# CONSORZIO DEL TICINO

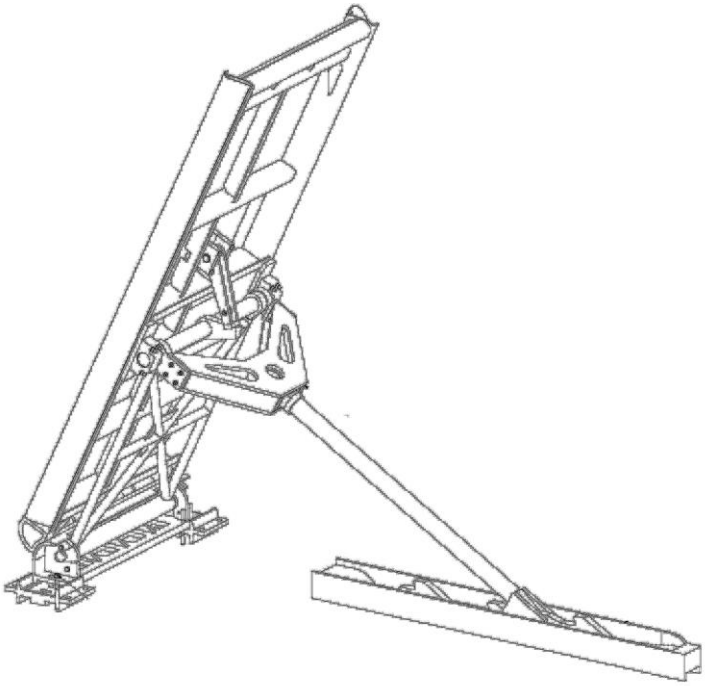
**TRAVERSA DELLA MIORINA**

**in Comune di Golasecca (VA)**

## LAVORI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA PER IL RIPRISTINO DELLA CAPACITA' D'INVASO DI RITENUTA

## INTERVENTO SU CAMPATE 1 e 2 IN SPONDA SINISTRA TICINO

# RELAZIONE, VERBALE DI VISITA E CERTIFICATO DI COLLAUDO STATICO DELLE PORTINE nn. 1÷30




Traversa della Miorina
Golasecca 16/12/2021
Roma 08/01/2022

Dr. Ing. Valter Pascucci
Collaudatore statico
membro Commissione di Collaudo TA

## PREMESSE

**Lavori**: Manutenzione straordinaria per il ripristino della capacità d'invaso di ritenuta della Traversa della Miorina nel territorio del comune di Golasecca – campate 1 e 2 in sponda sinistra Ticino (CUP: G12B18002840001).

**Progetto esecutivo**: redatto in data "giugno 2020".

**Aggiudicazione**: Determinazione dirigenziale n. 20 del 08.10.2020 del Direttore del Consorzio del Ticino.

**Impresa appaltatrice**: Cogedit S.r.l. (C.F. e P.I. 00208390682), con sede in Via Tiburtina, n. 110, Scafa (PE).

**Contratto**: Rep. N.1436 del 24.11.2020, Racc.N.899, registrato all'Agenzia delle Entrate Uff. Terr. di Milano in data 26.11.2020 al n.93732 serie 1T.

**Importo netto di contratto**: € 2.377.626,79 di cui € 42.404,07 per oneri di sicurezza non soggetti a ribasso.

Le fasi esecutive dell'intervento proposte dall'appaltatore prevedono l'utilizzo sperimentale, non appena possibile, delle nuove portine della campata 1 della traversa, a scopo di sicurezza idraulica in caso di piena del Lago Maggiore; ciò in parallelo all'ordinario esercizio delle vecchie portine delle campate 3 e 4, estranee al contratto in essere, ed in parallelo all'esecuzione degli interventi di contratto sulla campata 2 che ne interdicono, prima del loro completamento, ogni forma di utilizzo.

In considerazione della suddetta necessità di messa in esercizio parziale e anticipata di parte delle nuove opere, ovvero delle 30 nuove portine della campata 1, la Committenza è intenzionata ad attivare la procedura di consegna anticipata parziale, da espletarsi secondo quanto delineato

dall'art. 230 del Regolamento di cui al DPR 207/2010.

