



PRESIDENTE DELLA REGIONE LAZIO/COMMISSARIO DELEGATO  
PER IL SUPERAMENTO DELL'EMERGENZA DETERMINATASI IN RELAZIONE AGLI  
EVENTI ATMOSFERICI CHE HANNO COLPITO IL TERRITORIO NAZIONALE NEI MESI  
DI NOVEMBRE E DICEMBRE  
(O.P.C.M. n. 3734 del 16 Gennaio 2009 G.U. n. 19 del 24 gennaio 2009)

"PRIMI INTERVENTI DI PROTEZIONE CIVILE DIRETTI A FRONTEGGIARE I DANNI CONSEGUENTI AGLI EVENTI  
ATMOSFERICI CHE HANNO COLPITO IL TERRITORIO NAZIONALE NEI MESI DI NOVEMBRE E DICEMBRE 2008"

LAVORI DI RIPRISTINO DELL'OFFICIOSITA' DEL FOSSO DI PRATOLUNGO COMPRESA LA M.S.  
DELL'ALVEO E LA COSTITUZIONE DI OPPORTUNE OPERE DI ACCUMULO E LAMINAZIONE  
DELLE PIENE - II LOTTO  
PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE SULLA STRUMENTAZIONE  
DI CONTROLLO E MISURA

GRUPPO DI PROGETTAZIONE:

RESPONSABILE E COORDINATORE: Ing. Fabio Colletti - CO.RI.P. S.r.l.

PROGETTAZIONE OPERA DI REGOLAZIONE: Ing. Alberto Bezzi - Studio Ing. G. Pietrangeli S.r.l.

ANALISI E PROGETTAZIONI GEOTECNICHE: Ing. Quintilio Napoleoni, Ing. Gadiel Coen - E&G S.r.l.

CONSULENZA GEOLOGICA: Dott. Pio Bersani

CALCOLI IDROLOGICI ED IDRAULICI: Ing. Lucio Cavazza - CO.RI.P. S.r.l.

COORDINAMENTO SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE: Ing. Marco Raponi

STUDI AMBIENTALI: Ing. Giorgio Incelli, Ing. Valentina Tomassoni - CO.RI.P. S.r.l.

RILIEVI E STUDI TOPOGRAFICI: Geom. Cesare Lauricella, Geom. Alessandro Iula - CO.RI.P. S.r.l.

INDAGINI GEOGNOSTICHE: Ing. Bruno Taddei - GEO S.a.s.

INDAGINI GEOELETTICHE: Ing. Gianfranco Morelli - GEOSTUDI ASTIER S.r.l.

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Ing. Gaetano Giardi

CODICE ELABORATO	RIFERIMENTO ELABORATO										SCALA
	DIRETTORIO					elaborato					
035.0	commessa	liv	unità	tipo	elaborato	save	File name:				
	1	0	0	9	D	PI	R	RT	02	00	035.0_D_PI_RT_02_00.doc

rev	Data	Redazione	Verifica	Approvazione	Visto committente	Descrizione
1	27-11-09	A. Brasca	A. Bezzi	A. Bezzi		
2						
3						

## SOMMARIO

1.	INTRODUZIONE .....	2
2.	STRUMENTAZIONE DI MONITORAGGIO DELL’OPERA .....	2
2.1.	Generalità .....	2
2.2.	Misura degli spostamenti .....	3
2.2.1.	Collimazione Ottica .....	3
2.2.2.	Pendolo Rovescio .....	4
2.2.3.	Estensimetri .....	5
2.2.4.	Assestimetri .....	5
2.3.	Misura delle sottopressioni .....	5
2.4.	Misura dei livelli .....	6
2.5.	Misura delle Temperature (Acqua, Aria, Calcestruzzo) .....	6
3.	PROGRAMMA DI MONITORAGGIO DELL’OPERA .....	7
4.	CONCLUSIONI .....	7

## ALLEGATI

ALLEGATO 1 – STRUMENTAZIONE DI CONTROLLO E MISURA, SCHEMA .....	10
---	----

## **1. INTRODUZIONE**

L’obbiettivo della presente relazione è quello di illustrare il sistema di monitoraggio ed il relativo programma di lettura proposto per l’argine sul fosso di Pratolungo.

