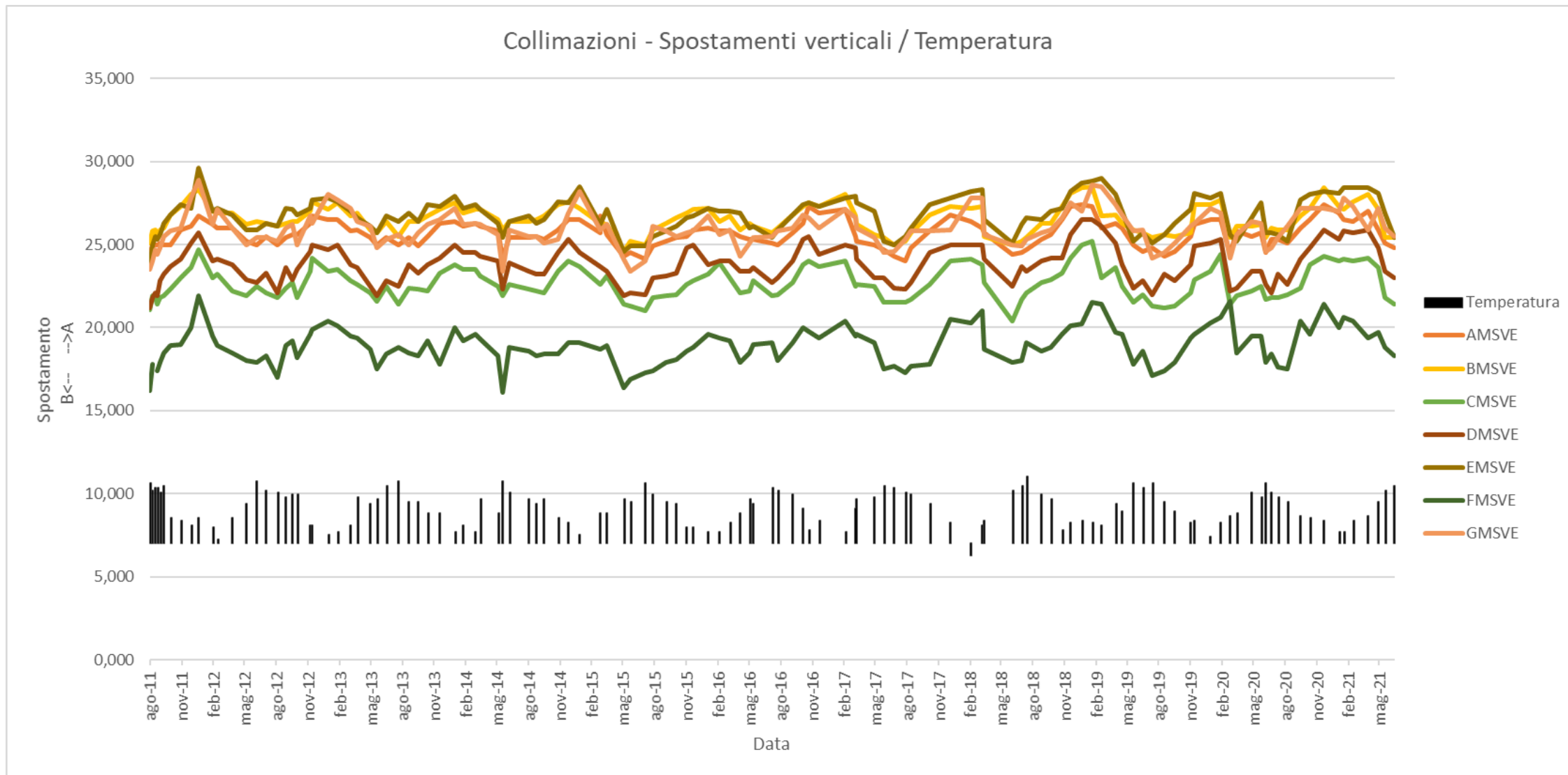
# Andamento planimetrico - misure di collimazione - POST





