



Diga S. Giacomo di Fraele

Monitoraggio e vigilanza

Ing. Paolo Valgoi – A2A S.p.A./Generazione/Impianti Idroelettrici

Bormio, 26 settembre 2019

┌ CONSISTENZA MONITORAGGIO ANTE LAVORI

┌ CONSISTENZA MONITORAGGIO POST LAVORI

┌ EFFETTI DELL'INTERVENTO: ANALISI MISURE PIEZOMETRICHE

┌ ANALISI COMPORTAMENTO DELL'OPERA

┌ VIGILANZA DELLA DIGA

┌ CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Monitoraggio della diga –ante lavori



Tipologia misure:

DA FCEM

1. Dati idro-meteo: livello invaso, temperature, pioggia, neve, ghiaccio, portate derivate
2. Perdite (lato monte in corpo diga ed in fondazione);
3. Collimazione: 27 pt a frequenza quindicinale;
4. Pendoli rovesci: n. 6 pendoli per 9 postazioni di misura a frequenza quindicinale;
5. Sottopressioni: n. 37 postazioni nelle sole teste degli speroni a lettura solo automatica
6. Termometri nel cls pilone 2 (n. 15) e pilone 16 (n. 16)

ESEGUITE OCCASIONALMENTE

1. Apertura fessure: 16 pt
2. Controllo altimetrico dello sbarramento: 80 pt
3. Controllo topografico dei versanti: 18 pt plano-altimetrici
4. Giunti: n. 5 Galileo + 7x3 triassiali
5. Argine coda lago: perdite + collimazione (28 pt) + pendolo

Monitoraggio della diga –post lavori



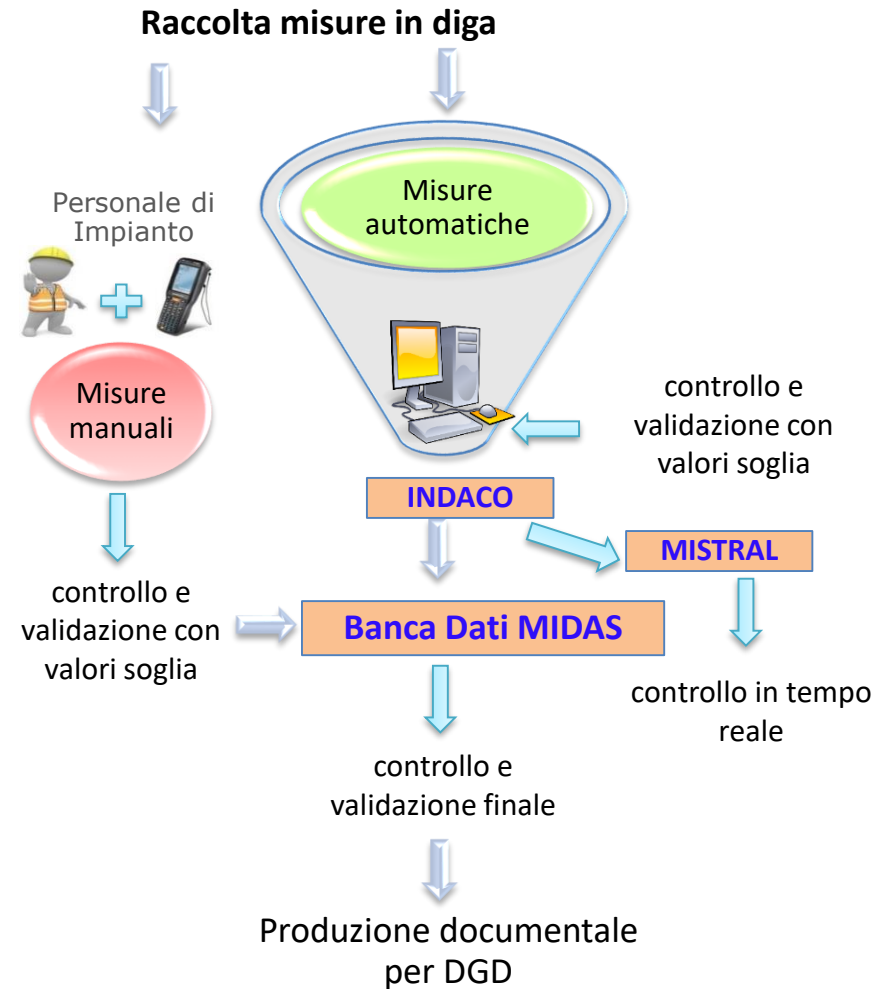
Misure manuali da FCEM

- Grandezze idrometeorologiche;
- Perdite;
- Spostamenti planimetrici (*collimazione trimestrale*);
- Spostamenti planimetrici (*pendoli rovesci mensili*);
- Sottopressioni (freatimetro o manometro);
- Apertura fessure;

Misure automatiche da FCEM

- Grandezze idrometeorologiche;
- Perdite;
- Spostamenti planimetrici (pendoli rovesci);
- Sottopressioni (sensori piezometrici);
- Temperatura interna della massa muraria.

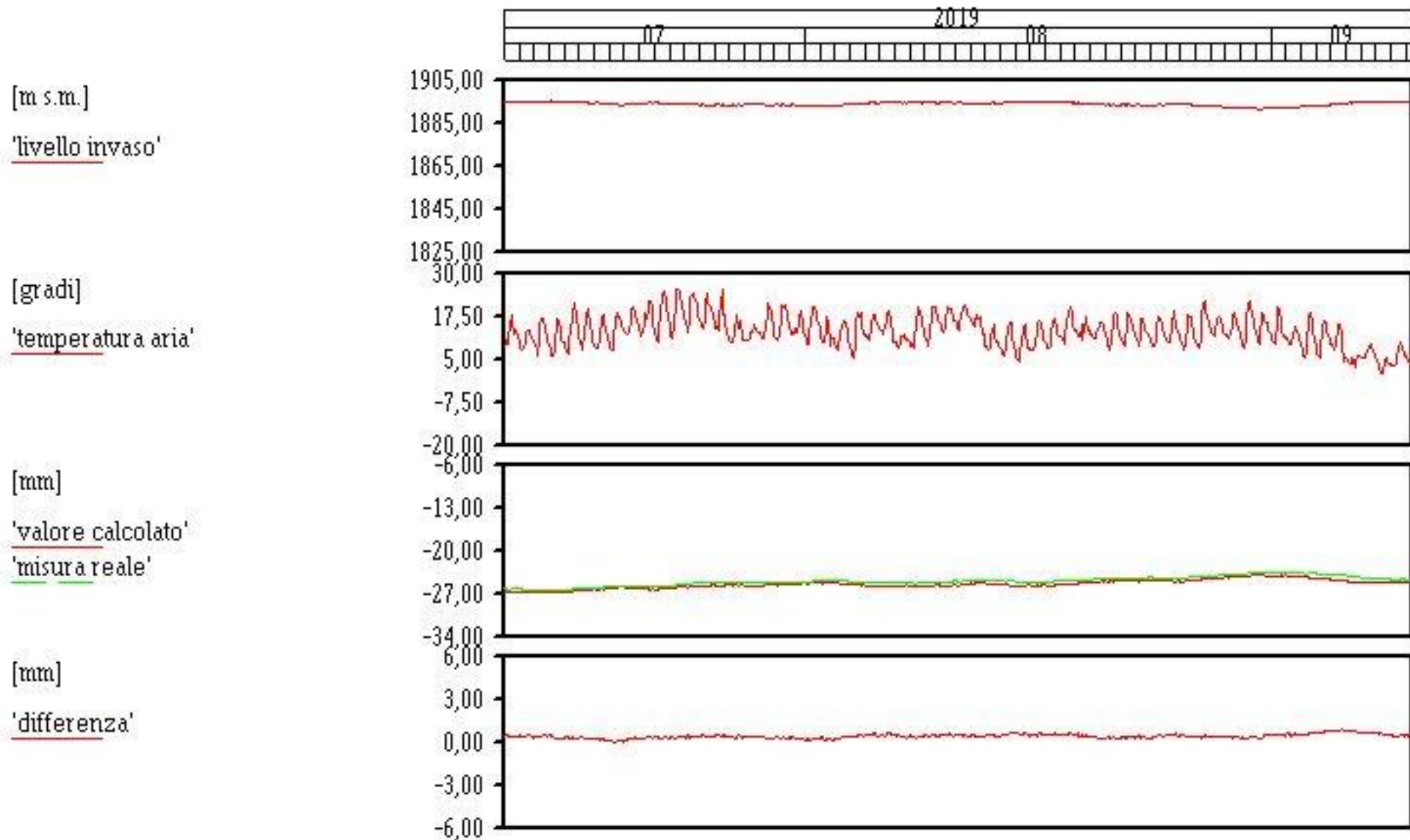
Modalità di acquisizione e raccolta dati