Al riguardo si evidenzia che la presa in consegna anticipata, disciplinata come detto dall'art. 230 del DPR 207/2010, è relativa alla consegna di parte delle opere realizzate dall'Appaltatore (che le ha in carico come esecutore fino alla fine dei lavori) al Committente, mentre ogni successivo utilizzo da parte del medesimo Committente, compresa anche la eventuale consegna ad altro soggetto, risulta esterno al rapporto contrattuale Committente/Appaltatore e pertanto anche alle competenze del collaudo statico e tecnico-amministrativo.

Nello specifico, le opere che saranno oggetto di consegna anticipata risultano essere le 30 nuove portine della campata 1, e dovendo quindi tali opere essere oggetto di verbale ex art. 230 DPR 207/2010 a cura della Commissione di Collaudo tecnico amministrativo, e dei verbali di consegna anticipata della D.L., previa redazione di stato di consistenza ed esecuzione dei relativi collaudi tecnici, si motiva il propedeutico rilascio del presente, necessario, certificato di collaudo statico delle portine dalla n. 1 alla n. 30.

**In considerazione di quanto sopra esposto, si rappresenta che tutti i contenuti del presente atto risultano riferiti a quanto noto e realizzato sino alla data di rilascio dello stesso.**

**RELAZIONE**

**Progetto definitivo**

Il progetto definitivo "Giugno 2018 – rev. aprile 2019 – integrazioni febbraio 2020", redatto dal Consorzio del Ticino per un importo complessivo del Finanziamento pari a 4.000.000,00 € (di cui 2.787.543,00 € per lavori, forniture e sevizi), ha ottenuto il nulla osta all'esecuzione a seguito della positiva conclusione della Conferenza dei Servizi istruttoria che ha acquisito tutti i pareri (Decreto n°14350 del 08.10.2019, identificativo atto n°7089 da parte della Regione Lombardia).

Il progetto definitivo è stato quindi depositato presso la Direzione Generale Dighe, con nota prot. n. 9T-2020-U-DB del 24.02.2020, e dalla stessa approvato, ai sensi della Legge n. 584/1994, in data 10.03.2020 con nota prot. n. 6053.

**Progetto esecutivo**

Il progetto esecutivo "Giugno 2020" è stato redatto sempre dal Consorzio del Ticino per un importo complessivo del finanziamento pari a 4.000.000,00 €, di cui 2.654.627,90 € per lavori, forniture e servizi. Il progetto esecutivo è stato depositato presso l'Ufficio Tecnico per le Dighe di Torino, con nota prot. n°18451 del 4.09.2020, e quindi approvato dalla Direzione Generale Dighe, con nota prot. n°4304/RU del 25.02.2021, a seguito della verifica di ottemperanza alle prescrizioni rese sul progetto definitivo.

**Autorizzazioni**

Il Consorzio ha provveduto ad ottenere i provvedimenti autorizzativi sul progetto definitivo, ed il nulla osta all'esecuzione, a seguito della positiva conclusione della relativa Conferenza dei Servizi istruttoria, che ha acquisito tutti i pareri, sino al Decreto n°14350 del 08.10.2019, identificativo atto n°7089, da parte della Regione Lombardia.

**Gara d'appalto e Contratto**:

A seguito della gara di appalto, espletata mediante procedura aperta nei

giorni 10/08/2020 – 24/09/2020 – 05/10/2020 – 07/10/2020, i lavori in argomento sono stati affidati, con aggiudicazione definitiva del 08/10/2020 (Determina Dirigenziale del Consorzio del Ticino n. 20 del 08/10/2020), all'impresa Cogedit S.r.l. (C.F. e P.I. 00208390682) con sede in Via Tiburtina n. 110 - Scafa (PE).
In data 24/11/2020 – Rep. n. 1436 – Racc. n. 899 è stato stipulato il contratto d'appalto, per l'importo complessivo di € 2.377.626,79 al netto dell'I.V.A. e di cui € 42.404,07 per oneri relativi alla sicurezza, registrato all'Agenzia delle Entrate Uff. Terr. di Milano in data 26.11.2020 al n.93732 serie 1T.