Il **Capitolo 2** illustra dapprima in forma schematica e successivamente in dettaglio il sistema di monitoraggio dell’argine, suddividendo le misure in base alla tipologia (spostamenti, sottopressioni, misura dei livelli e delle temperature) e soffermandosi sulle caratteristiche generali e sull’ubicazione dei relativi strumenti.

Nel **Capitolo 3** viene invece descritto il programma di monitoraggio dell’argine, definendo la frequenza di registrazione delle misure e specificando l’entità e le tipologie di controlli previsti per le fasi di costruzione ed esercizio dell’opera.

Il **Capitolo 4** racchiude alcune considerazioni conclusive a quanto illustrato nell’ambito del presente documento.

## **2. STRUMENTAZIONE DI MONITORAGGIO DELL’OPERA**

### **2.1. Generalità**

In primo luogo si è proceduto all’identificazione delle informazioni necessarie per garantire il monitoraggio accurato dell’opera.

Tali informazioni possono essere riassunte come segue:

- misura degli spostamenti (direzione X, Y e Z);
- misura delle sottopressioni;
- misura dei livelli;
- misura delle temperature (Acqua, Aria e Calcestruzzo)

Una volta determinate le informazioni necessarie a garantire il corretto monitoraggio del comportamento dell'opera, si è quindi trattato di definire la strumentazione più adatta per la raccolta di tali informazioni.

A questo proposito, considerata la modesta altezza dell'opera, si è ritenuto opportuno ottimizzare la strumentazione di monitoraggio, adottando una configurazione relativamente semplice.

La configurazione della strumentazione di controllo dell'argine sul fosso Pratolungo è descritta nei paragrafi seguenti.

## **2.2. Misura degli spostamenti**

### **2.2.1. Collimazione Ottica**

Il sistema di collimazione ottica permetterà di misurare eventuali spostamenti dell'opera di regolazione in calcestruzzo, sia sul piano orizzontale che sul piano verticale, infatti il collimatore ottico di allineamento permette di rilevare gli spostamenti di uno o più punti rispetto a due punti lontani supposti fissi, di cui uno è il punto di stazione, mentre nel secondo vi è disposta la mira fissa.

Il punto fisso di stazione del collimatore (**C1**), sarà situato sulla spalla destra dell'argine in prossimità dell'asse dell'opera di regolazione. La base del collimatore verrà murata adeguatamente su di un pilastro d'appoggio 40x40 realizzato con calcestruzzo armato.

Il pilastro, anch'esso in calcestruzzo armato, dovrà poggiare su una fondazione stabile. L'altezza del pilastro sarà funzione della geometria del sistema di collimazione.

Il punto fisso di posizione della mira fissa di riferimento (**C2**), sarà situata sulla spalla sinistra dell'argine. Tra il punto C1 e C2 si dovrà creare un allineato parallelo all'asse dell'opera di

regolazione. La base della mira fissa verrà murata adeguatamente su di un pilastrino d'appoggio 30x30 realizzato con calcestruzzo armato. Il pilastrino, anch'esso in calcestruzzo armato, dovrà poggiare su una fondazione stabile. L'altezza del pilastrino sarà funzione della geometria del sistema di collimazione.

Il punto di misura, su cui verrà posizionata la mira mobile (**C3**) dovrà essere posizionato sul concio centrale dell'opera di regolazione in maniera visibile dai punti C1 e C2 e allineato con la direttrice formata dai due punti. La base verrà installata a quota inferiore al piano di calpestio al fine di evitare di creare intralci inaccettabili e verrà utilizzato un raccordo specifico tra base e mira mobile.

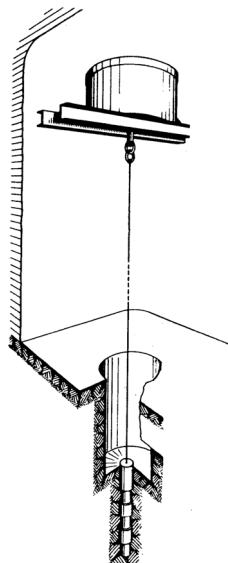
### 2.2.2. Pendolo Rovescio

Il sistema di misure con il pendolo rovescio, fornisce gli spostamenti relativi di punti inizialmente allineati lungo una stessa verticale rispetto ad un punto fisso.