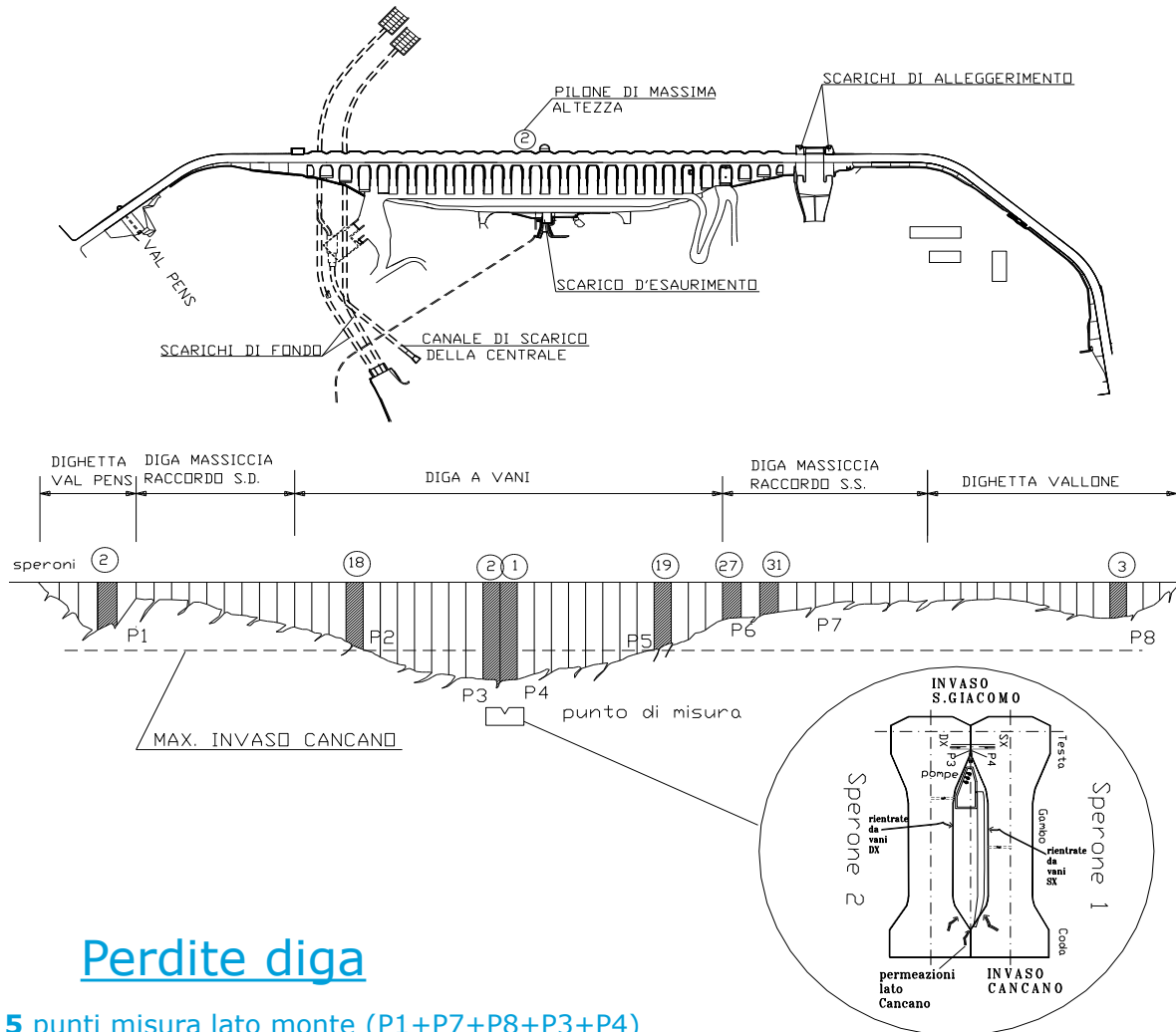
Monitoraggio della diga –post lavori



Grafici Mistral

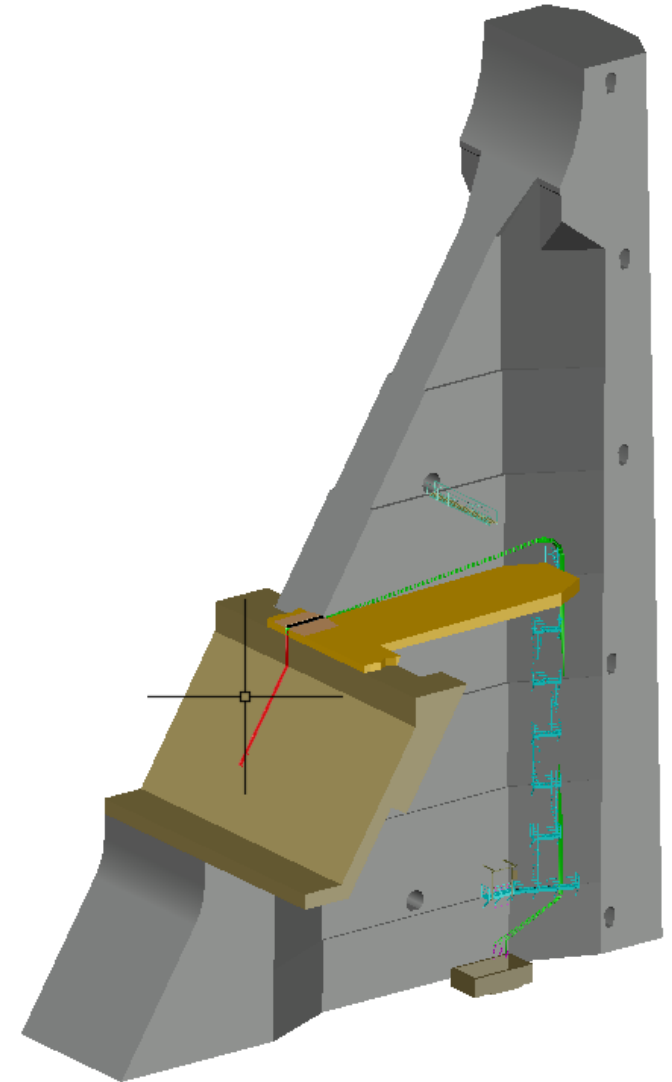


Schemi attuale strumentazione di monitoraggio



Perdite diga

- n. 5 punti misura lato monte (P1+P7+P8+P3+P4)
- +n. 1 punto lato valle
- 1 pt fondazione + misure parziali in altri n punti



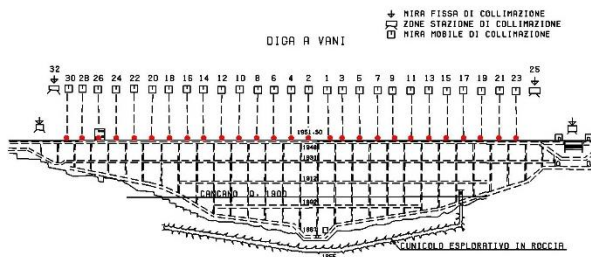
Schemi attuale strumentazione di monitoraggio



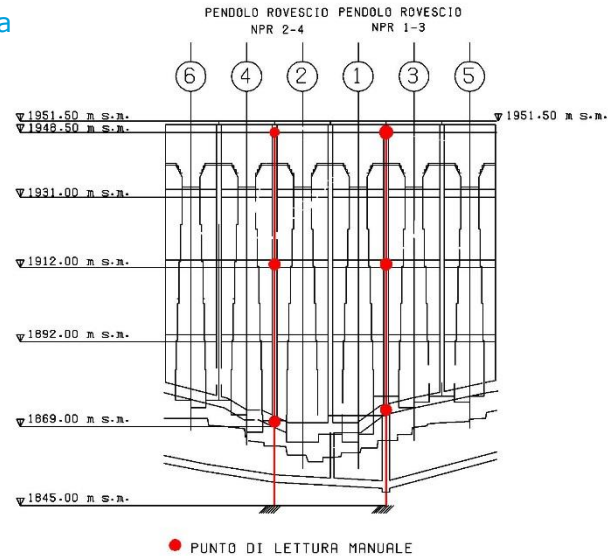
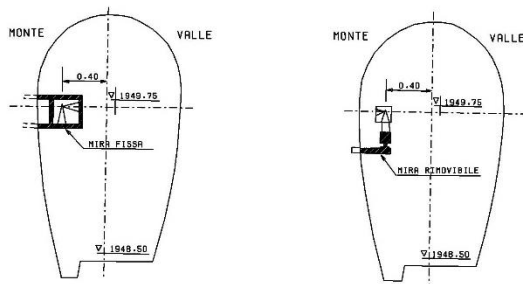
Spostamenti planimetrici

Pendoli: n° 5 fili con **11** postazioni a lettura manuale e **5** automatiche

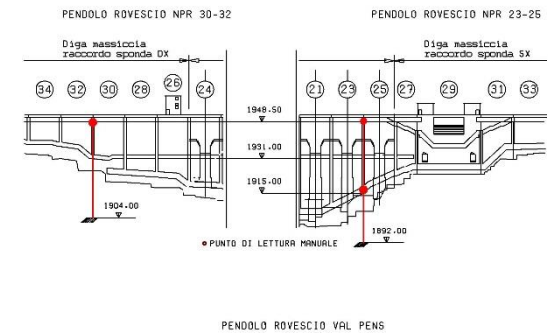
Collimazione cunicolo superiore: **27** punti misura



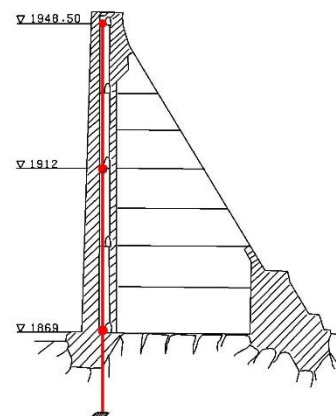
SEZIONI CUNICOLO



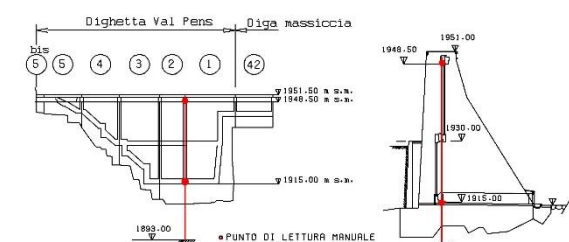
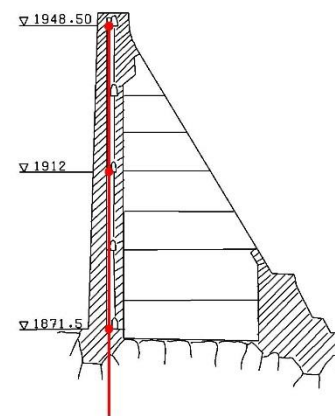
SCHEMA PENDOLI LATERALI E VAL PENS



PENDOLO ROVESCIO NPR 2-4



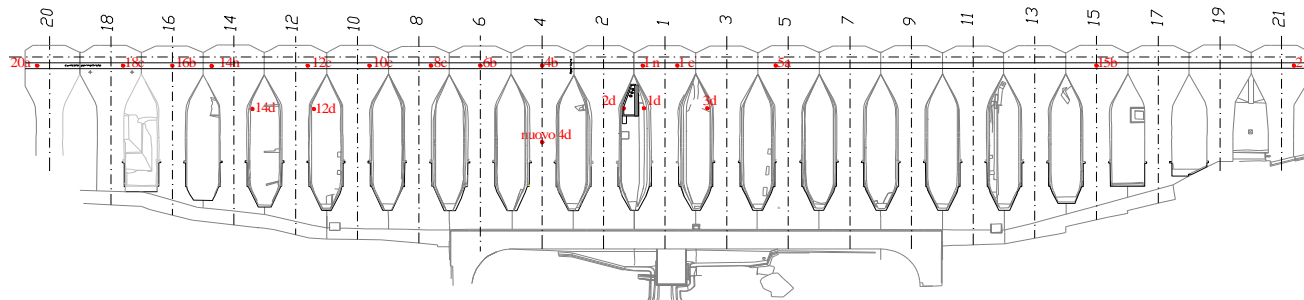
PENDOLO ROVESCIO NPR 1-3



Schemi attuale strumentazione di monitoraggio

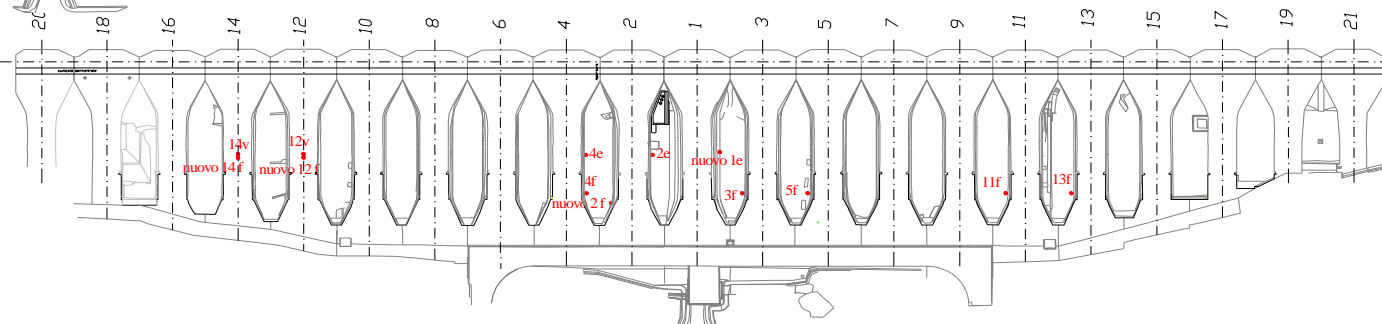


Sottopressioni

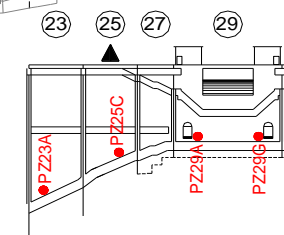
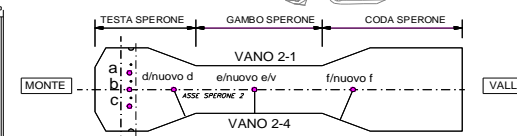
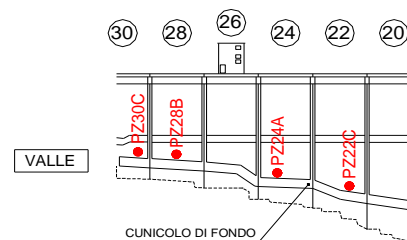
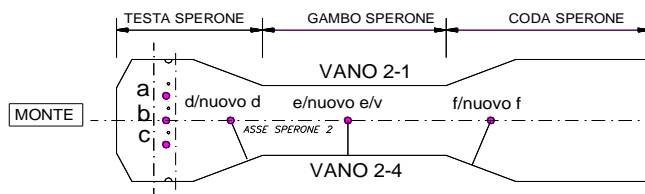
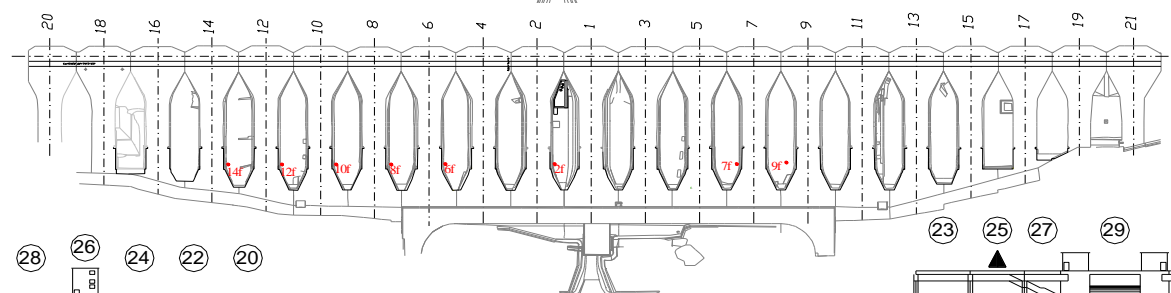