**Denuncia dei lavori**:

Il Consorzio del Ticino, ai sensi dell'art. 4, comma 6 della Legge 1086/71, dell'art. 65 del D.P.R. n. 380/2001 ed in ottemperanza all'art. 1 comma 7 bis della Legge 584/94, ha depositato presso il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti – Dipartimento per le opere pubbliche, le politiche abitative e urbane, le infrastrutture idriche e le risorse umane e strumentali – Direzione Generale per le dighe e le infrastrutture idriche - Ufficio Tecnico per le dighe di Torino, in data 17.11.2021 (consegna a mano – acquisita al prot. N. 24941 del 24.11.2021), due copie, oltre ad una in formato digitale, del progetto architettonico e strutturale completo di denuncia delle opere a struttura metallica costituenti gli interventi in appalto.
L'Ufficio Tecnico per le dighe di Torino ha restituito copia degli elaborati con l'attestazione dell'avvenuto deposito con lettera prot. n. 00027102 del 16/12/2021.
Presso detto Ufficio tecnico per le dighe di Torino è stata depositata, con pec del 31/12/2021, la *"Relazione a strutture ultimate"* redatta dal Direttore dei Lavori in data 30/12/2021, e presso detto stesso UTDTO verrà quindi parimenti depositato il presente certificato di collaudo statico.

**Consegna dei lavori**

L'art. 14 del CSA prevede lo svolgimento delle opere in due fasi dell'appalto ben distinte e successive: la fornitura delle carpenterie ed i lavori di

sostituzione delle portine in alveo.

In data 05/11/2020 il Consorzio ha proceduto alla consegna in via d'urgenza dei lavori, sotto le riserve di legge, (ai sensi dell'art. 32 c.8 del D.Lgs 50/2016, dell'art.5 del DM 49/2018 e dell'art.13 c.2 del Capitolato Speciale di Appalto) relativamente alla prima fase dell'appalto, relativa alla fornitura delle carpenterie; detta consegna è avvenuta anteriormente alla stipula del contratto in relazione alle tempistiche di esecuzione dei lavori soggette al vincolo idrologico delle portate presenti stagionalmente in alveo.

In data 28.06.2021 è stato redatto il verbale di consegna ed inizio dei lavori relativi alla seconda fase dell'appalto (ai sensi dell'art.5 del DM 49/2018 e dell'art.15 c.2 del Capitolato Speciale di Appalto).

**Durata e termine dei lavori:**

Per i lavori della prima fase, consegnati in via d'urgenza sotto le riserve di legge in data 05/11/2020, l'ultimazione era prevista al 30/06/2021; a seguito della proroga di 45 giorni, concessa con Verbale del Consiglio di Amministrazione del Consorzio n. 223 del 14.07.2021, l'ultimazione della prima fase dell'appalto è stata portata a tutto il 14.08.2021.

Per i lavori della seconda fase, consegnati in data 28/06/2021, il tempo contrattuale è fissato in 270 (duecentosettanta) giorni naturali e consecutivi e pertanto l'ultimazione è prevista al 25/03/2022.

**Ordini di servizio**

Sono stati emessi i seguenti Ordini di Servizio:

- O.d.S. n. 1 del 03/09/2021 da parte del DL;
- O.d.S. n. 2 del 26/11/2021 da parte del DL.

**Subappalti**

Durante l'esecuzione dei lavori sono stati richiesti e autorizzati dalla Stazione Appaltante i seguenti subappalti:

- impresa HYDRO.ME.P. S.r.l. con sede legale a San Marcello (AN) in Via Madonna di Loreto n. 19, , iscritta al Registro Imprese di ANCONA al n. 59880, Partita I.V.A. e Codice Fiscale 02386840421, per "sostituzione paratoie esistenti con nuove paratoie in acciaio inox;

manutenzione delle basi e di alcune parti di carpenteria metallica" (contratto del 07.12.2020);

- impresa Finotti Alberto S.r.l., con sede in Taglio di Po (Rovigo) in via G. Vallesella n°4, iscritta alla CCIAA di Rovigo Venezia delta lagunare con numero di iscrizione 00763730298, Partita I.V.A. e Codice Fiscale 00763730298, per "contratto di nolo a caldo di pontone modulare autopropulso, escavatore idraulico e suoi accessori per infissione palancole e movimento materie e assistenza alle opere elettromeccaniche" (contratto del 12.05.2021).

**Stati d'avanzamento**

Il Consorzio ha emesso a favore dell'appaltatore i seguenti stati d'avanzamento:

- in data 02/09/2021 il S.A.L. n. 1, a tutto il 31/08/2021, per un importo di € 758.799,98;
- in data 22/10/2021 il S.A.L. n. 2, a tutto il 22/10/2021, per un importo di € 1.258.638,08.