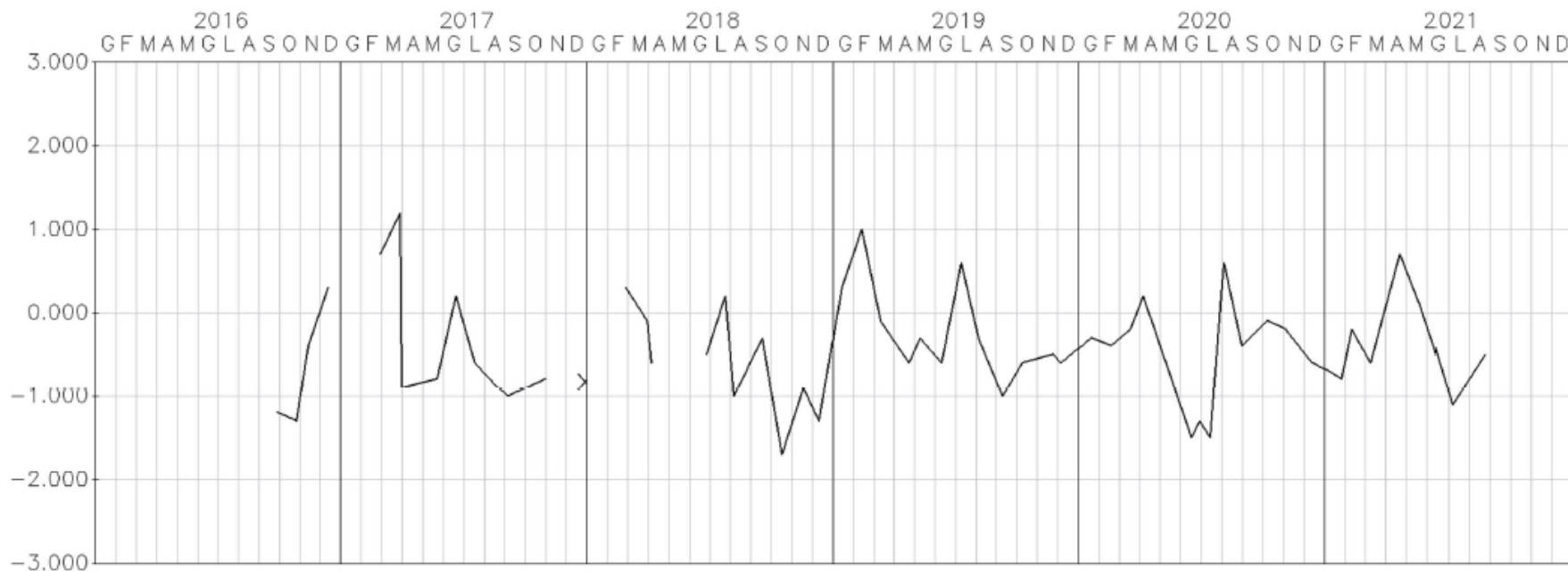


# Andamento altimetrico - misure di collimazione - POST

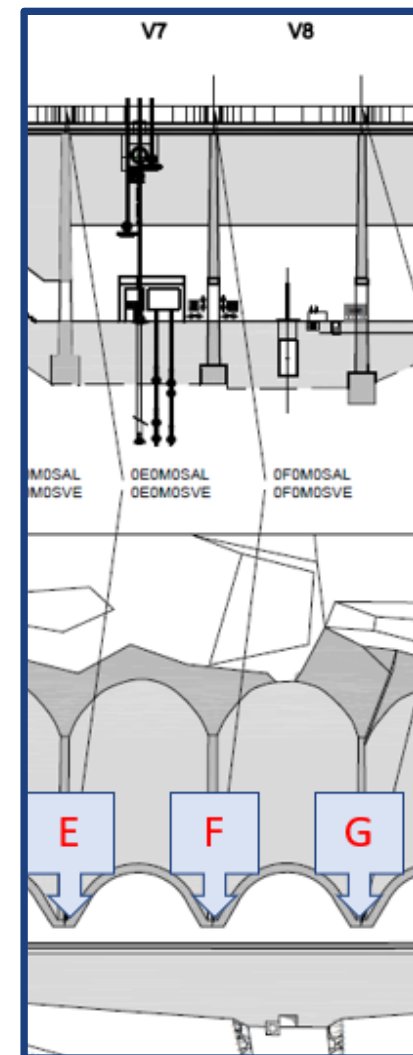
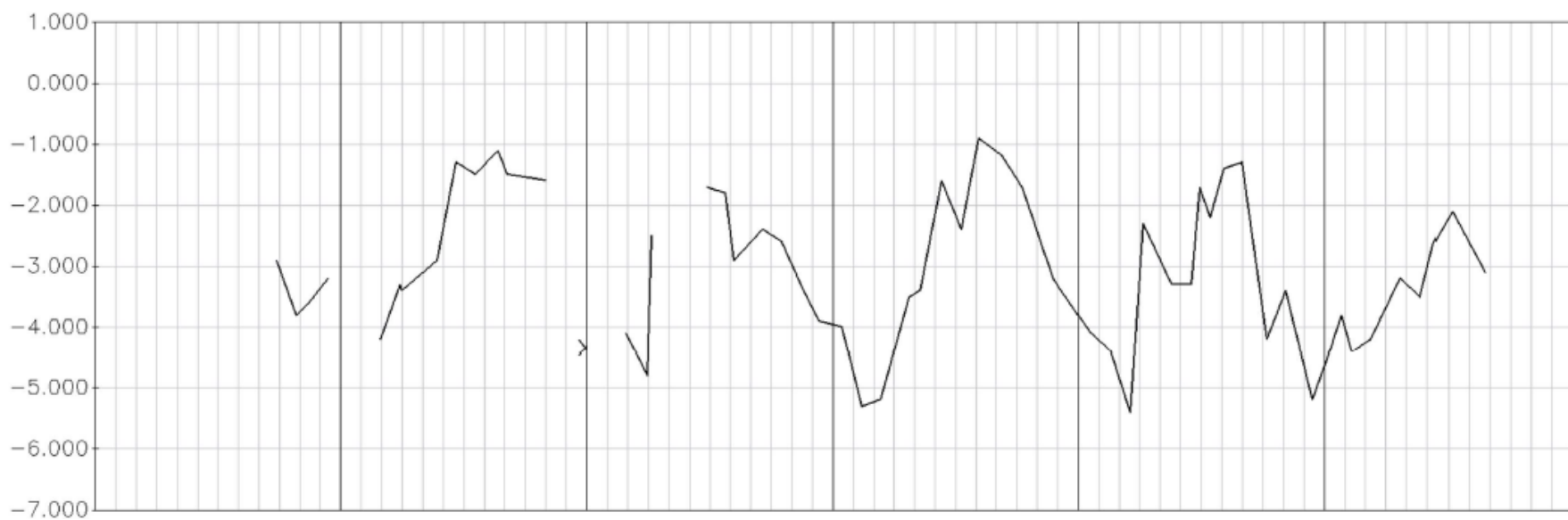