Teste speroni: **20** postazioni a lettura automatica

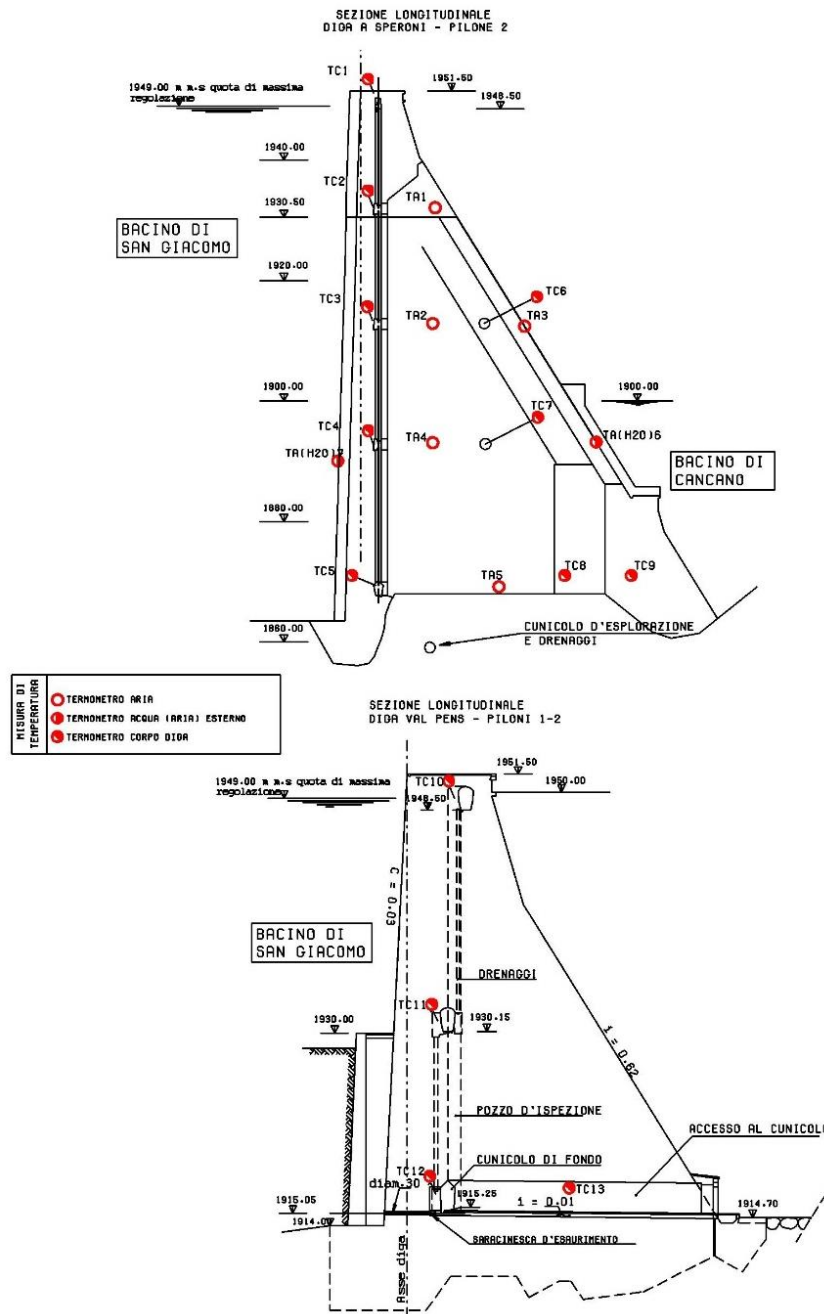
Gambi e code speroni: **13** postazioni a lettura automatica



Teste e code speroni: **16** postazioni a lettura automatica
da eseguirsi per livelli invasi:
Cancano > 1895 m s.m.
San Giacomo > 1944 m s.m.



Schemi attuale strumentazione di monitoraggio

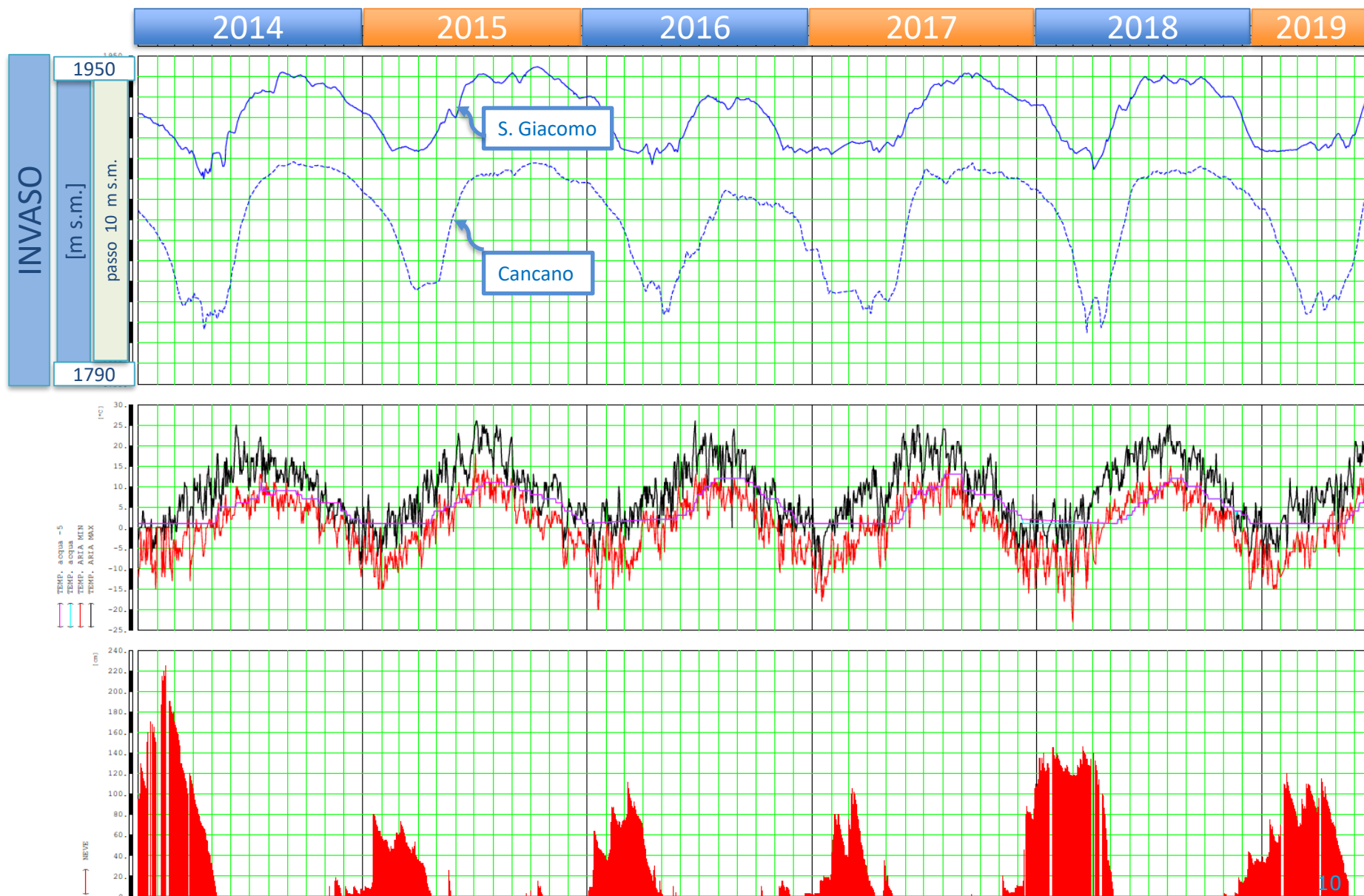


Termometri

Sperone 2 n. 16 totali: **9** cls, **5** aria, **2** aria/acqua sui paramenti

Val Pens: **4** cls

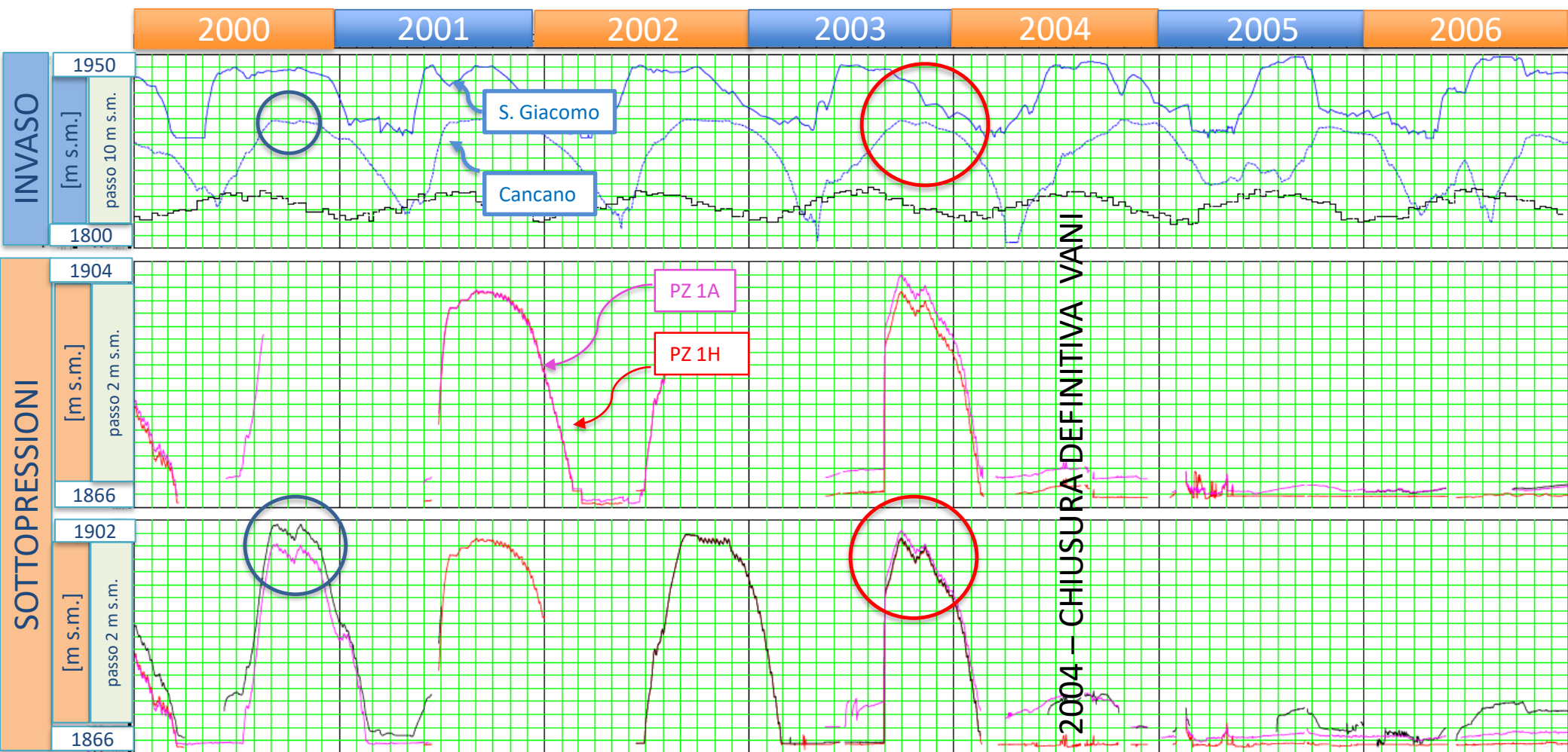
GESTIONE DEI LAGHI E GRANDEZZE IDROMETEO:



Speroni centrali
di max. altezza

MISURE PIEZOMETRICHE:

Correlazione con invaso di monte e di valle

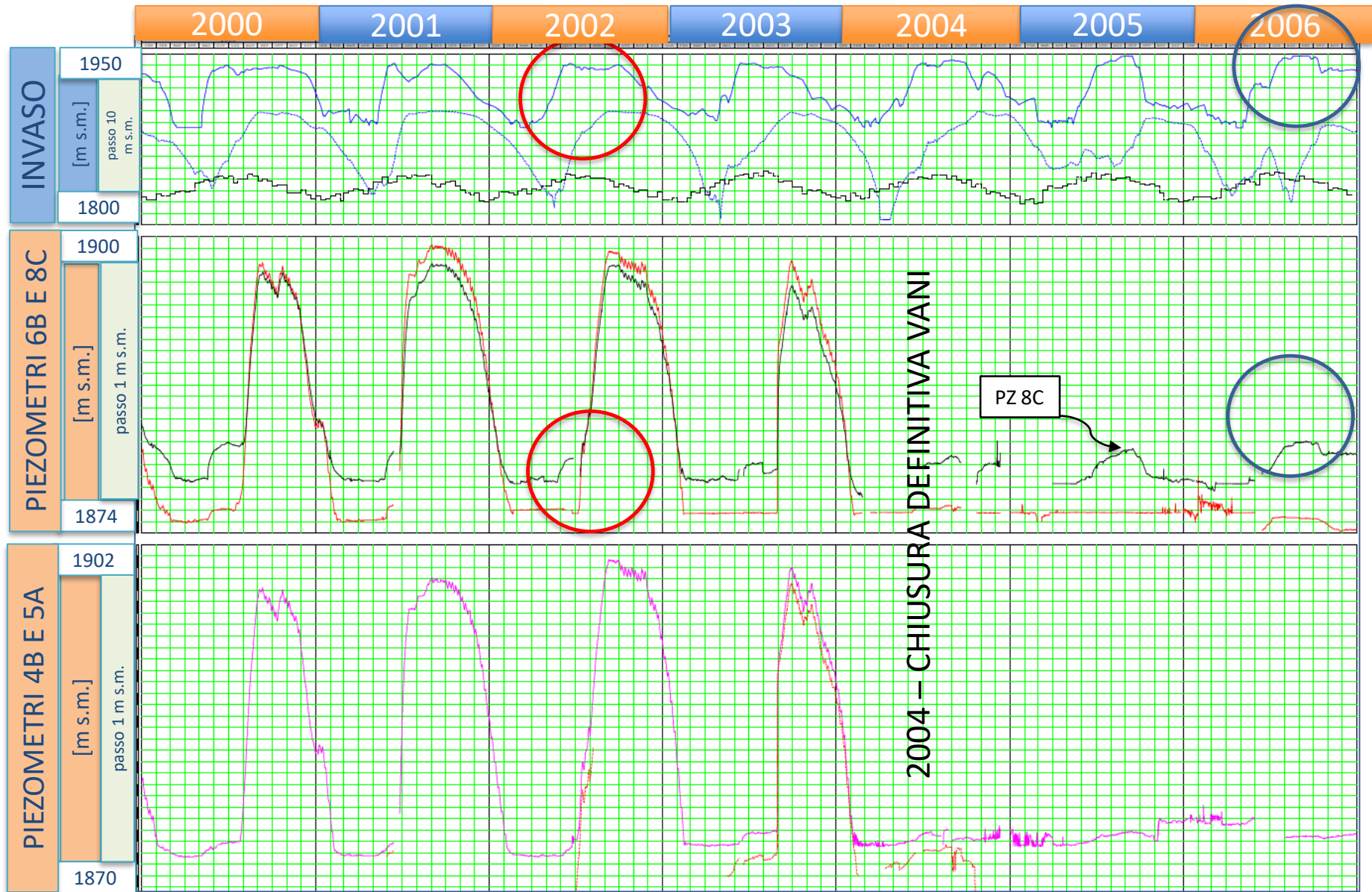


Effetto intervento manutentivo

Speroni centrali
n. 4-5-6-8

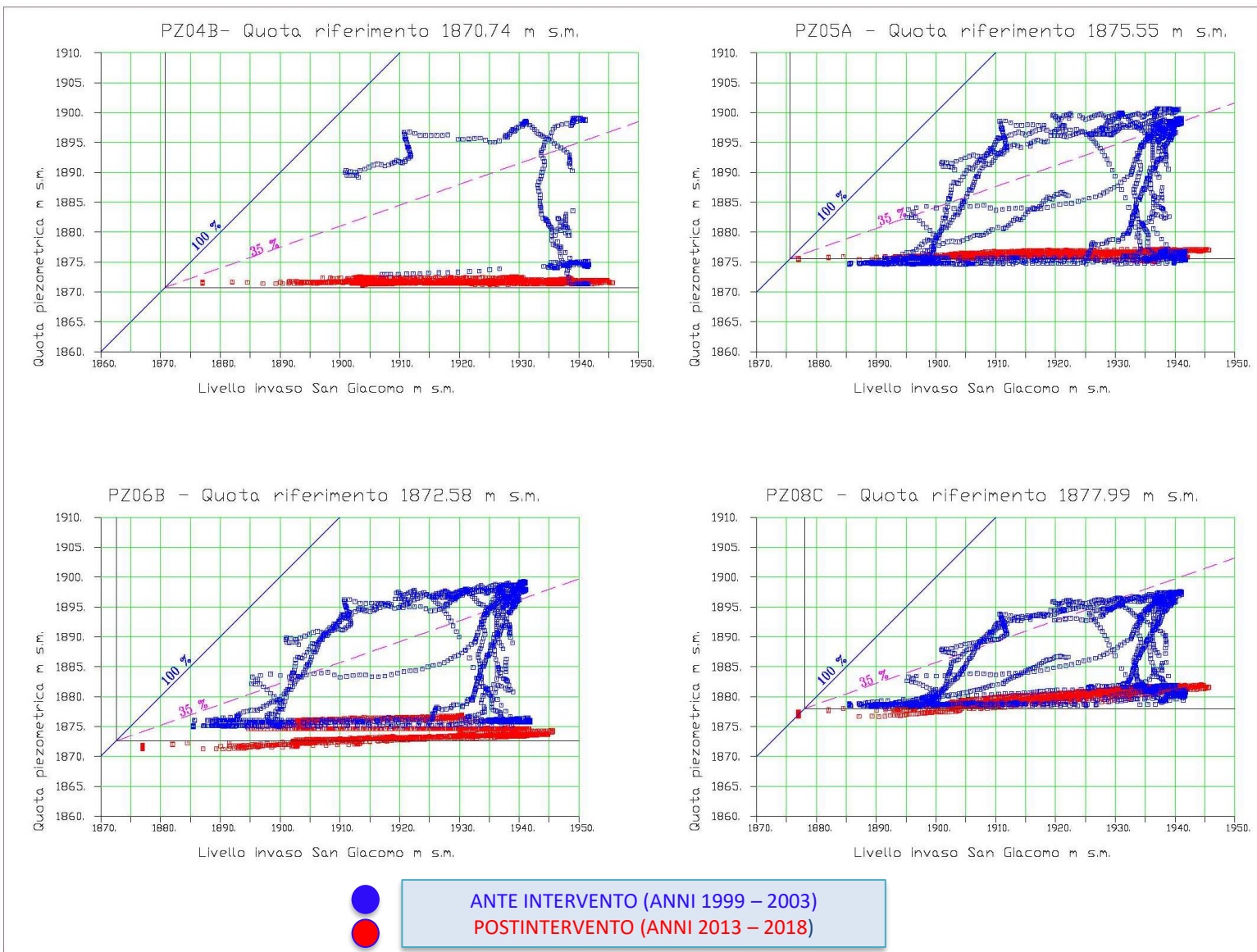
MISURE PIEZOMETRICHE:

Correlazione con invaso di monte e di valle



Speroni centrali

MISURE PIEZOMETRICHE: Correlazione con invaso San Giacomo

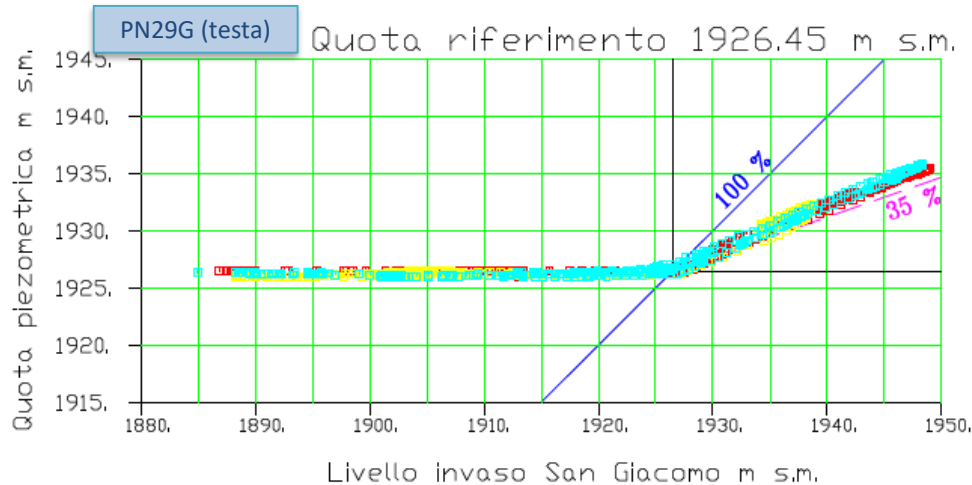
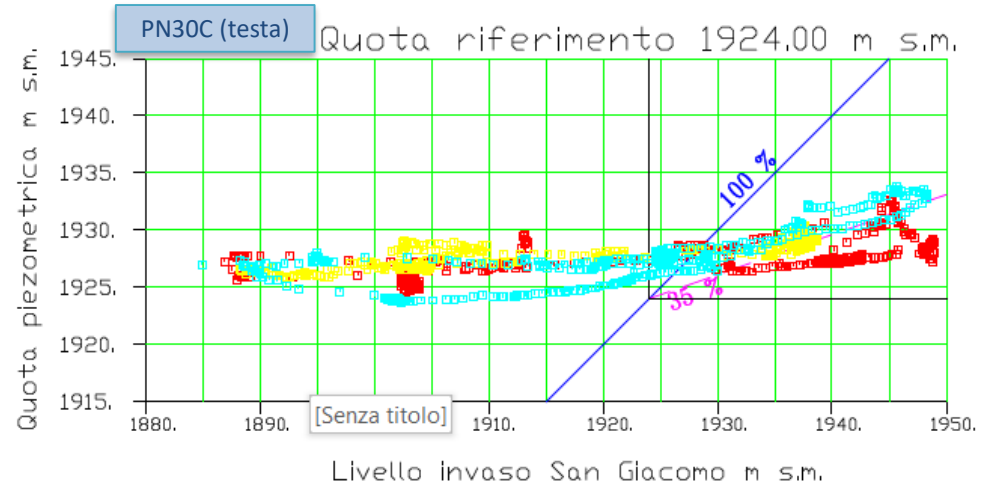
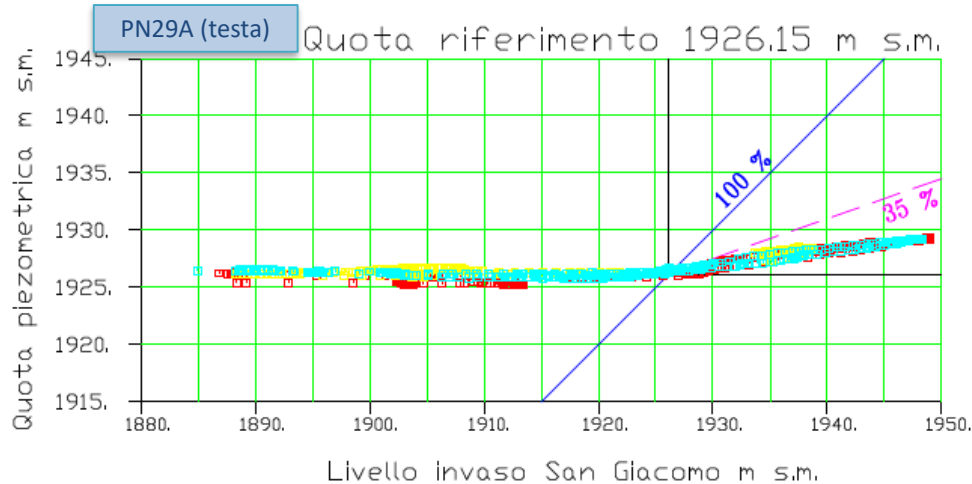