**Certificati di pagamento**

Il Consorzio ha emesso a favore dell'appaltatore i seguenti certificati di pagamento:

- in data 03/09/2021 il Certificato di Pagamento n. 1 per un importo di € 755.000,00;
- in data 26/10/2021 il Certificato di Pagamento n. 2 per un importo di € 524.200,00.

**Progettista generale**

Il progetto esecutivo "Giugno 2020" è stato predisposto dal Consorzio del Ticino (Responsabile Unico del Procedimento Sig.ra Doriana Bellani) che ne ha affidato la redazione ai seguenti professionisti:

- Dott. Ing. Beatrice Majone: responsabile coordinatore del progetto;
- Majone & Partners S.r.l. (dott. ing. Denis Cerlini e dott. ing. Nicola Pessarelli): strutture provvisionali e cantierizzazione;
- B&B Progetti (dott. ing. Stefano Barbaresi e dott. ing. Francesco

Barbaresi): progettista strutturale delle carpenterie;
- Studio di architettura ed ingegneria MICRON (dott. ing. Massimo Marsili): sicurezza e gestione;
- Blu Progetti (dott. ing. Massimo Sartorelli): aspetti idraulici paesaggistici e ambientali.

**Progettista delle strutture**

Dr. Ing. Francesco Barbaresi, iscritto all'Albo degli ingegneri della Provincia di Pesaro-Urbino al n. 453.

**Direttore dei lavori delle strutture**

Dr. Ing. Nicola Pessarelli, iscritto all'Albo degli ingegneri della Provincia di Parma al n. 1967, con recapito per lo svolgimento delle proprie funzioni presso la società Majone & Partners S.r.l..

**Coordinatore per la Sicurezza in fase di Esecuzione**

Dott. Ing. Massimo Marsili, con recapito per lo svolgimento delle proprie funzioni presso lo Studio di architettura ed ingegneria MICRON.

**Responsabile del cantiere**

Geom. Fausto Di Tomasso, Direttore tecnico dell'Impresa appaltatrice, Cogedit S.r.l., con sede in Via Tiburtina n. 110 - Scafa (PE).

**Commissione di Collaudo Tecnico Amministrativo**

L'incarico di Collaudo Tecnico Amministrativo in corso d'opera, ai sensi dell'art. 102 del D. Lgs 50/2016, è stato conferito dal Consorzio del Ticino al Dott. Ing. Vincenzo Chieppa (Presidente della commissione, dirigente di II fascia del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti) con lettera di incarico 19/11/2021 prot. n. 112T-2021-U-DB, al Dott. Ing. Carmelo Cappellano (membro, dipendente del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti) con lettera di incarico del 19/11/2021 prot. n. 113T-2021-U-DB, al Dott. Ing. Valter Pascucci (membro, libero professionista già dirigente del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti) con lettera di incarico del 19/11/2021 prot. n. 114T-2021-U-DB.

**Collaudo Statico**

L'incarico di Collaudo Statico ai sensi della normativa di riferimento (DM 14 gennaio 2008 cap. 9 e s.m.i., D.P.R. 207/2010 art. 216, D.P.R. 380/2001 art. 67, Legge 5 novembre 1971 n. 1086 art. 7) è stato conferito dal Consorzio del Ticino al Dott. Ing. Valter Pascucci con lettera di incarico 15/11/2021 prot. n. 103T-2021-U-DB.