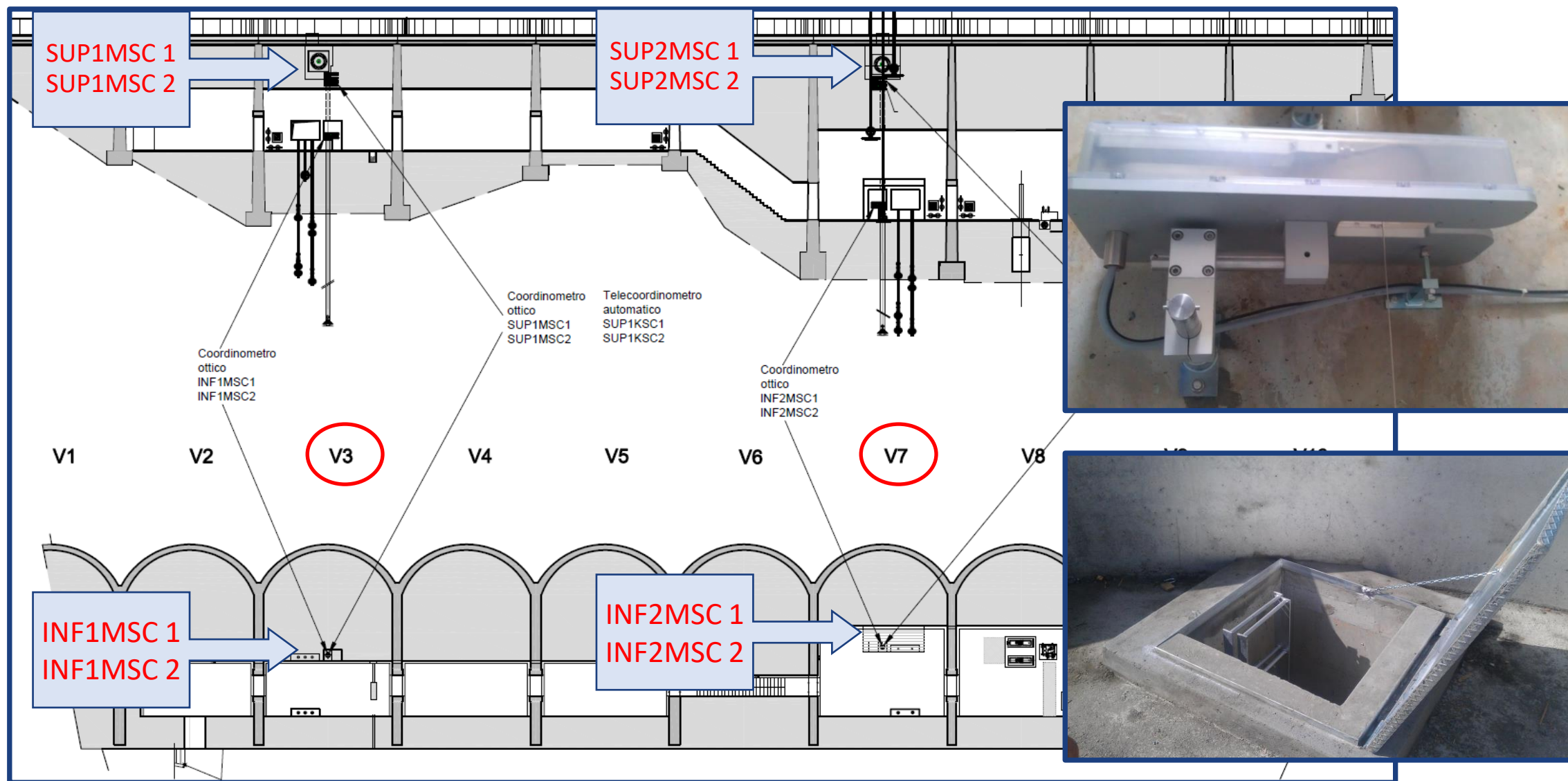
SPOSTAMENTI (COLLIMAZIONI) mm

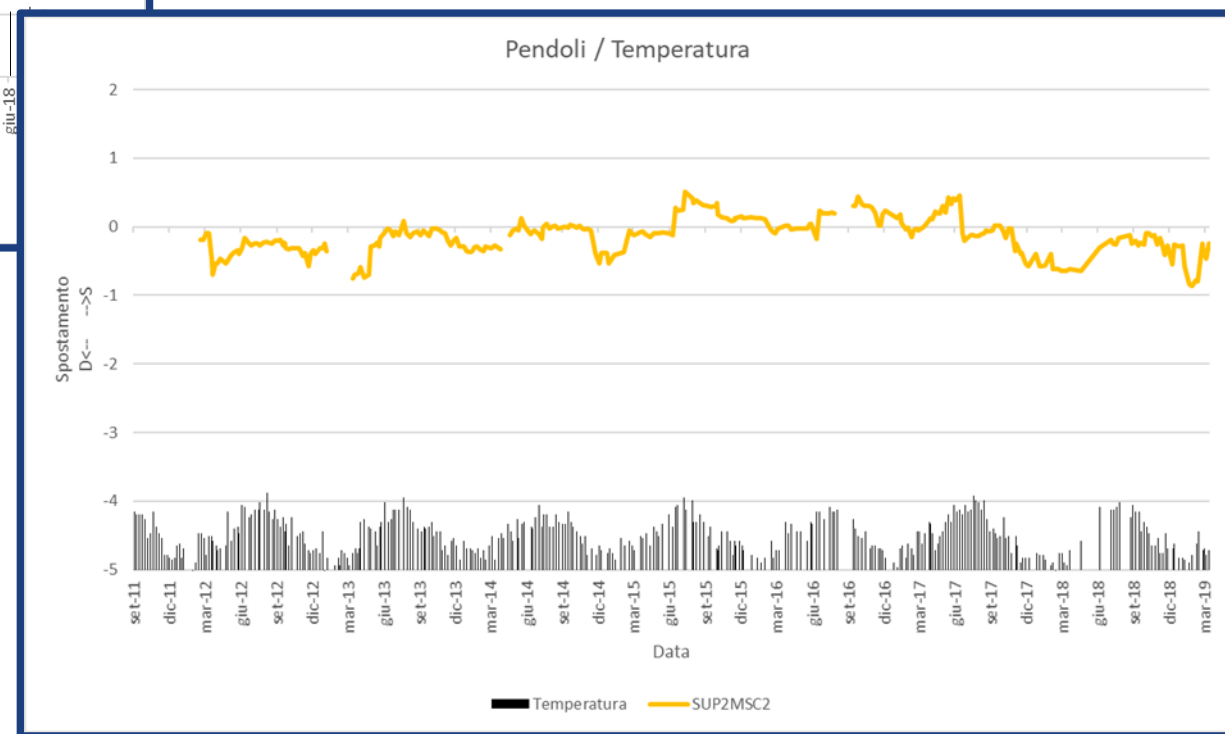
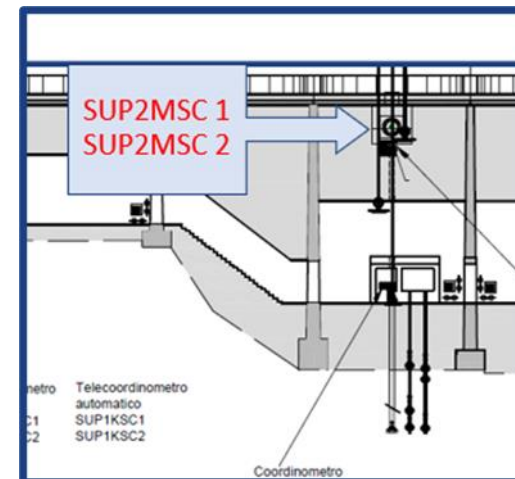
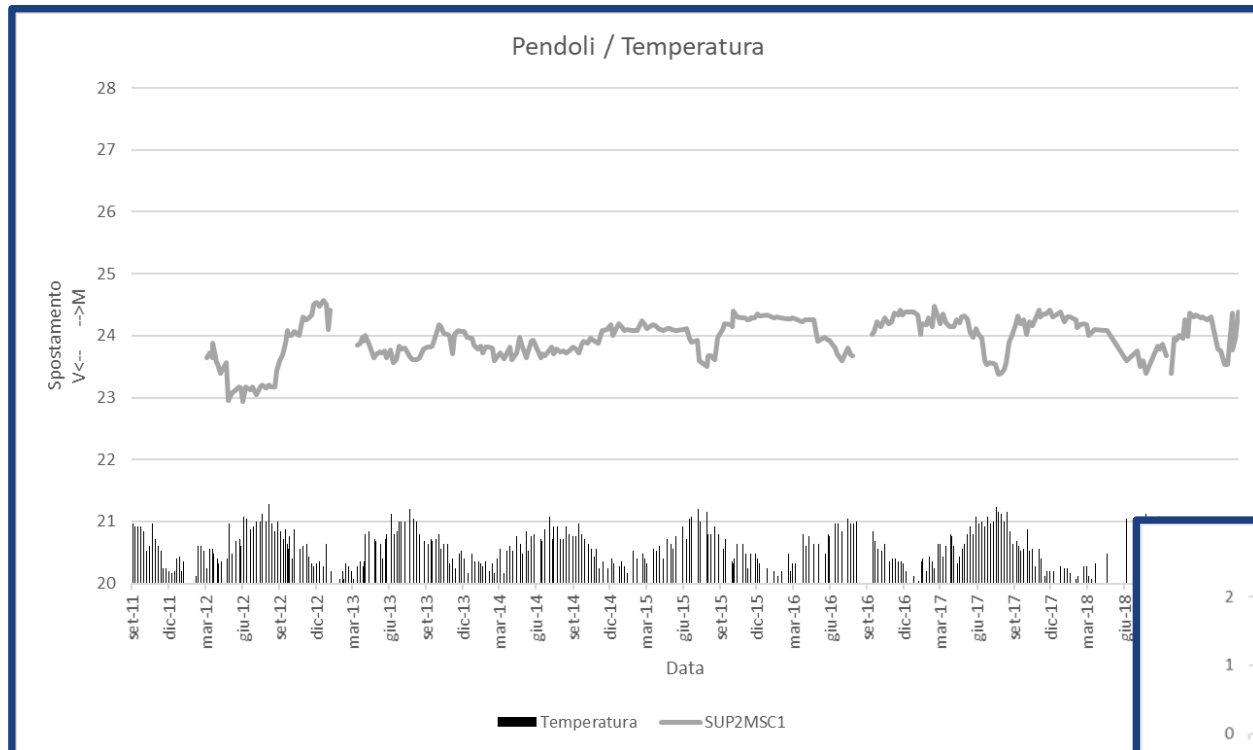
PTOFMSAL  
V <-> M  
Quota Stazione 966,05