Effetto intervento manutentivo

MISURE PIEZOMETRICHE: Correlazione con invaso San Giacomo



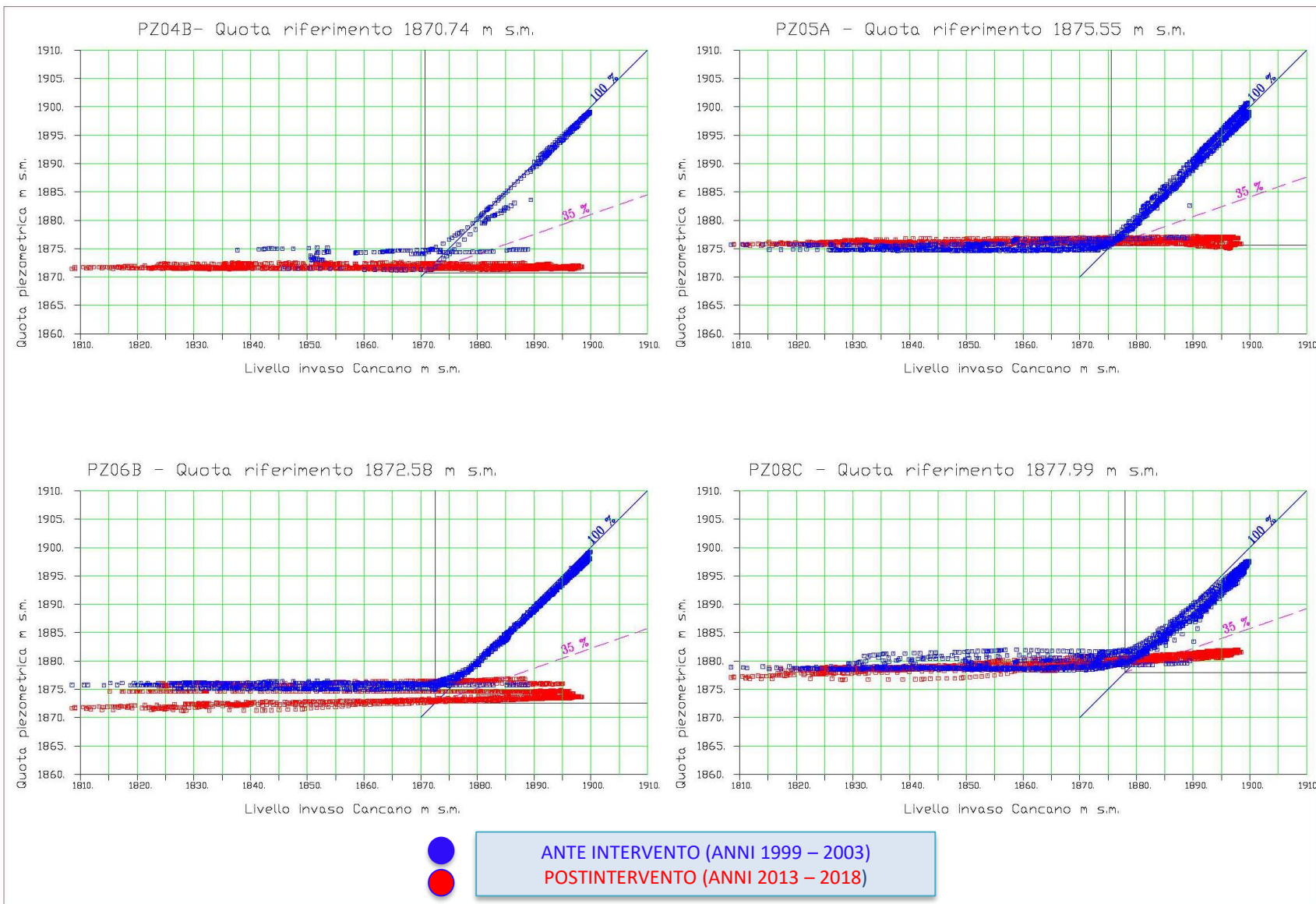
Speroni laterali 29 e 30



- Anno 2010
- Anno 2009
- Anno 2008

Speroni centrali

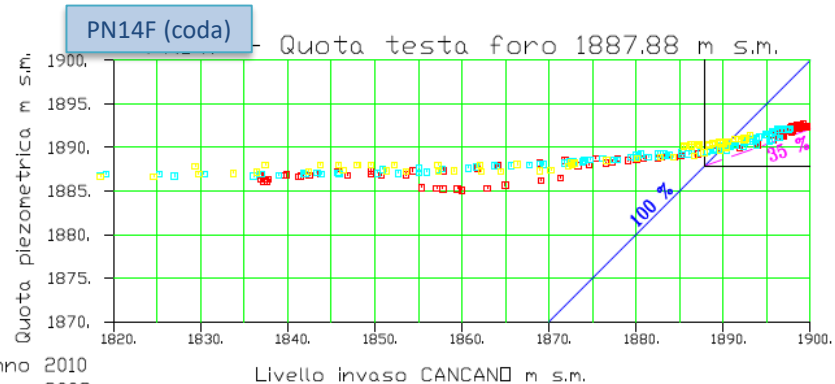
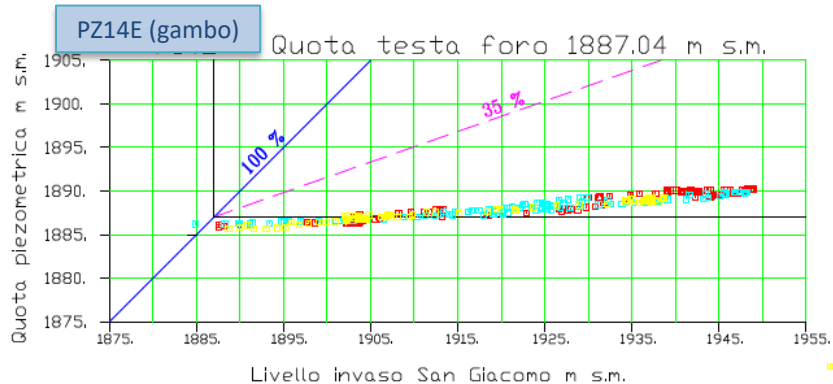
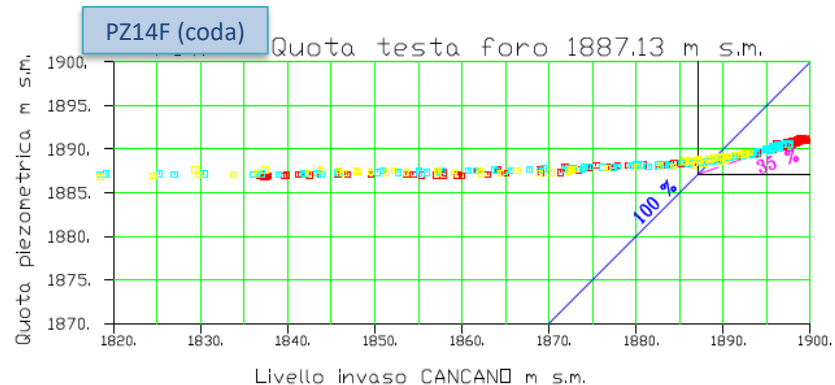
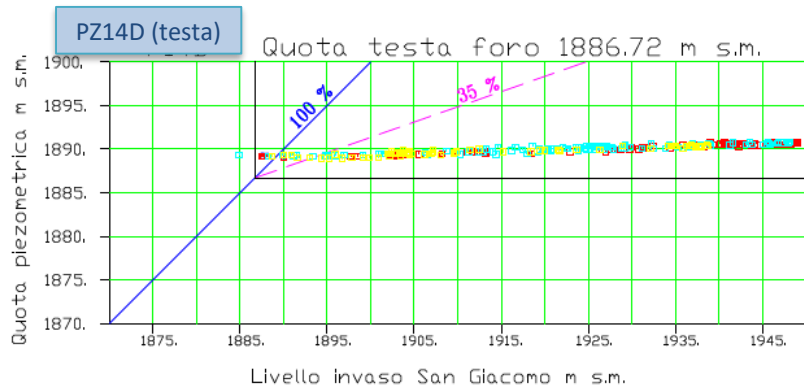
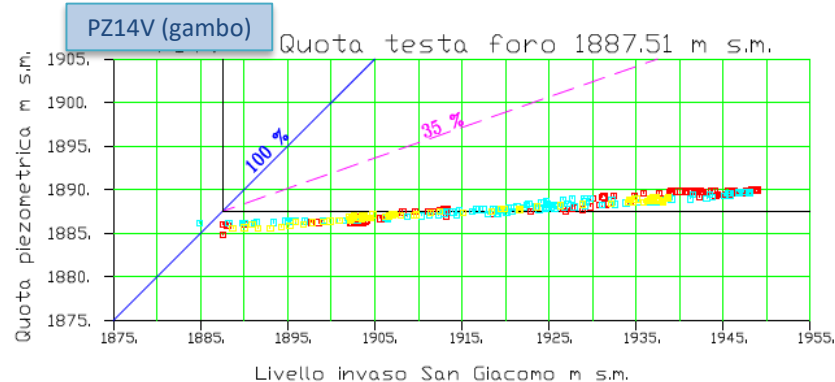
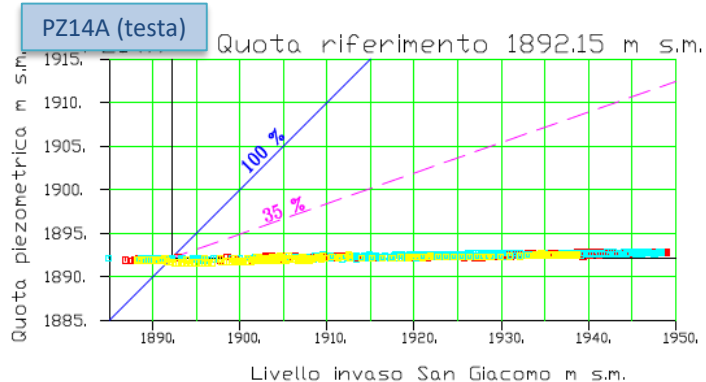
MISURE PIEZOMETRICHE: Correlazione con invaso Cancano