## DESCRIZIONE GENERALE/CONTRATTUALE DELLE OPERE

INQUADRAMENTO

La traversa della Miorina in Golasecca (VA) è lo sbarramento che opera la regolazione delle acque del lago Maggiore, allo sbocco nell'emissario Ticino, per usi irrigui e idroelettrici; Concessionario e Gestore dell'opera è il Consorzio del Ticino, con sede in Corso di Porta Nuova,18 - 20121 Milano.
Si tratta di una traversa fluviale completamente abbattibile, progettata nel 1935 e costruita negli anni 1938-1943, costituita da una platea in calcestruzzo (che ne costituisce la fondazione) posata sull'alveo (a quota monte/valle 191,10 m slm e quota centrale 190,50 m slm) ed ammorsata in esso con due taglioni trasversali al medesimo alveo, a monte e a valle, e con tre taglioni ortogonali in corrispondenza delle tre pile che suddividono la traversa in quattro campate; la platea ha lunghezza di 16 m e spessore variabile, da 2,40 m a 3,00 m (compreso il rivestimento superficiale in bolognini di granito), i taglioni fondali trasversali all'alveo hanno spessore 3,00 m e sono ammorsati nella subalvea per 10,00 m quello di monte e per 6,00 m quello di valle (compresi i 3,00 m di spessore della platea). La traversa presenta 120 paratoie metalliche a ventola di tipo Chanoine, dette portine, "incernierate" sull'estradosso della platea e manovrabili dall'alto mediante due carri di manovra (uno per le due campate lato lombardo ed uno per le due campate lato piemontese, ciascuno con braccio meccanico comandato oleodinamicamente), che corrono su un ponte metallico di servizio (travatura reticolare in acciaio), pedonabile, che costituisce anche il

coronamento dell'opera.

La traversa è quindi costituita da 4 luci di circa 50 m (48,90 m le due luci laterali e 48,20 m le due luci centrali), delimitate da pile in c.a. di 1,80 m di spessore (compreso il rivestimento superficiale in lastre di granito), poggiate su taglioni fondali spessi 4,00 m e profondi 10,00 m), ed ogni luce presenta 30 portine, di circa 1,66 m di larghezza e 4,05 m di altezza, ognuna "incernierata" a partire da quota 190,65 m slm (l'asse di rotazione risulta per esattezza a quota 190,77 m slm) e sommità, in completa chiusura, a quota 194,60 m slm. In particolare si precisa che le portine, per compensare la esistente diversità di luce netta delle campate, risultano essere di due misure diverse di larghezza: quelle delle due campate intermedie misurano 1606,60 mm, quelle delle due campate laterali misurano 1630,00 mm; la differenza, per quanto riguarda le unghie di base della ventola, per la rotazione, è nella diversità dei manufatti, mentre per le portine (che sono tutte e 60 della stessa dimensione nel corpo centrale) la differenza risulta compensata mediante diversità dei lamierini laterali di chiusura/tenuta.

L'accesso al coronamento è garantito sia dalla sponda sinistra, lato Lombardia, che dalla sponda destra, lato Piemonte; in sponda sinistra è presente una conca di navigazione, larga 12 m, con sistema di gestione dei livelli mediante porte vinciane, che permettono di attraversare l'opera da monte a valle mediante imbarcazione.

L'opera è fondata su depositi morenici e fluvio-glaciali sciolti, costituiti da ciottolame amalgamato a sabbie con l'intercalazione di letti sabbiosi fini o grossolani.

L'opera venne collaudata, ai sensi dell'art. 13 dell'allora vigente Regolamento Dighe - D.R. 1° ottobre 1931 n. 1370, in data 27 gennaio 1945, con atti di collaudo a firma del Prof. Ing. Marco Visentini (Ispettore Generale del Genio Civile) e dell'Ing. Francesco Sensidoni (Ingegnere Principale del Servizio Dighe.

STATO DI CONSISTENZA DELLA TRAVERSA ESISTENTE

La traversa è classificata "grande diga" ex Legge n. 584/1994. e secondo il

Foglio di Condizioni per l'Esercizio e la Manutenzione sottoscritto dal Concessionario a termini del vigente Regolamento Dighe – D.P.R. n. 1363/59, le caratteristiche principali dell'opera e del serbatoio risultano come segue:

| | | | |
|---|---|---|---|
| - | Altezza della diga (DM 24/3/82) | 13,50 | m |
| - | Altezza della diga (L 584/94) | 3,30 | m |
| - | Quota di coronamento (sommità pile) | 199,0 | m slm |
| - | Sviluppo del coronamento | 200,00 | m |
| - | Quota di massimo invaso | 194,60 | m slm |
| - | Quota massima di regolazione estiva dal 15.3 al 15.11 | 194,00 | m slm |
| - | Quota massima di regolazione invernale dal 15.11 al 15.3 | 194,50 | m slm |
| - | Quota minima di regolazione | 190,60 | m slm |
| - | Volume utile di regolazione estiva | 336,00 $10^6$ | $m^3$ |
| - | Volume utile di regolazione invernale | 426,00 $10^6$ | $m^3$ |
| - | Volume di laminazione | 2,1 $10^6$ | $m^3/cm$ |
| - | Superficie bacino imbrifero dirett. sotteso | 6.598,50 | $km^2$ |
| - | portata di massima piena, stimata nel 1868 | 4.500 | $m^3/s$ |