PTOFMSVE  
B <-> A  
Quota Stazione 966,05



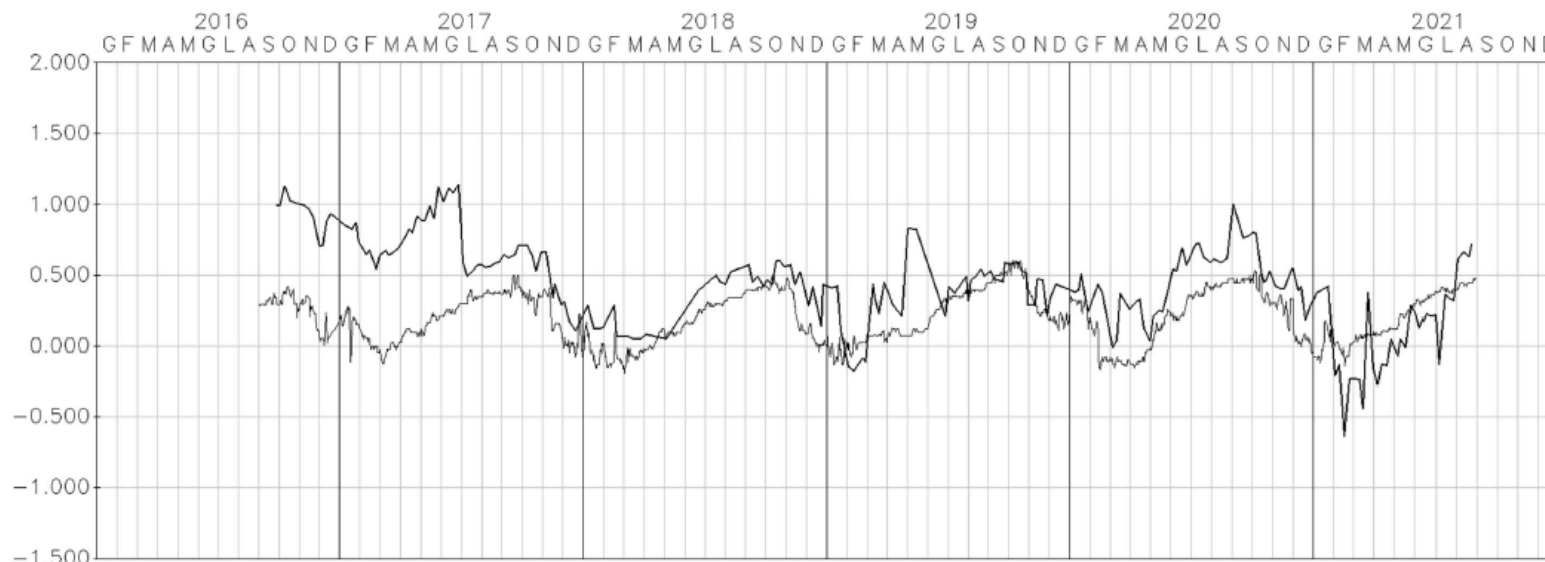




SPOSTAMENTI (PENDOLI) mm

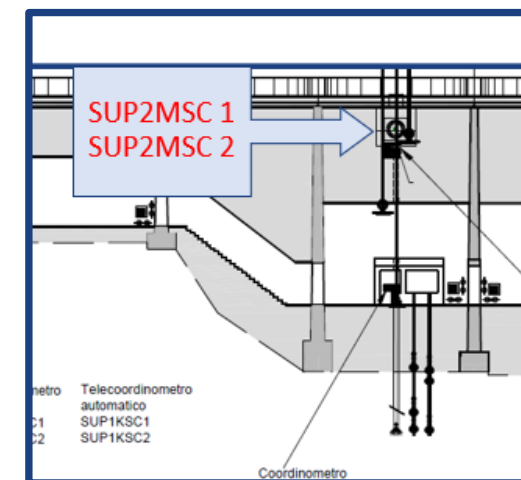
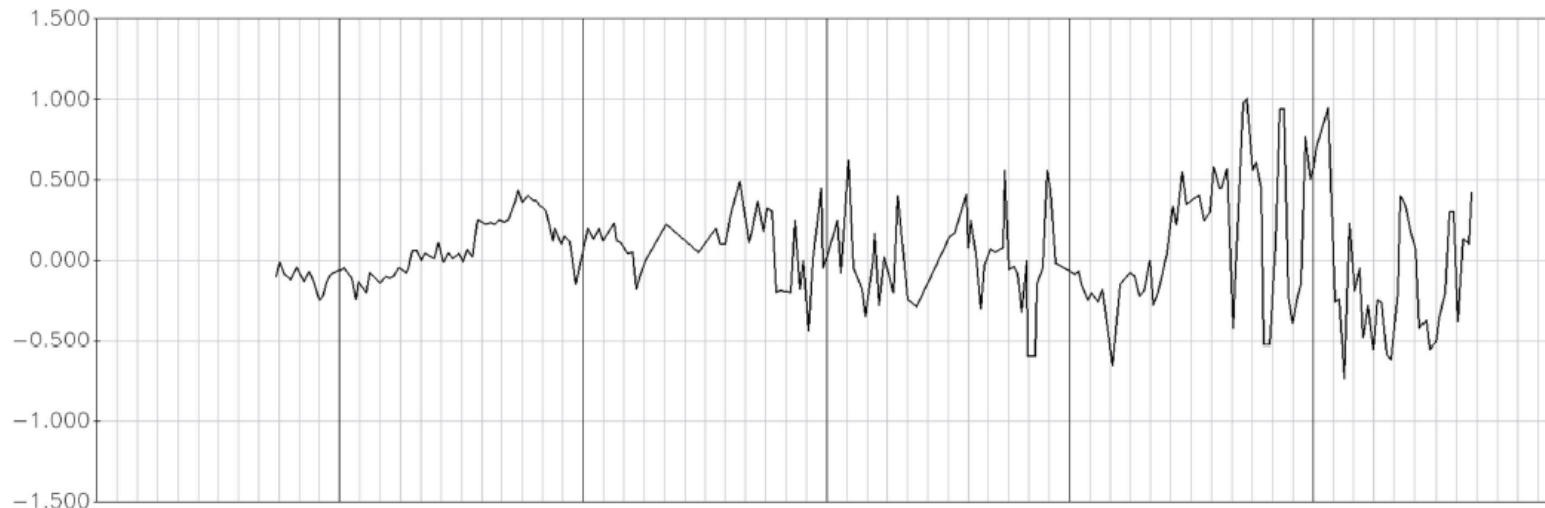
SUP2KSC2 / SUP2MSC2

D <-> S  
Quota Stazione 0.00



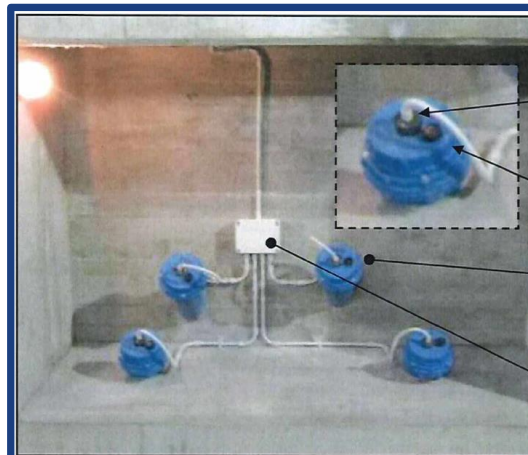
INF2MSC2

D <-> S  
Quota Stazione 0.00





# Sottopressioni: piezometri e manometri



Tappo del trasduttore di pressione  
(misure automatiche di livello)

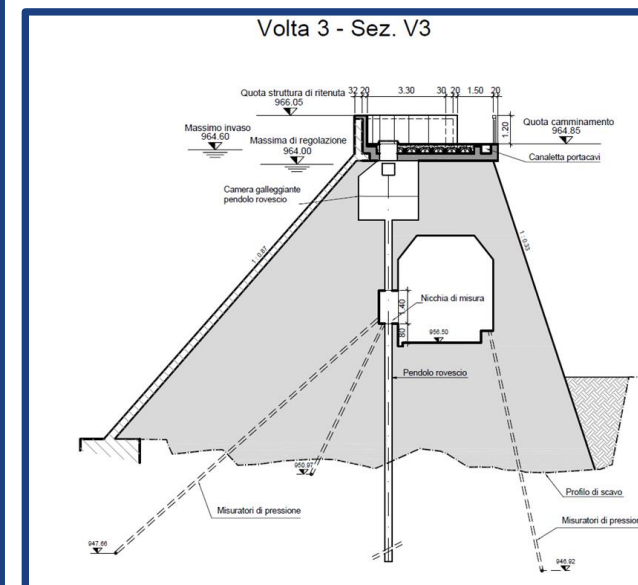
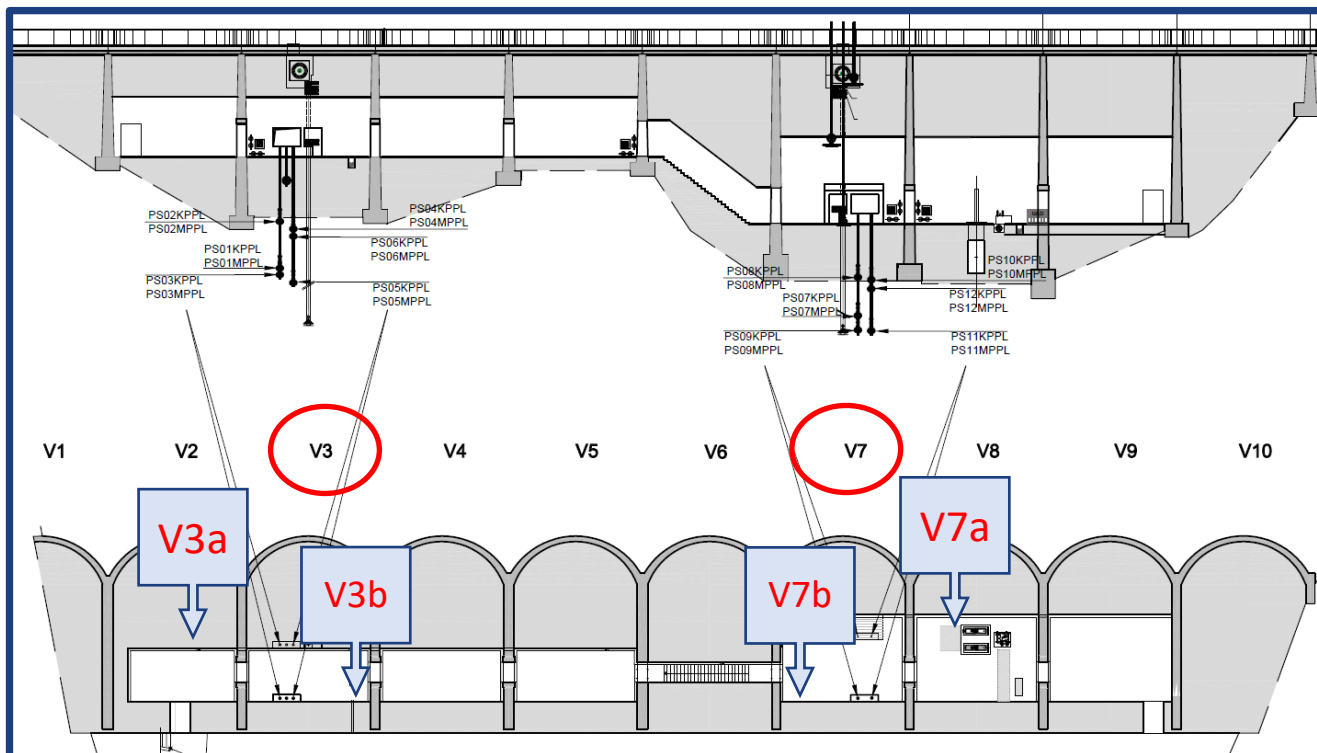
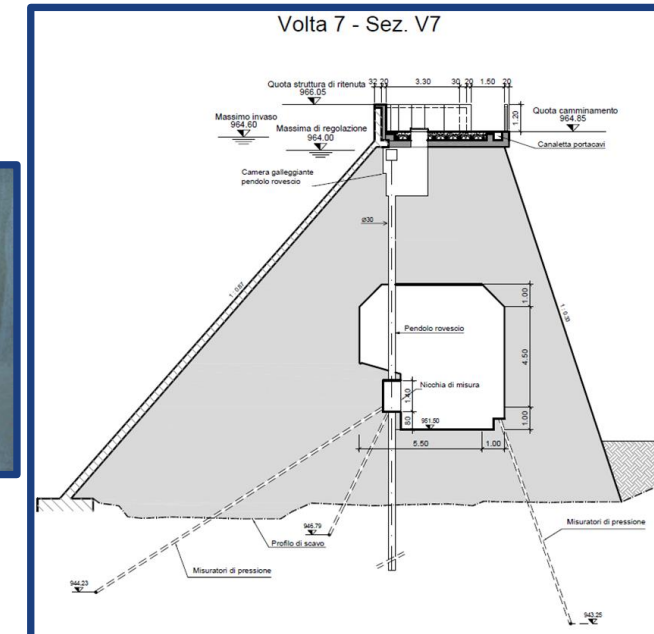
Tappo del freatimetro (misure  
manuali di livello)