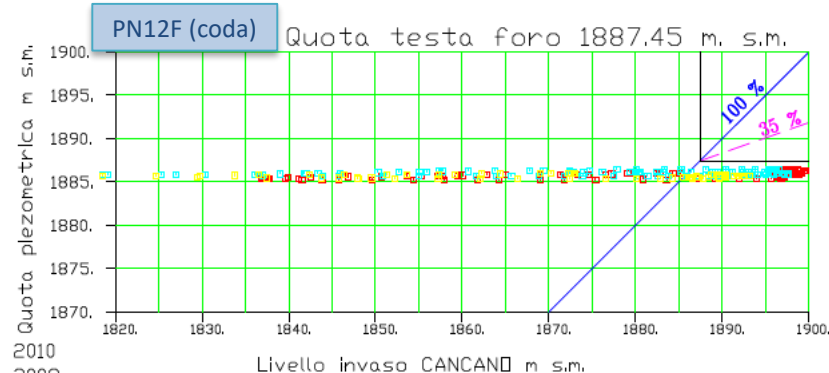
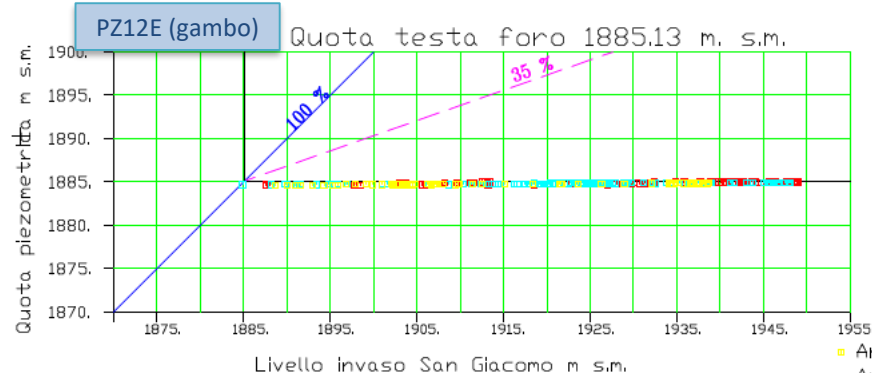
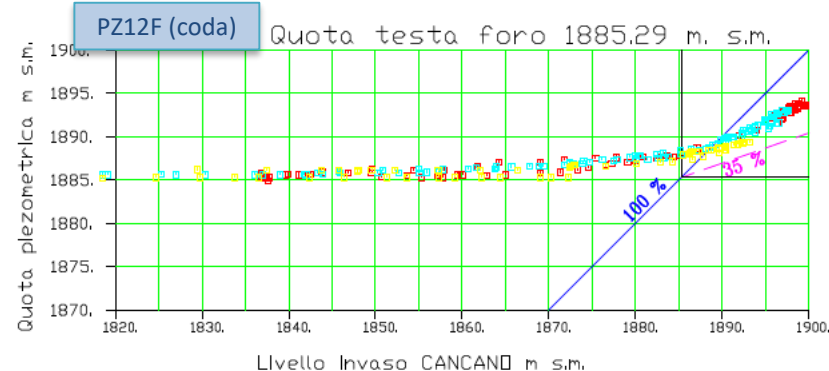
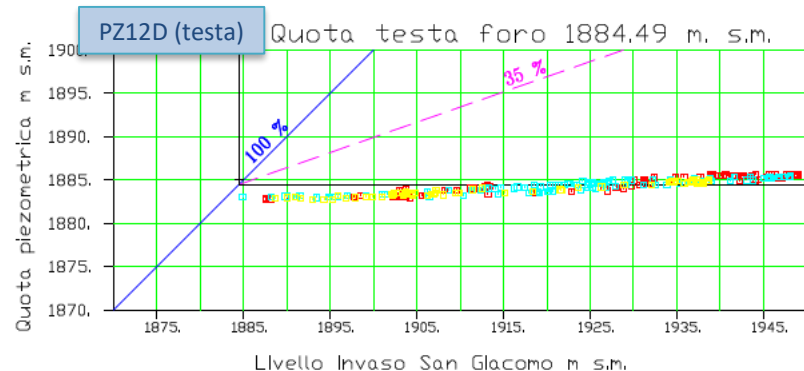
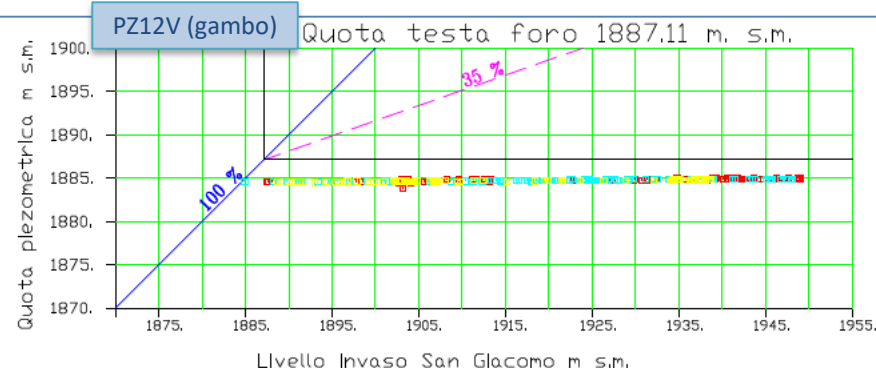
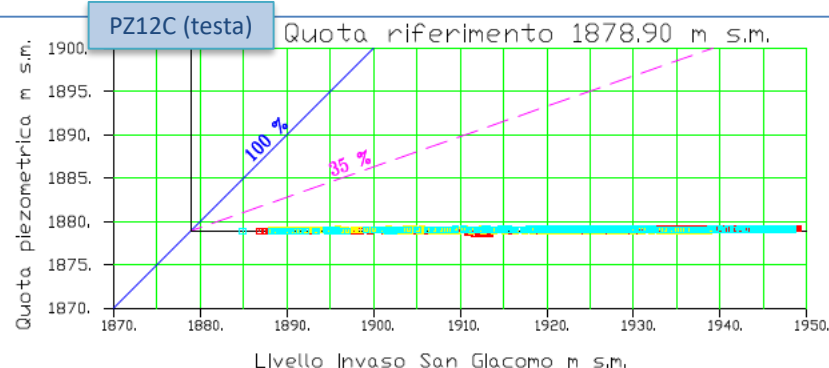
Sperone 14

MISURE PIEZOMETRICHE:

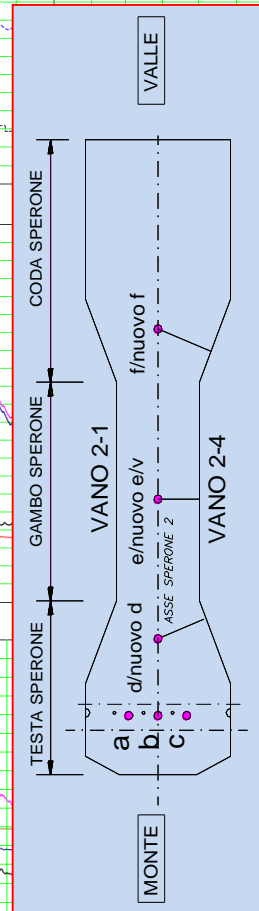
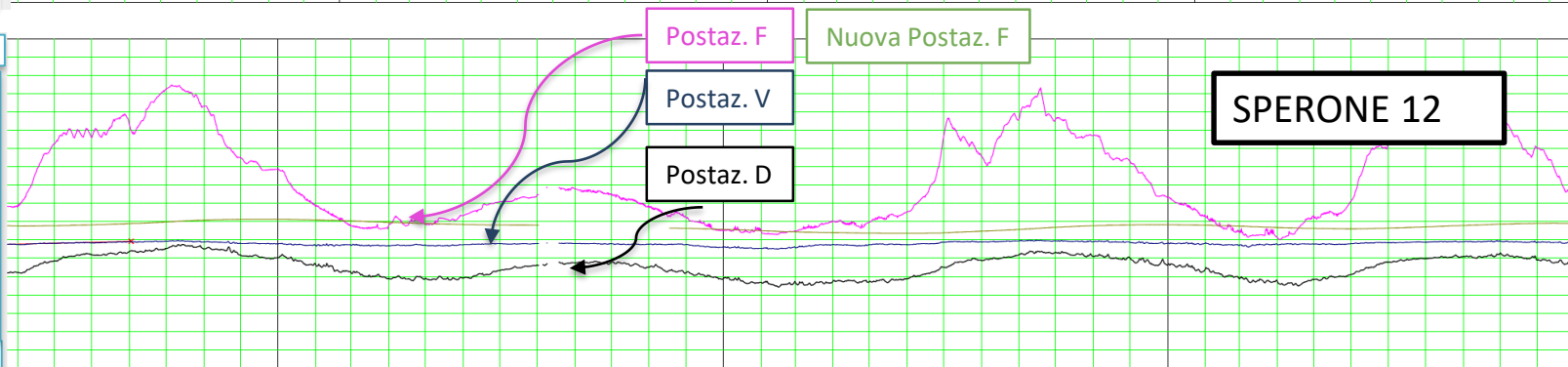
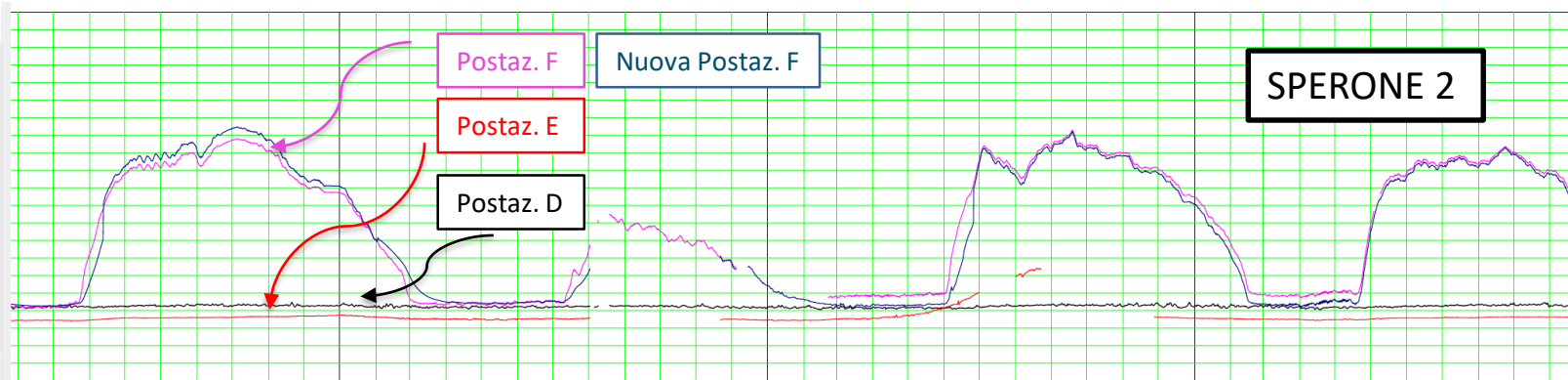
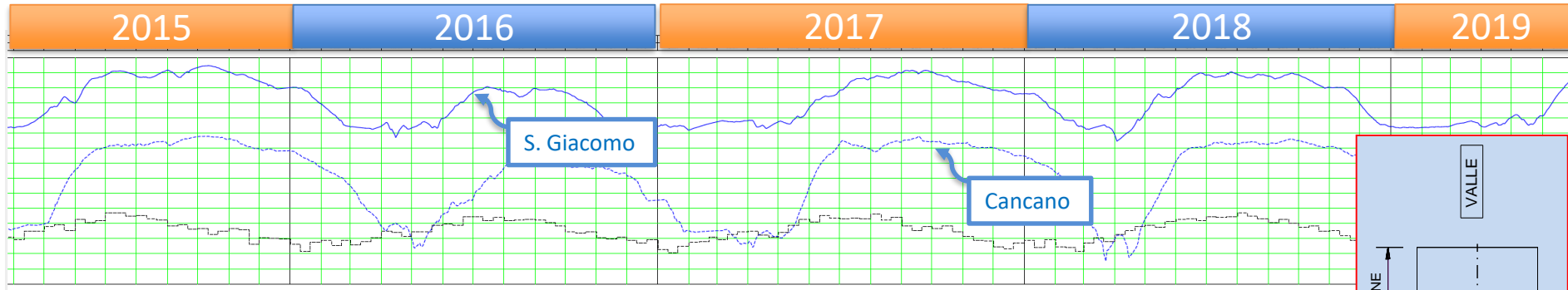
Correlazione con invasi San Giacomo e Cancano



■ Anno 2010
■ Anno 2009
■ Anno 2008



■ Anno 2010
■ Anno 2009
■ Anno 2008



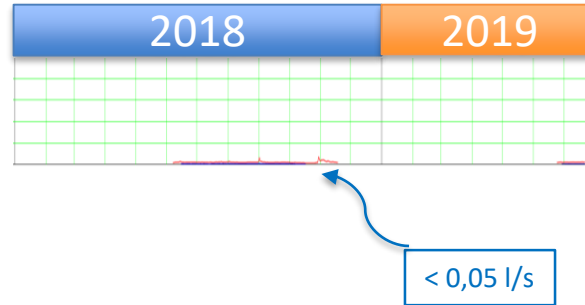
Analisi comportamento dell'opera PERDITE DIGA