Il pendolo rovescio è costituito da (vedi Figura I):

- peso di posizionamento con dispositivo inferiore di aggancio del filo;
- galleggiante in acciaio inox, con peso stabilizzatore;
- cassone di sospensione in acciaio inox.

**FIGURA I**  
**Pendolo rovescio**



Il pendolo rovescio verrà posizionato sulla verticale della pila destra del ponte, come indicato nel disegno allegato.

Il punto di ancoraggio sarà ad una profondità tale da non risentire degli spostamenti della struttura in calcestruzzo, si ritiene quindi necessario scendere fino a quota 5 m.s.l.m nello strato di limi e argille grigie marine.

### **2.2.3. Estensimetri**

Al fine di misurare gli spostamenti relativi tra i conci in calcestruzzo dell'opera di regolazione, sono stati previsti degli estensimetri in corrispondenza dei n. 4 giunti strutturali. Si è previsto di utilizzare estensimetri a corda vibrante a lunga corsa, con un campo di misura 10mm e precisione 0,2% f.s..

Questa lettura associata alle misure topografiche ed al pendolo rovescio, potrà dare una completa visione degli eventuali spostamenti dell'opera di regolazione in calcestruzzo.

### **2.2.4. Assestimetri**

La misura degli assestamenti del rilevato, verrà effettuata tramite l'installazione di n. 4 assestimetri, disposti due sul rilevato in sinistra all'opera in calcestruzzo e due in destra, come illustrato nel disegno allegato. Gli assestimetri saranno di tipo USBR, costituiti da una colonna di elementi tubolari di due diversi diametri, scorrevoli fra loro a cannocchiale. Sui tubi di diametro minore saranno ancorati dei profilati in acciaio solidali al rilevato. Il sistema di colonne USBR sarà fornito di una sonda equipaggiata di nastro graduato.

## **2.3. Misura delle sottopressioni**

Le misure delle sottopressioni verranno eseguite attraverso n°10 celle piezometriche, di cui:

- n. 6 poste nell'opera di regolazione in calcestruzzo;
- n. 4 sul rilevato.

Lo schema e l'ubicazione sono riportati nel disegno allegato.

I piezometri saranno del tipo elettroacustici (a corda vibrante) con campo di misura di 3kg/cm<sup>2</sup>, linearità 0.2% f.s.

La trasmissione dei dati alla centralina di acquisizione avverrà attraverso cavi ad alto isolamento.

La centralina di acquisizione dei piezometri sarà situata all'interno della camera di manovra delle paratoie.

## **2.4. Misura dei livelli**

Per la misura del livello idrico nel serbatoio sono previsti tre diversi tipi di strumenti:

- Misuratore di livello piezometrico (n°1)  
Il misuratore di livello piezometrico avrà un sensore con campo 30 m, linearità 0.1% f.s. Sarà contenuto in testa di protezione in acciaio inox completa di manicotto per attacco tubo da 2". I Tubi da 2" in acciaio inox saranno disposti in verticale lungo il lato di monte della pila centrale dell'imbocco dello scarico di fondo.  
Il misuratore recapiterà i dati, attraverso un cavo ad alto isolamento, alla centralina della camera di manovra.
- Misuratore ad ultrasuoni (n°1)  
Il misuratore di livello avrà un campo di 10 m ed una precisione di almeno 2 cm.  
Sarà disposto, eventualmente a sbalzo, in corrispondenza della pila sinistra dello scarico di fondo.  
Il misuratore recapiterà i dati, attraverso un cavo ad alto isolamento, alla centralina della camera di manovra.
- Asta idrometrica (n°2)  
Sono previste due aste idrometriche in Al o in materiale sintetico serigrafato. Le targhette dei livelli dovranno essere ben visibili dal ponte.

La disposizione dei misuratori di livello è illustrata nel disegno allegato.