Testa del piezometro

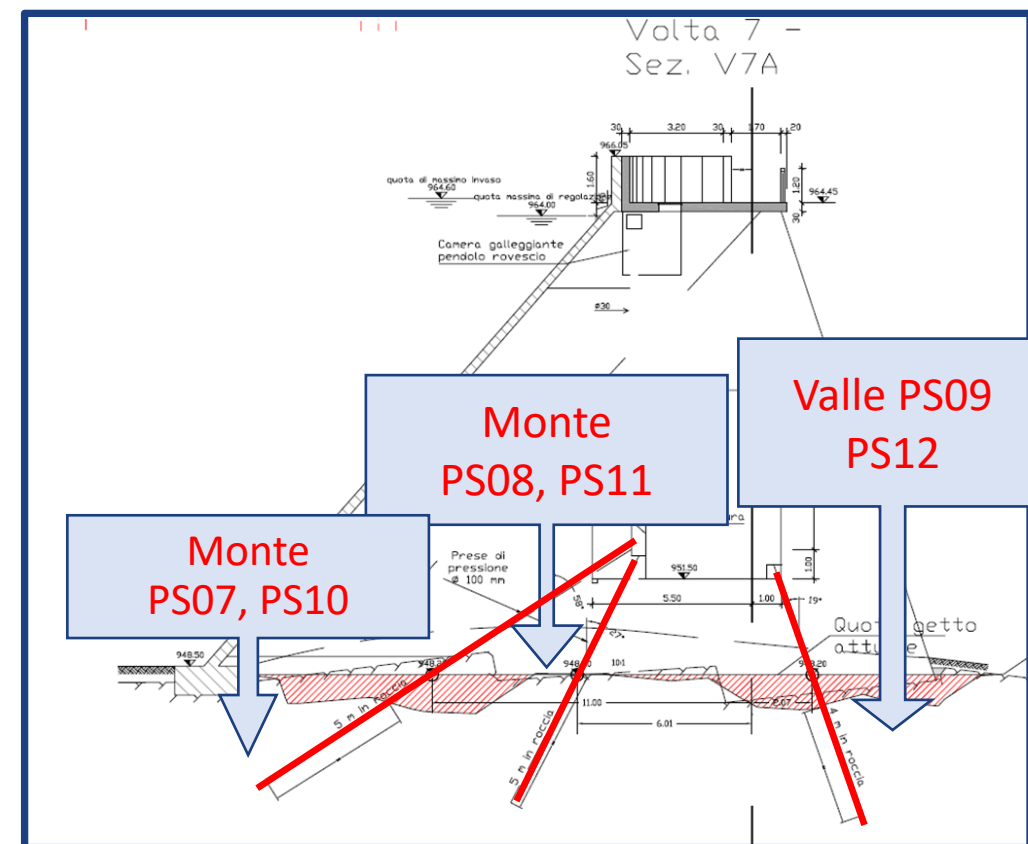
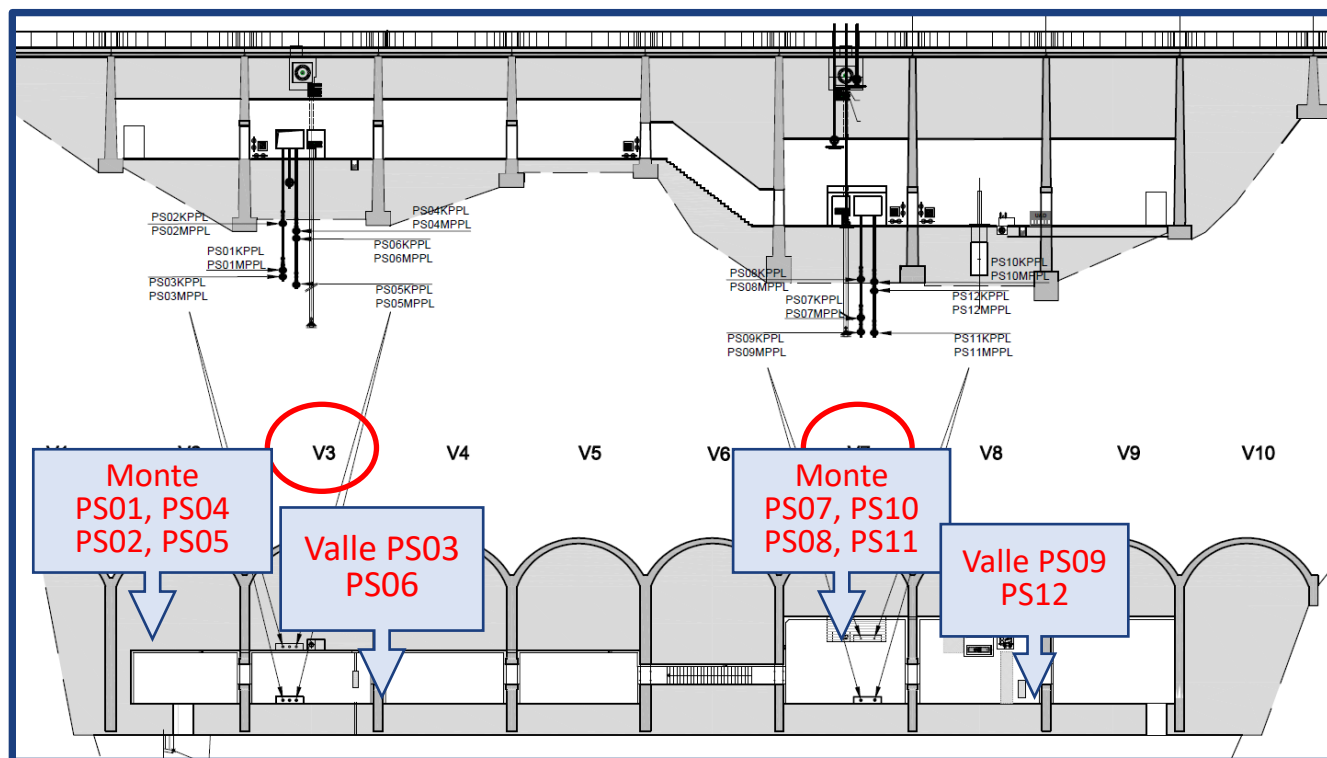
Scatola di derivazione per il  
collegamento  
al sistema  
di acquisizione