Per quanto attiene alla capacità di scarico dell'opera, essendo costituita da 120 portine/paratoie indipendenti, le luci di scarico sono costituite - volta a volta - dalle singole portine/paratoie; non esistono ulteriori scarichi di superficie e/o profondi. La stessa traversa costituisce sia l'organo di regolazione mobile che l'organo di sicurezza idraulica per lo scarico a valle delle portate di piena; trattasi di "configurazione in regolazione" quando una o più portine risultano sollevate (per immagazzinare i volumi lacuali e permettere il rilascio controllato delle portate nell'emissario Ticino), e di "configurazione in abbattuto" quando le portate in arrivo dal lago sono tali da non poter essere gestite dalla traversa ed il Concessionario abbatte quindi completamente le portine/paratoie di regolazione rilasciando, con la capacità idraulica propria dello sbarramento, tutte le portate in transito.
Le centoventi chiusure mobili (numerate progressivamente partendo dalla sponda lombarda verso quella piemontese) sono ventole piane, fissate ad un cavalletto incernierato - alla base - nella platea in cls, tenute in posizione

ciascuna da un puntone, incernierato alla sommità del cavalletto, che poggia e scorre su una cremagliera di base dentata in modo da assumere diverse posizioni, compresa quella orizzontale che consente alla chiusura di diventare trasparente al flusso della corrente : la posizione 0 (zero) è quella che corrisponde alla posizione di "abbattuto", quando la portina è contenuta nella sede di riposo (angolo zero sull'orizzontale); le posizioni 1, 2, 3 sono intermedie rispetto alla posizione 4 di massima "chiusura", in cui la portina realizza la massima capacità d'invaso. Dette posizioni di arresto corrispondono per il ciglio superiore delle portine, di potenziale sfioro delle portate in transito, a quote 193,10 - 193,60 – 194,10 e 194,60 m slm.

CRITICITÀ DELLA TRAVERSA ESISTENTE

Ogni singola chiusura mobile è stata ab origine concepita per poter essere rimossa e portata in officina per periodici interventi di manutenzione (smontaggio delle componenti, sabbiatura delle parti in acciaio e sostituzione delle parti ammalorate), e fino ad alcuni decenni fa l'attività di manutenzione ha consentito di ripristinare ciclicamente tutte le chiusure, anche sostituendone, sempre ciclicamente, nove per volta; l'esperienza degli operai, le attrezzature disponibili e la pratica operativa hanno consentito di mantenere per le chiusure un buon livello di efficienza. Nei decenni più recenti il Consorzio ha provveduto a rivalutare gli aspetti inerenti la sicurezza dei lavoratori impegnati, alla luce delle intervenute più stringenti normative di settore, al fine di predisporre migliorie e aggiustamenti all'intero processo di manutenzione; sono quindi emersi elementi di criticità che hanno costretto ad approfondite riflessioni sulla possibilità di procedere ulteriormente con le modalità pregresse. Da tutto ciò ne è conseguito che la manutenzione delle chiusure mobili è stata di fatto interrotta.
Ulteriore elemento critico del sistema è l'esistenza di parti sempre in immersione (soglia, portasoglia e guida a scivolo), la cui manutenzione non è mai stata eseguita a partire dall'entrata in esercizio dell'opera; inoltre anche lo scudo mobile che era stato predisposto per intervenire d'urgenza (nel caso in cui una chiusura avesse presentato all'improvviso un cedimento strutturale, locale o globale) si è rivelato nel tempo insicuro,