## **2.5. Misura delle Temperature (Acqua, Aria, Calcestruzzo)**

Per la misura delle temperature è prevista la seguente strumentazione:

- n°2 termometri per la misura della temperatura del calcestruzzo;
- n°1 termometro per la misura dell'acqua;

- n°1 termometro per la misura dell'aria

i dati saranno recapitati, attraverso un cavo ad alto isolamento, alla centralina della camera di manovra.

### **3. PROGRAMMA DI MONITORAGGIO DELL'OPERA**

Il programma delle misure per l'argine sul fosso Pratolungo prevede essenzialmente delle letture eseguite sia in modalità manuale che automatica, attraverso l'acquisizione dei dati nella centralina disposta all'interno della camera di manovra delle paratoie.

Durante la costruzione dell'opera, dovranno essere effettuate le letture degli assestimetri all'installazione di ogni colonna tubolare.

Durante la fase di esercizio, l'acquisizione di tutte le misure dovrà essere effettuata con frequenza mensile e comunque sempre in caso di piena ( $Q > 15 \text{ m}^3/\text{s}$ ).

### **4. CONCLUSIONI**

La presente relazione descrive le caratteristiche principali della strumentazione di monitoraggio dell'argine sul fosso Pratolungo (Roma).

Il concetto di controllo dell'opera si basa essenzialmente sulla misura degli spostamenti (collimatore, pendolo rovescio, estensimetri ed assestimetri), delle sottopressioni agenti sulla fondazione (celle piezometriche), la misura dei livelli d'invaso (piezometro, sonda ad ultrasuoni, ed aste idrometriche) ed infine la misura delle temperature dell'aria, dell'acqua e del calcestruzzo.

Le misure topografiche, del pendolo rovescio, degli assestimetri, e delle aste idrometriche saranno effettuate manualmente.

Le misure dei piezometri, estensimetri e temperatura saranno effettuate automaticamente e recapiteranno i dati nella centralina di acquisizione posta all'interno della camera di manovra delle paratoie.



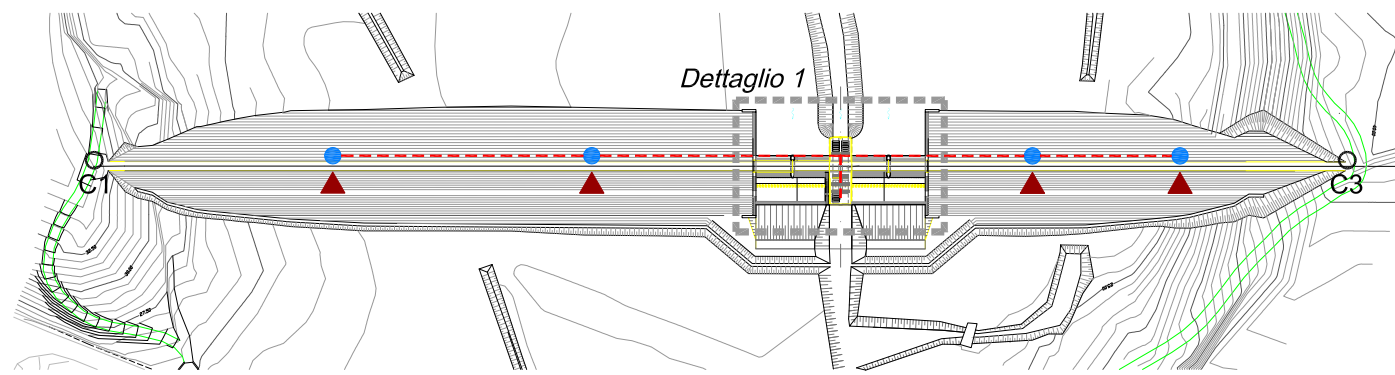
Durante la costruzione dell'opera, dovranno essere effettuate le letture degli assestimetri all'installazione di ogni colonna tubolare.

Durante la fase di esercizio, l'acquisizione di tutte le misure dovrà essere effettuata con frequenza mensile e comunque sempre in caso di piena ( $Q > 15 \text{ m}^3/\text{s}$ ).