testa  
piezometri  
V7a

manometro  
PS07





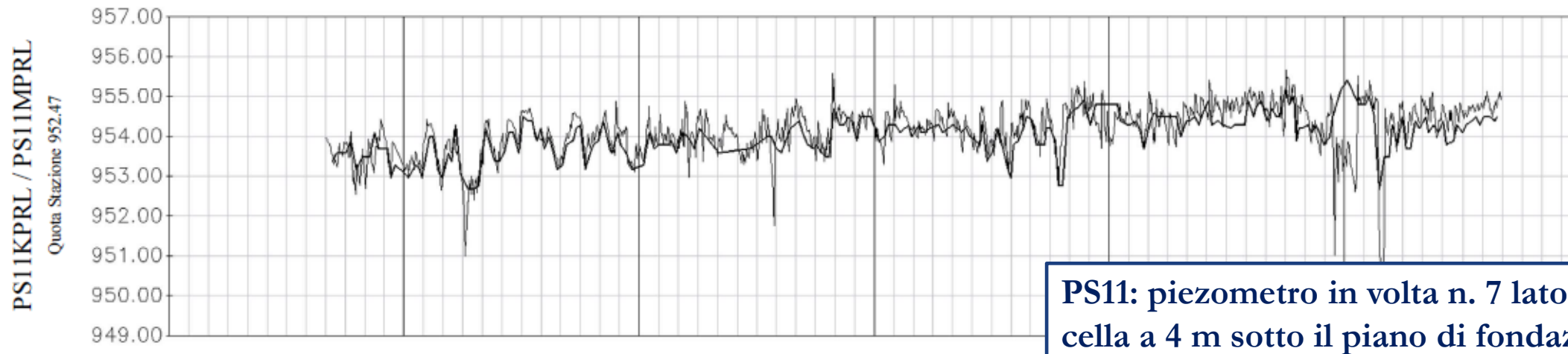
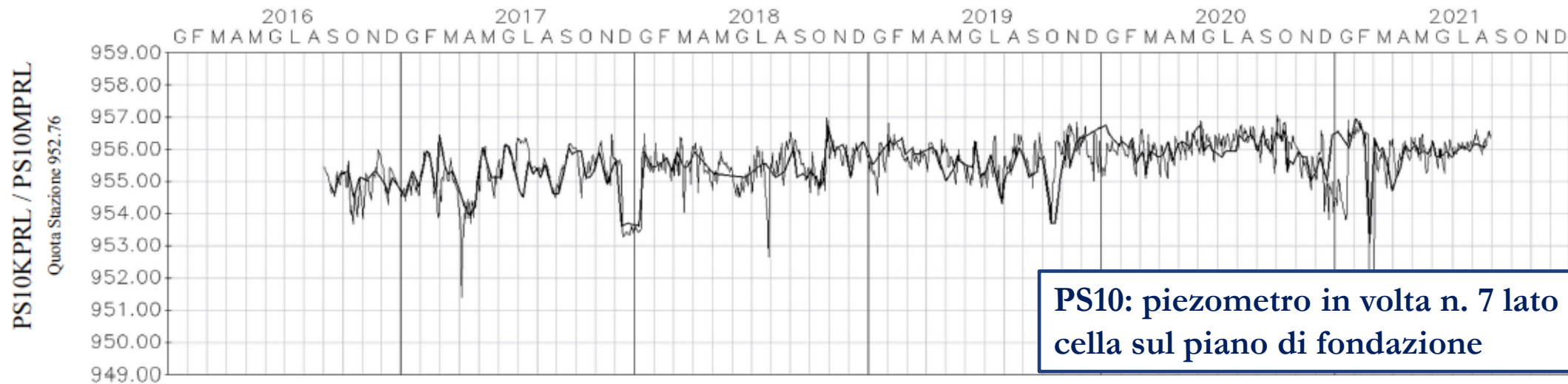


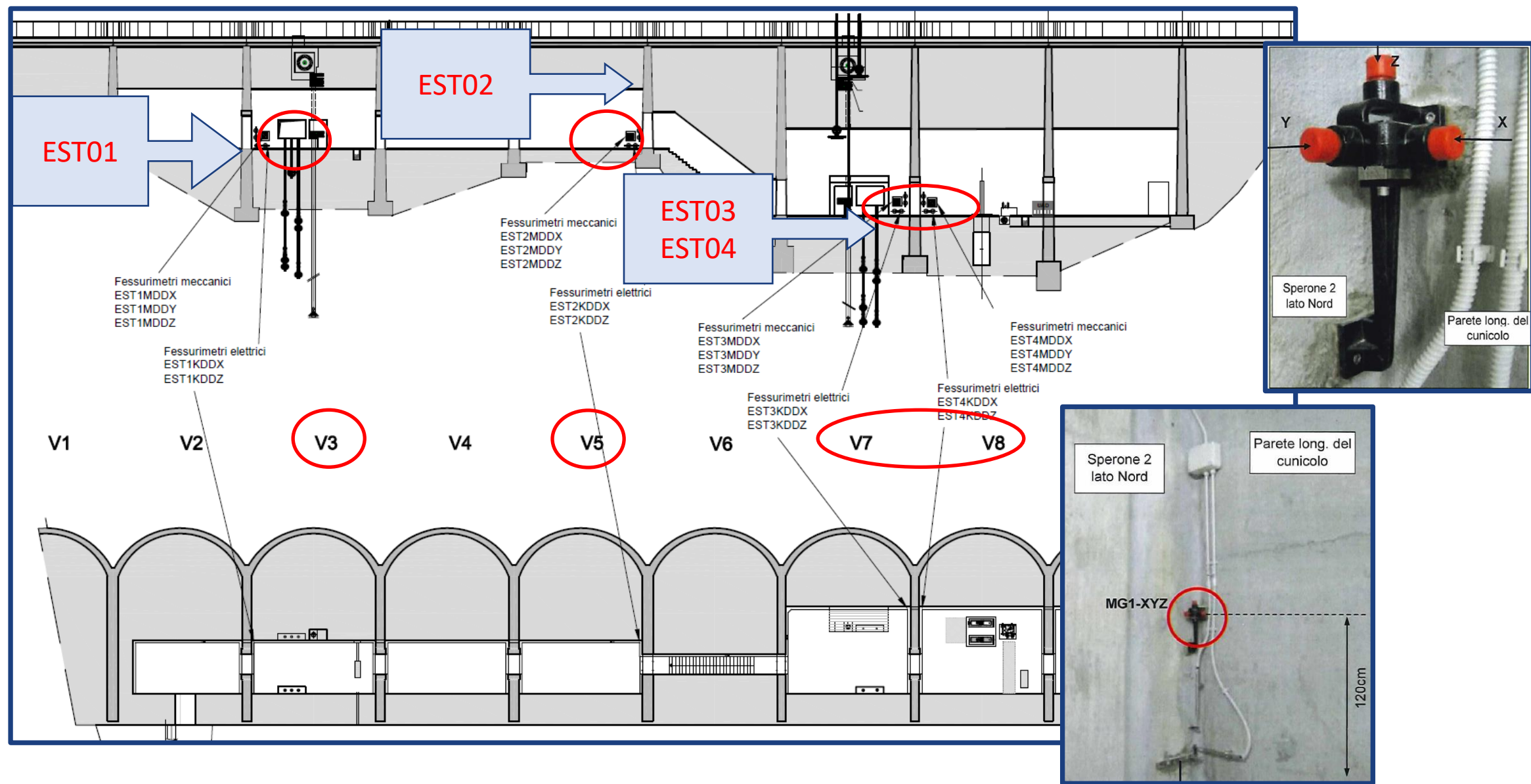
- volta n.3 e n.7 sono stati installati (in altrettanti fori) n. 12 piezometri per il rilevamento delle sottopressione
- n.6 piezometri nel vano della volta n. 3 e altri 6 nel vano della volta n.7