comprese le relative procedure d'intervento, ed impossibile da ammodernare/migliorare.
In definitiva il logorio cui sono state sottoposte le ventole non più risanate ha portato nei tempi più recenti a numerosi inconvenienti, legati al deterioramento delle portine, dei cavalletti e delle lamiere di ritenuta laterale, tali da non poter più garantire la massima efficienza e quindi la massima capacità di ritenuta idraulica come da previsioni progettuali originarie.
Tutto ciò ha indotto il Consorzio a studiare una soluzione indirizzata al risanamento integrale dello sbarramento, che ha condotto all'idea di sostituire tutte le originarie ventole mobili in ferro con altre assolutamente identiche come forma, dimensioni e funzionamento, ma realizzate in acciaio inox, così da avere manufatti su cui sarebbe stato necessario intervenire per manutenzioni in forma molto minore, e con lassi di tempo molto maggiori, rispetto al pregresso. In definitiva si è dato corso alla progettazione delle nuove portine, anche scegliendo di intervenire contemporaneamente su due sole campate per volta (accedendo al cantiere dalla sponda lombarda per il risanamento delle due campate in sinistra idraulica, e dalla sponda piemontese per quelle in destra), a fini di sicurezza idraulica complessiva.

PROGETTO DELLE NUOVE OPERE

Il progetto definitivo "Giugno 2018 – rev. aprile 2019 – integrazioni febbraio 2020", redatto dal Consorzio del Ticino, prevede l'integrale sostituzione delle 60 portine presenti nelle prime due campate (lombarde) della traversa; il progetto ha ottenuto il nulla osta all'esecuzione a seguito della positiva conclusione della Conferenza dei Servizi istruttoria che ha acquisito tutti i pareri (Decreto n°14350 del 08.10.2019, identificativo atto n°7089 da parte della Regione Lombardia), è stato depositato presso la Direzione Generale Dighe (con nota prot. n. 9T-2020-U-DB del 24.02.2020) ed è stato quindi approvato, ai sensi della Legge n. 584/1994, dalla stessa DGDighe in data 10.03.2020 con nota prot. n. 6053.

Il relativo progetto esecutivo “Giugno 2020”, sempre redatto dal Consorzio del Ticino, è stato depositato presso l’Ufficio Tecnico per le Dighe di Torino (con nota prot. n°18451 del 4.09.2020) ed è stato quindi approvato dalla Direzione Generale Dighe, con nota prot. n°4304/RU del 25.02.2021, a seguito della verifica di ottemperanza alle prescrizioni rese sul progetto definitivo. Nel progetto, ove risulta confermata l’integrale sostituzione delle chiusure mobili tipo Chanoine nelle prime due campate (lombarde) della traversa, si prevede la realizzazione, in acciaio INOX AISI 304, dei seguenti elementi della singola portina e quindi per tutte le 60 portine, geometricamente identiche alle preesistenti:

- Diaframma (o scudo), completo dei rinforzi, dell’unghia di base (per la rotazione) e dei lamierini flessibili (piegati a S);
- Sistema di blocco;
- Cavalletto, completo dei perni inferiore/superiore e dell’unghia del sistema di blocco;
- Base di rotazione;
- Elementi e bulloneria (in acciaio A2-70).

VARIANTI INTRODOTTE NELLA DISCREZIONALITA’ DELLA DL

Nel corso della costruzione delle opere la Direzione dei Lavori ha introdotto, alla data odierna, nell’ambito della propria riconosciuta discrezionalità ed autonomia decisionale, per risolvere aspetti di dettaglio e in alcuni casi su proposta dello stesso Appaltatore, le seguenti varianti alle opere motivate da miglioramenti tecnici (i cui corrispettivi verranno corrisposti all’impresa appaltatrice nell’ambito del finanziamento assentito attingendo alle disponibilità di cui alla parte “B – Somme a disposizione della Stazione Appaltante” del quadro economico di appalto):

- perno di giunzione tra forcella e puntone, il cui stato di degrado ne ha suggerito la sostituzione con un nuovo elemento in acciaio inox AISI 304;
- trattamento di decapaggio e passivazione, esteso a tutto lo scudo mediante la sua completa immersione in vasca tramite procedimento industriale;

- piastre di collegamento tra forcella e puntone, il cui stato di degrado ne ha suggerito la sostituzione con un nuovo elemento in acciaio inox AISI 304;
- supporti appoggi portine, quale ripristino degli elementi originari (in legno duro) andati perduti con nuovi elementi in gomma SH 70, aventi funzione di elemento terminale degli appoggi (in granito) per le portine in posizione abbattuta (previa regolarizzazione della superficie di granito con malta a ritiro compensato MAPEI "Mapegrout Easy Flow", e fissaggio dei nuovi elementi con n°4 viti in acciaio INOX AISI 304 con tassello in bronzo M10).