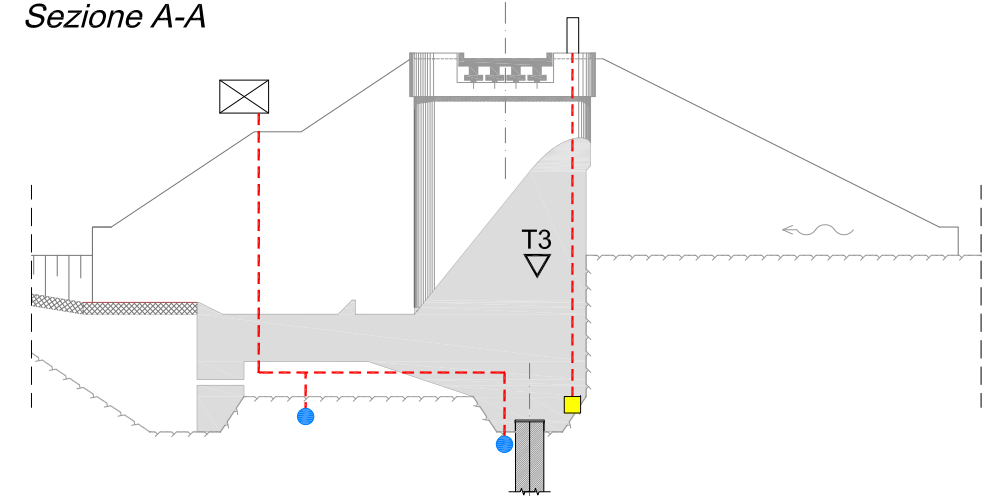
## **ALLEGATI**

**ALLEGATO 1 – STRUMENTAZIONE DI CONTROLLO E MISURA,  
SCHEMA**

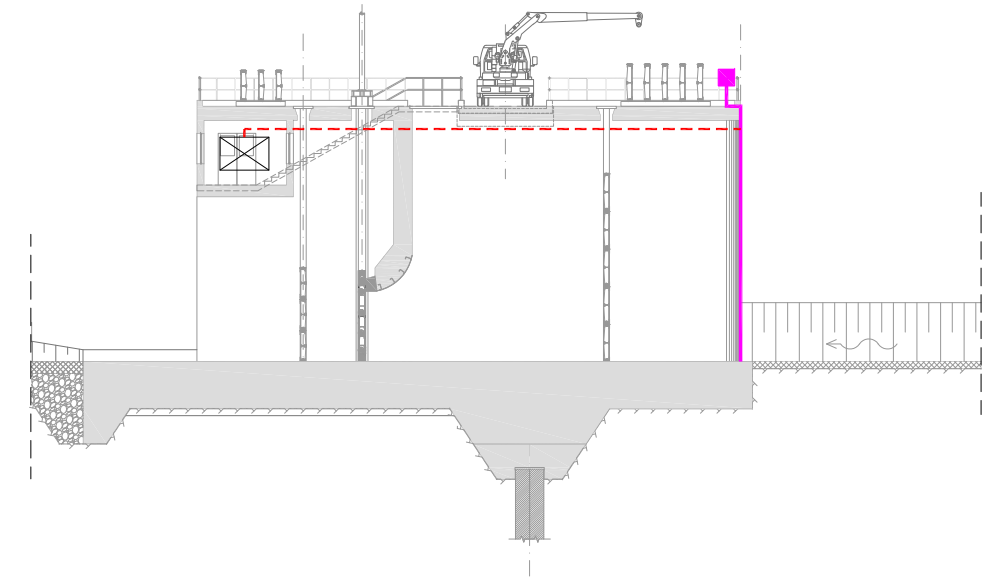
Pianta generale



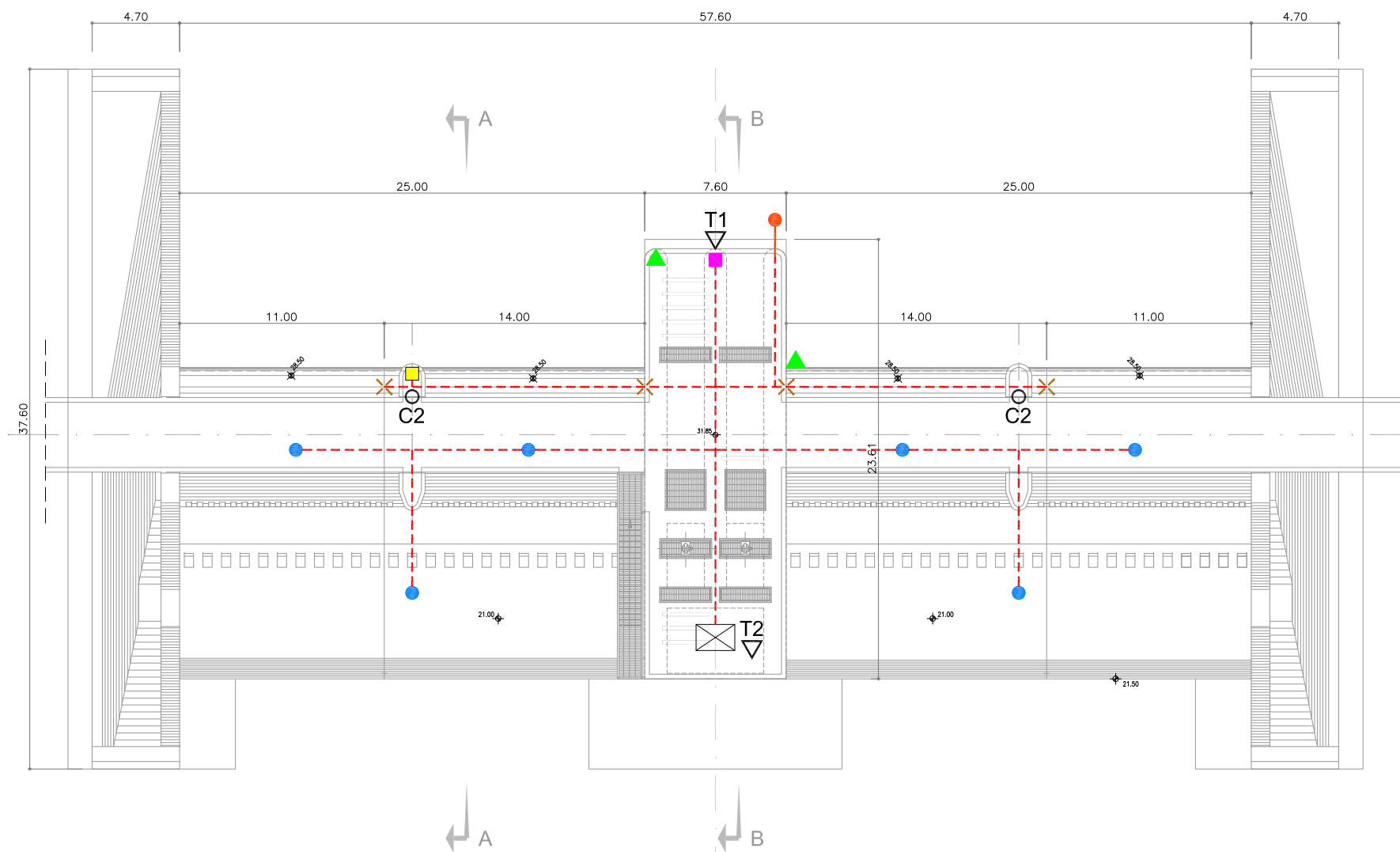
Sezione A-A



Sezione B-B



Dettaglio 1 - PIANTA Opera di Regolazione



	LEGENDA	DESCRIZIONE	N.
Misure dei livelli	▲	Aste idrometriche	2
	●	Misuratore di livello ad ultrasuoni	1
	■	Misuratore di livello di tipo piezometrico	1
Misura delle sottopressioni	●	Celle piezometriche a corda vibrante	10
Misura degli spostamenti	×	Estensimetro su giunto	4
	■	Pendolo rovescio	1
	▲	Assesimetro	4
Misura delle temperature	T1	Termometro per acqua	1
	T2	Termometro per aria	1
	T3	Termometro per calcestruzzo	2
Collimatore	C1	Punto di stazione	1
	C2	Mira mobile	2
	C3	Mira fissa	1
	⊠	Centralina acquisizione dati	
	---	Cavi trasmissione dati	