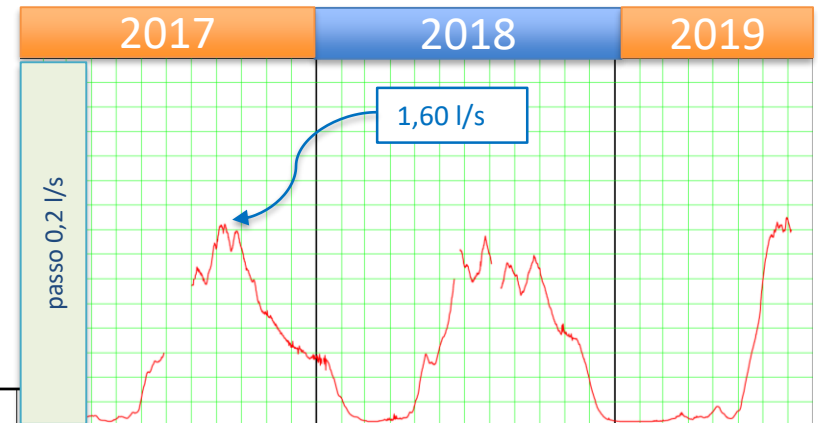
Dighetta laterale Vallone



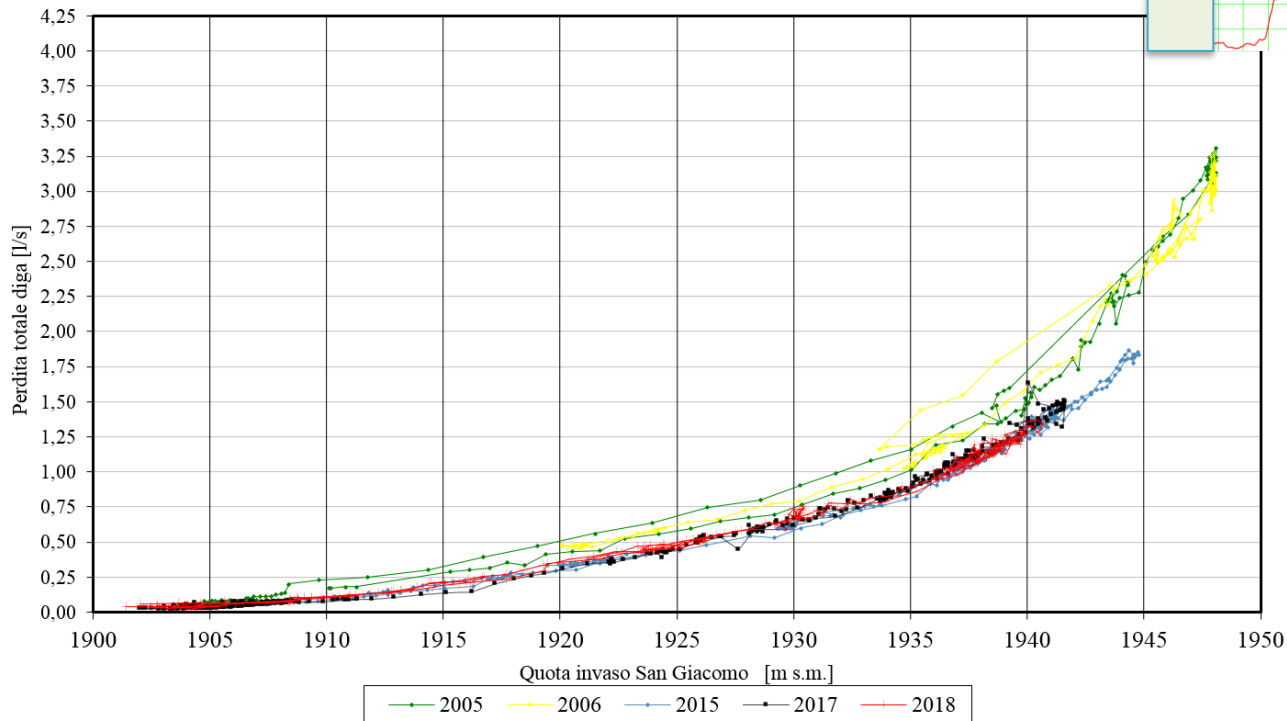
Dighetta laterale Val Pens



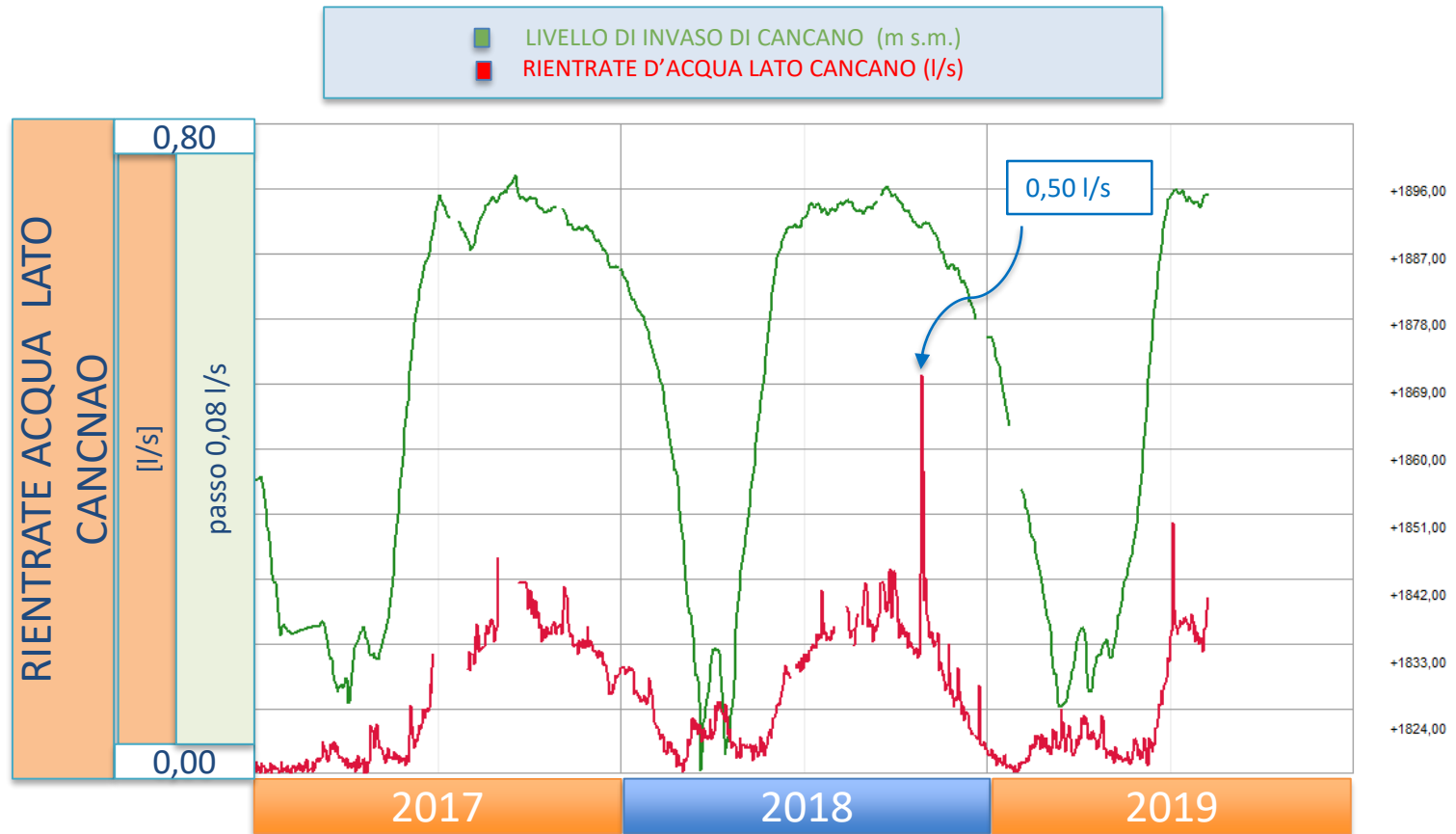
Dighetta principale a gravità alleggerita