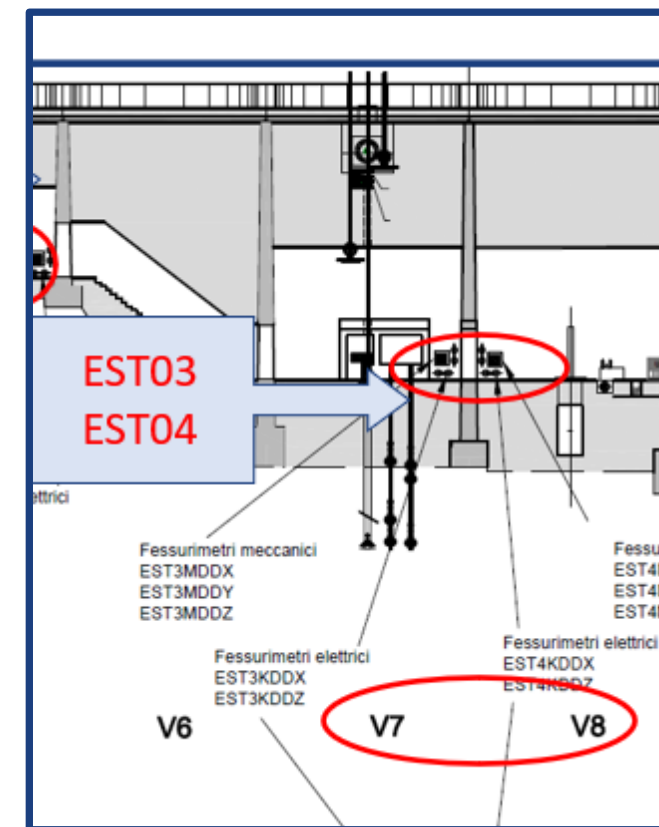
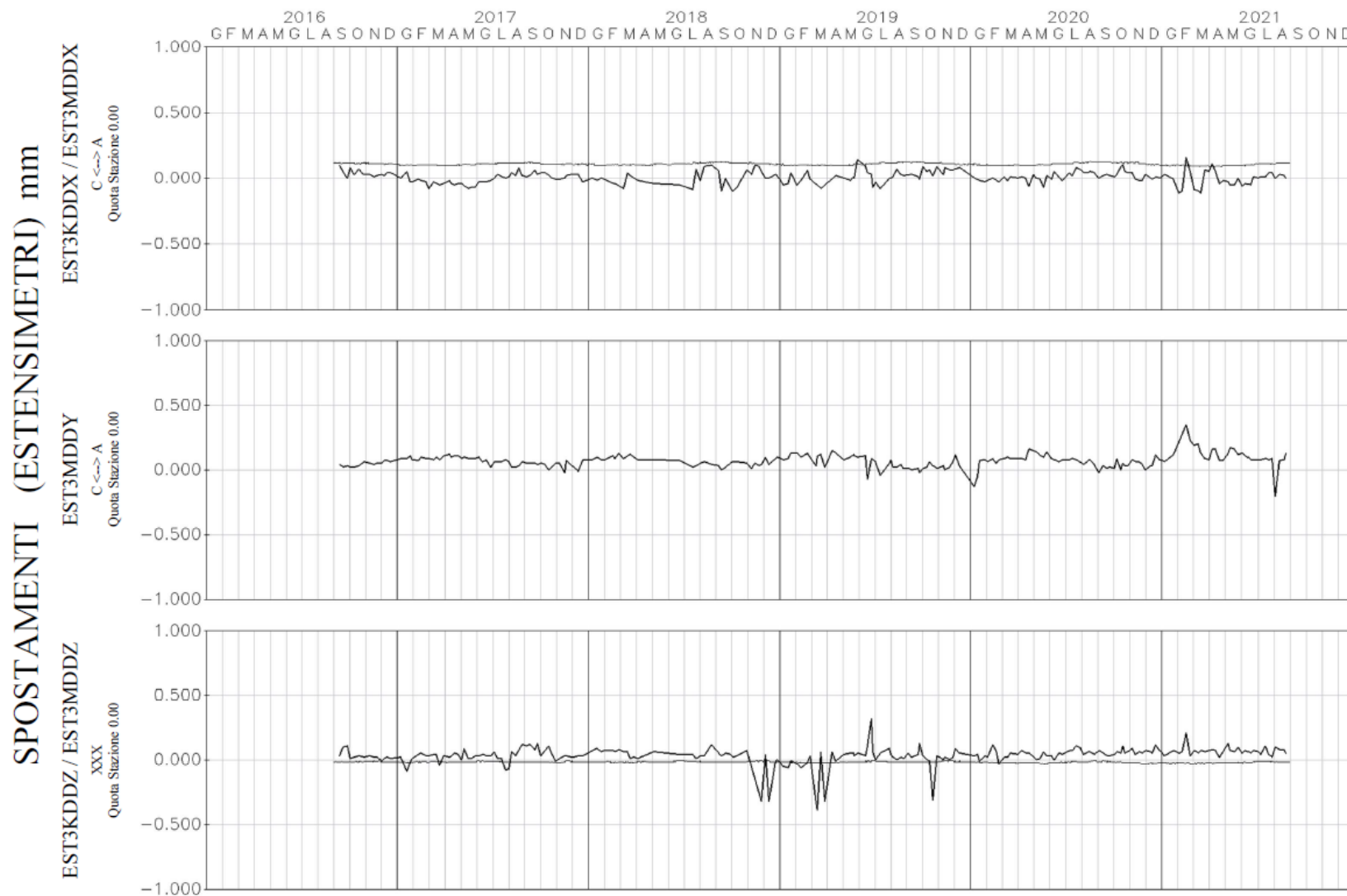
Blocco N./Sez	Presa N.	Posizione	inclinazione sull'orizz. (°)	Quota del pavimneto del cunicolo (m)
3/A	PS01	Perforazione inclinata verso monte. Intersezione con piano fondazione a ca.5.5m dal paramento di monte. Posa cella a prof. 4m dal piano fondazione.	44	956,5
3/A	PS02	Perforazione inclinata verso monte. Intersezione con piano fondazione a ca.8.5m dal paramento di monte. Posa cella su piano fondazione.	60	956,5
3/A	PS03	Perforazione inclinata verso valle. Intersezione con piano fondazione a ca.3m dal paramento di valle. Posa cella a prof. 4m dal piano fondazione.	73	956,5
3/B	PS04	Perforazione inclinata verso monte. Intersezione con piano fondazione a ca.5.5m dal paramento di monte. Posa cella su piano fondazione.	45	956,5
3/B	PS05	Perforazione inclinata verso monte. Intersezione con piano fondazione a ca.8.5m dal paramento di monte. Posa cella a prof. 5m dal piano fondazione.	63	956,5
3/B	PS06	Perforazione inclinata verso valle. Intersezione con piano fondazione a ca.3m dal paramento di valle. Posa cella su piano fondazione.	73	956,5
7/A	PS07	Perforazione inclinata verso monte. Intersezione con piano fondazione a ca.8.5m dal paramento di monte. Posa cella a prof. 4m dal piano fondazione.	35	951,5
7/A	PS08	Perforazione inclinata verso monte. Intersezione con piano fondazione a ca.12m dal paramento di monte. Posa cella su piano fondazione.	61	951,5
7/A	PS09	Perforazione inclinata verso valle. Intersezione con piano fondazione a ca.4m dal paramento di valle. Posa cella a prof. 3m dal piano fondazione.	64	951,5
7/B	PS10	Perforazione inclinata verso monte. Intersezione con piano fondazione a ca.8.5m dal paramento di monte. Posa cella su piano fondazione.	35	951,5
7/B	PS11	Perforazione inclinata verso monte. Intersezione con piano fondazione a ca.12m dal paramento di monte. Posa cella a prof. 4m dal piano fondazione.	61	951,5
7/B	PS12	Perforazione inclinata verso valle. Intersezione con piano fondazione a ca.4m dal paramento di valle. Posa cella su piano fondazione.	62	951,5