PERDITE TOTALI DIGA



PERDITE DIGA LATO CANCANO

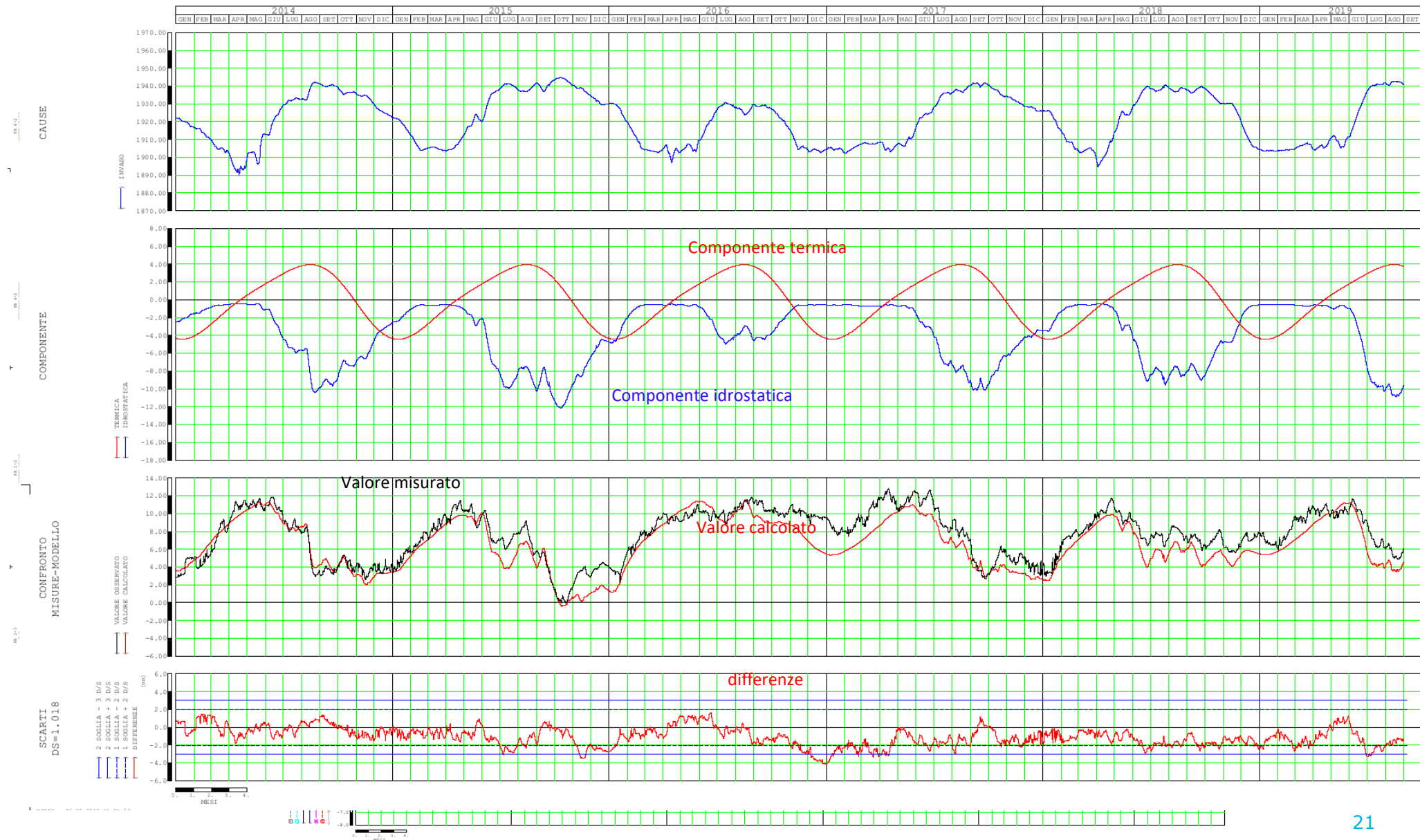


Analisi comportamento dell'opera

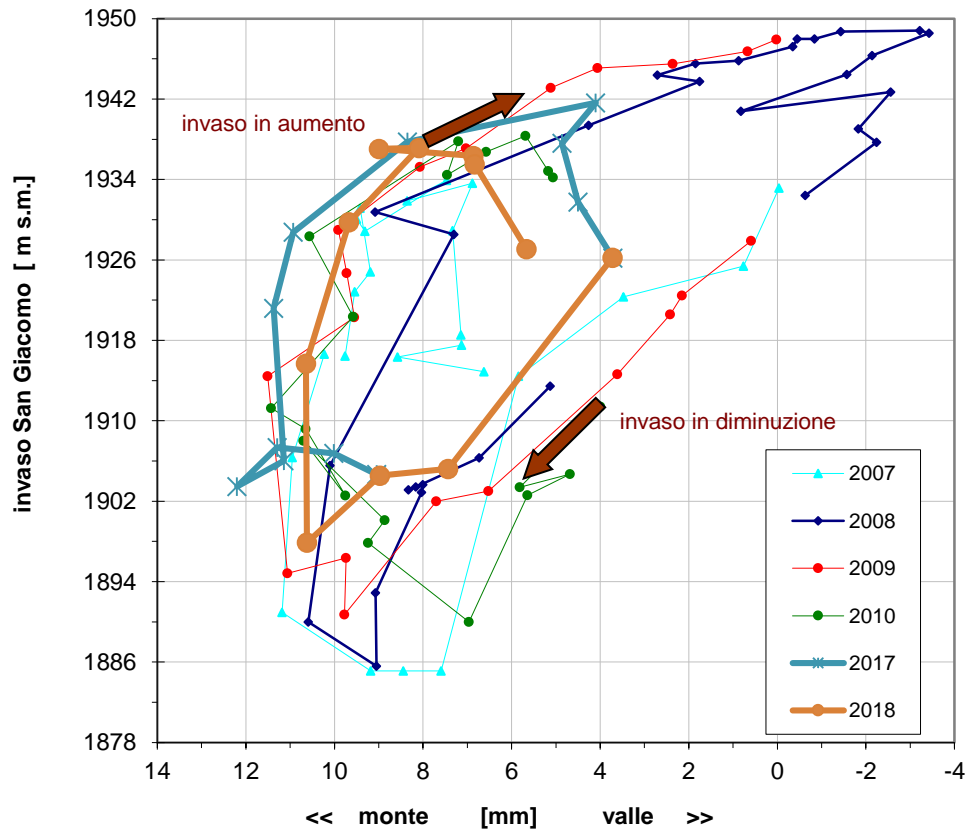
MISURE SPOSTAMENTO



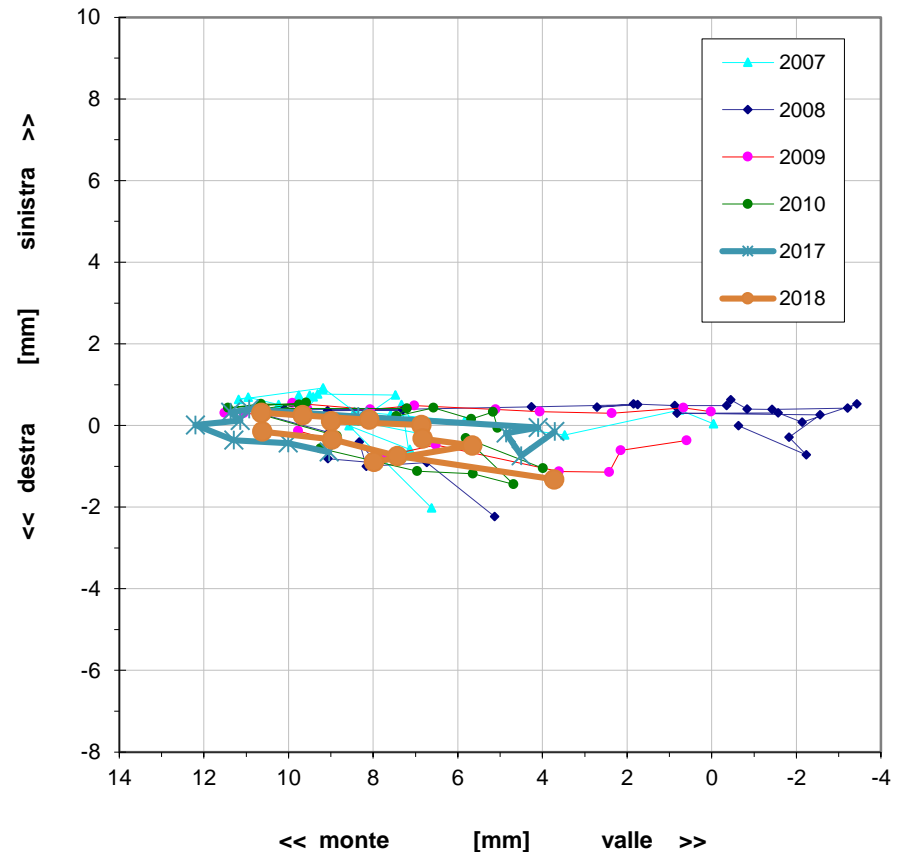
Modello statistico telecoordinometro 1 MV



Nuovo pendolo NPR 1-3 q. 1948,50



Nuovo pendolo NPR 1-3 q. 1948,50



Analisi comportamento dell'opera

MISURE APERTURA FESSURE



Aspetti innovativi per controllo e sorveglianza delle dighe del Gruppo A2A

...

- ▶ Acquisizione e trasmissione in remoto del grado di apertura degli scarichi
- ▶ Posa di fibra ottica per trasmissione segnali
- ▶ Sistemi antintrusione
- ▶ Ridondanza dei vettori per la trasmissione dei dati
- ▶ Introduzione tecnologie innovative per il monitoraggio (radar interferometrico, TDR, drone)
- ▶ Sistemi di videosorveglianza
- ▶ Procedure interne mirate
- ▶ Sistemi di allarme
- ▶ Telefonia satellitare

...valutazioni per ottimizzazione ed efficientamento dei sistemi di presidio e vigilanza delle dighe

FINO AL 31/05/2013

- Personale in turno avvicendato e continuo in coppia su ciascuno sbarramento;
- Reperibilità continua in diga e/o in casa di guardia;
- Presidio h24 presso la Sala Controllo di Grosio (posto di teleconduzione di tutti gli impianti idroelettrici di A2A).

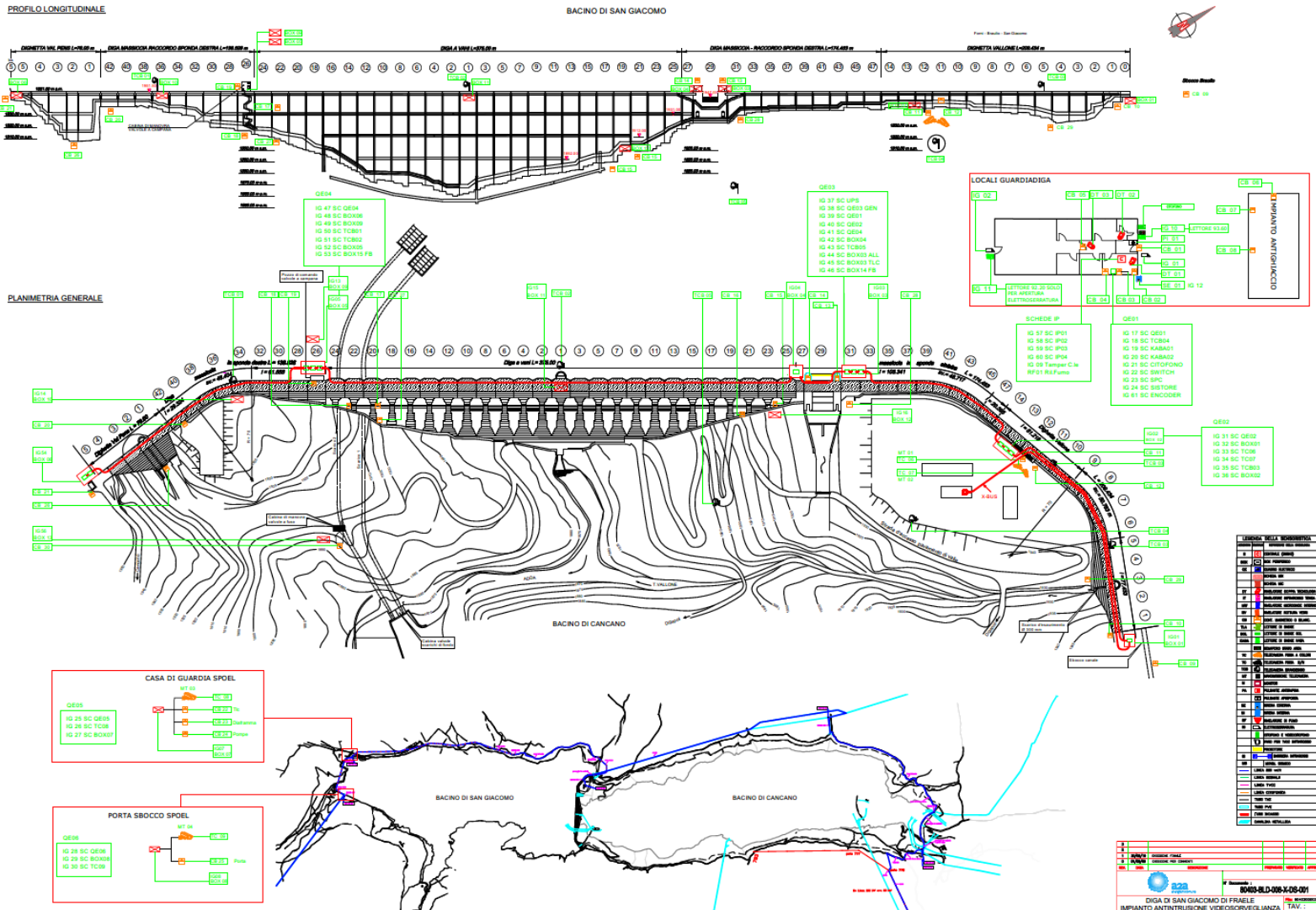
***Motivazioni a base della
richiesta di
accorpamento
guardiania***

- Accessibilità invernale allo sbarramento per rischio valanghe;
- Vicinanza tra le due dighe (poste a distanza di circa 3 km);
- Recente esecuzione lavori di manutenzione straordinaria e ammodernamento della diga di San Giacomo;
- Recente rinnovo delle apparecchiature di comando degli scarichi e manutenzione delle relative valvole/paratoie;
- Potenziamento sistema automatico di monitoraggio;
- Installazione impianto antighiaccio automatico e nuovo gruppo elettrogeno da 250 KVA;
- Rifacimento sistema antintrusione passivo e implementazione con nuovo sistema antintrusione attivo (telecamere e sensori intelligenti).

Potenziamento sistema di videosorveglianza ed antintrusione



Potenziamento sistema di videosorveglianza ed antintrusione



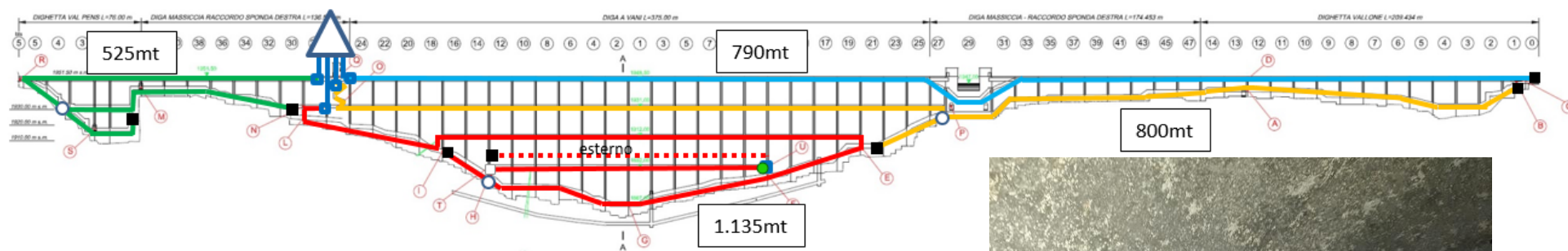
Sensori:

- Rilevatore infrarosso
- Telecamera fissa
- Telecamera a brandeggio
- Elettroserratura
- Sirena
- Rilevatore di fumo
- Barriera infrarossi
- Lettore di badge
- Semaforo stato area
- Pulsante apriporta
- Citofono
- Contatto magnetico
- Stato interruttori

Aspetti di sicurezza: cavo fessurato in tutti i cunicoli per ricezione radio



Schema cavo fessurato copertura cunicoli diga San Giacomo



Stazione slave ECOS-D A2T



Diramatore 2 vie



Carico 50 Ohm



Giunto



Cavo cellflex



Circuito 1 fessurato 525m



Circuito 2 fessurato 1135 m



Circuito 3 fessurato 800 m



Circuito fessurato 790 m



Nuova modalità di presidio

01/06/2013 - Avvio fase sperimentale di guardiania accorpata presso la diga di Cancano

- Presidio diurno con disponibilità notturna di due persone presso la casa di guardia della diga di Cancano;
- Sopralluoghi giornalieri presso la diga di San Giacomo;
- Presenza continuativa di personale alla diga di San Giacomo in caso di necessità di manovre sugli organi di scarico;
- Rispristino della sorveglianza con presidio stabile presso la diga di San Giacomo in tutti i casi previsti dal FCEM e dal Documento di Protezione Civile, in particolare quando si tema il superamento della quota di massima regolazione;
- Ripristino della guardiania continuativa presso la diga di San Giacomo, in caso di avaria al sistema di teletrasmissione dei dati di controllo della stessa, per un tempo superiore a 24 ore, fino alla risoluzione del disservizio;
- Esecuzione delle ispezioni e delle misure previste da FCEM.

Monitoraggio

Le misure confermano il regolare comportamento della struttura.
Le sottopressioni nelle teste e nei gambi degli speroni centrali risultano ora governate dal solo livello di invaso di monte;
Le permeazioni raccolte lato Cancano, anche in corrispondenza delle massime quote di invaso, si mantengono inferiori a circa 0,5 l/s, a conferma dell'efficacia dell'intervento manutentivo.

Guardiania

La fase di sperimentazione continua tuttora con esito positivo, senza manifestazione di problematiche.

Prima il 23/06/2016 con nota prot. 13605, e poi il 22/05/2018 con nota prot. 12079, la DGD ha concesso la proroga di 2 anni del periodo di accorpamento dei servizi di sorveglianza, in attesa dell'emanazione di atti generali contenenti norme tecniche sulle modalità di gestione dei serbatoi, per regolamentare i casi particolari.

GRAZIE PER L'ATTENZIONE

..... A DOMANI PER LA VISITA