In ogni volta i 6 fori sono stati eseguiti con la seguente disposizione in pianta:

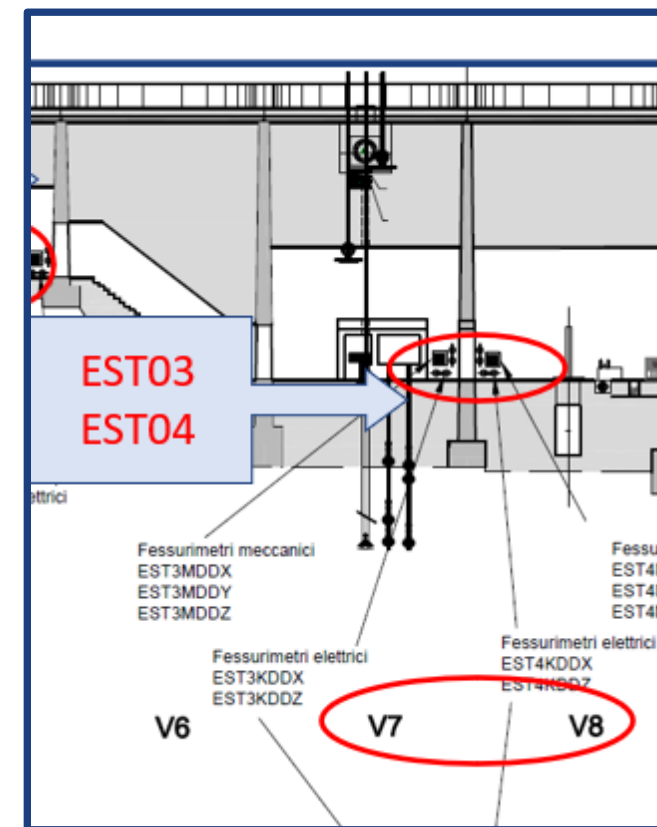
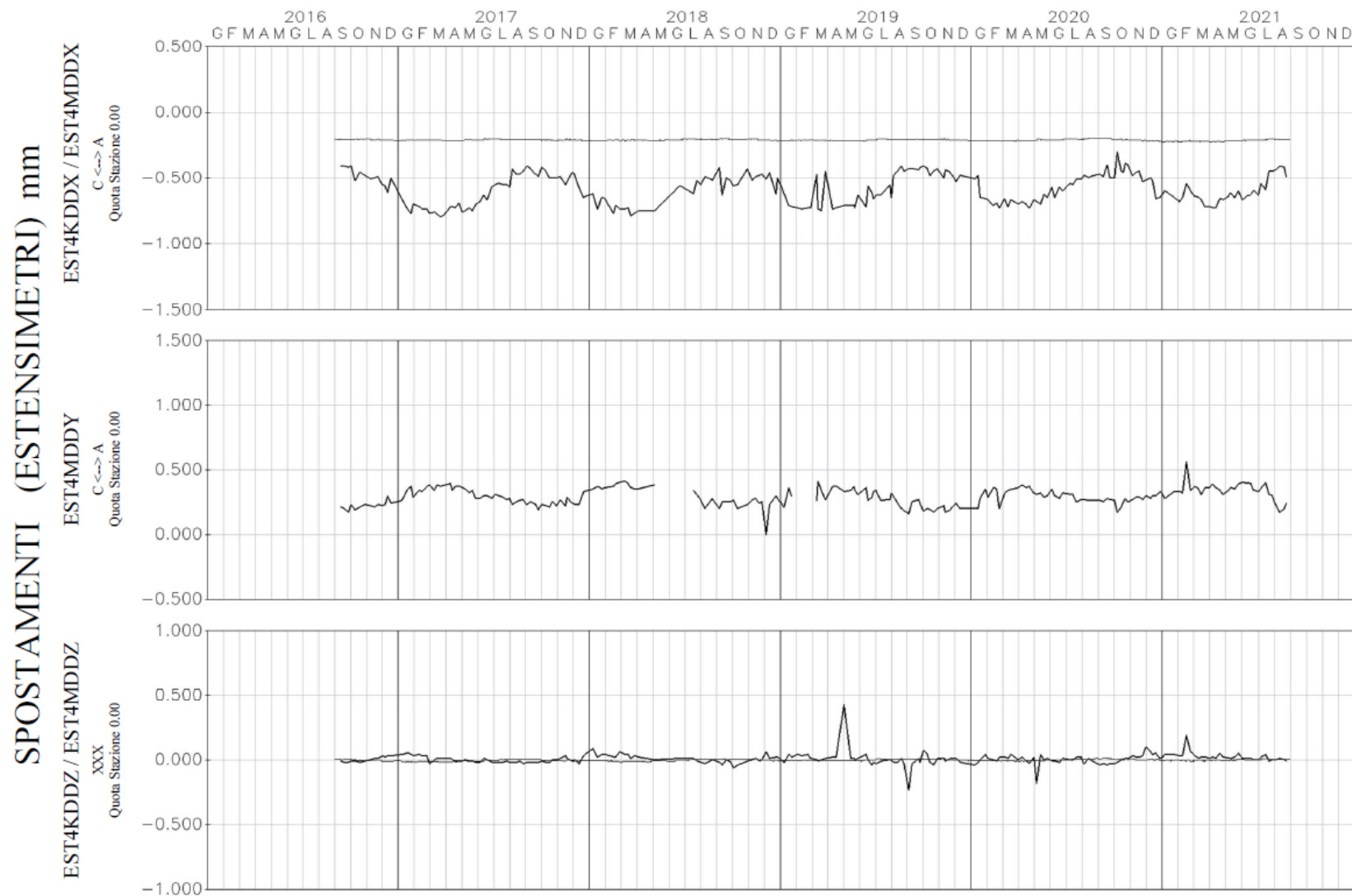
- n. 2 fori direzionati verso monte ed inclinati di circa 26° rispetto dalla verticale (per la lettura della pressione in corrispondenza del lato di monte)
- n. 2 fori inclinati verso monte di circa 45° alla verticale (per la lettura della pressione in corrispondenza del corpo centrale dell'invaso)
- n. 2 fori direzionati verso valle ed inclinati di circa 13° dalla verticale (per la lettura della pressione in corrispondenza del lato di valle)













Nell'attuazione del secondo ciclo di invasi sperimentali si è ritenuto utile prolungare il periodo di sosta a quota 964,00 m s.l.m., rispetto a quella indicata nel programma approvato, al fine di verificare ulteriormente il comportamento delle filtrazioni attraverso gli speroni e delle sottopressioni.

Il livello di invaso venne quindi mantenuto al di sopra di quota 963,55 m s.l.m. a partire dal giorno 15 novembre, fino al 20 dicembre 2011.

In data 23 dicembre 2011 il Concessionario trasmise alla Direzione Dighe il “Rapporto di monitoraggio al termine del secondo ciclo di invasi sperimentali”.

Il fenomeno delle filtrazioni e le sottopressioni dopo un transitorio si sono regolarizzate, attualmente è nella norma.



*Adesso cedo la parola all'Ing. Alfredo Rossi (Presidente della Commissione di Collaudo) che vi racconterà le evidenze e le azioni intraprese in fase di collaudo...*





***Grazie a tutti voi per l'ascolto!***

*( ...e grazie in particolare a Silvio e Vincenzo, per il supporto e per tutti i sorrisi,  
anche quelli nascosti dietro le mascherine)*