OPERE A STRUTTURA METALLICA OGGETTO DI COLLAUDO STATICO

In sede di progetto esecutivo, oltre all'utilizzo esclusivo di acciaio INOX AISI 304, è stato affrontato il dimensionamento e la definizione di ogni singola parte dei manufatti per garantirne, rispetto al progetto originario del secolo scorso, la realizzabilità secondo i disegni di allora. Le modifiche progettualmente introdotte hanno avuto lo scopo di rendere la struttura della singola portina più performante (utilizzo per le strutture secondarie di rinforzo di elementi pantografati ad "L" in luogo delle originarie travi a "C", con maggiorazione da 6 a 8 mm dello spessore dello scudo, ecc.).

Più nello specifico, sono stati previsti e realizzati in acciaio INOX AISI 304 tutti i seguenti elementi della singola portina:

- Diaframma (o scudo) costituito da lamiere e rinforzi di spessore variabili, completo dell'unghia di base (per la rotazione - elemento di fusione) ad esso saldata, e dei lamierini flessibili piegati a S connessi con unioni bullonate; lo scudo ha dimensioni pari a 4050 mm (altezza) x 1634 mm (larghezza esterna lamierini); l'unghia di base, che come le portine è di dimensioni variabili tra la prima e la seconda campata (che come anzidetto presentano larghezze diverse fra loro), è lunga 1628,4 mm;
- Sistema di blocco;
- Cavalletto, costituito da tubi tondi diametro 60,3 mm, spessore 3

mm, completo dei perni inferiore (di collegamento con la base di rotazione) e superiore (di collegamento con la forcella), nonché dell'unghia del sistema di blocco; il cavalletto ha dimensioni pari a 1500 mm (larghezza perno superiore), 1380 mm (larghezza perno inferiore), 1877,5 mm (altezza);

- Base di rotazione (elemento di fusione e, come l'unghia di base, di lunghezza variabile) avente lunghezza 1628,4 mm, altezza 247 mm e profondità 288 mm;
- Elementi e bulloneria per il collegamento tra i vari elementi (in acciaio A2-70).
- Piastre di collegamento tra forcella e puntone[1]
- Perno di collegamento tra puntone e forcella[2]

Non sono stati oggetto di sostituzione, ma di trattamento di sabbiatura e verniciatura, i seguenti elementi della singola portina:

- Puntone (asta cilindrica la cui estremità inferiore scorre nello scivolo/cremagliera consentendo il posizionamento delle portine);
- Forcella (elemento di collegamento tra il puntone ed il cavalletto).

Infine, gli interventi sulla originaria guida a scivolo in acciaio fuso, inghisata nel piano murario della traversa, si sono limitati a ripristini, per saldatura, nei punti maggiormente usurati.

**In definitiva sono oggetto del presente collaudo statico tutte le 30 nuove portine, come sopradescritte, della prima delle due campate (lombarde) della traversa, ambedue oggetto del contratto di appalto in essere.**

Per la trattazione specifica si rimanda alla documentazione tecnica di progetto esecutivo approvato ed a quella prodotta dalla società

[1] Nel corso dei lavori sostituite con elemento in acciaio inox AISI 304 ottenuto per lavorazione da lastra

[2] Nel corso dei lavori sostituito con elemento in acciaio inox AISI 304 ottenuto per tornitura da cilindro

HYDRO.ME.P. S.r.l. quale progettista costruttivo delle opere, fornitore ed installatore delle stesse (ALL. 07-01/08-01/08-02/10-1/10-2 alla Relazione a strutture ultimate del 30/12/2021).

## NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La normativa tecnica adottata a riferimento nel progetto esecutivo e nelle ulteriori verifiche eseguite in fase costruttiva è, nel suo complesso, la seguente:

- Legge 5 Novembre 1971 n° 1086 «Norma per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, precompresso e per le strutture metalliche».
- Legge 2 febbraio 1974 n° 64 «Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche».
- D.M. del 17 gennaio 2018 «Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni».
- Circolare C.S.LL.PP. 2 Febbraio 2009 n° 617 «Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. del 14 Gennaio 2008».
- Circolare Ministero delle infrastrutture e dei trasporti 21 gennaio 2019, n. 7 "Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 17 gennaio 2018.
- UNI-CNR 10011/85 e UNI-CNR 10012/85 e, per quanto in esse non contemplato, DIN 19704 e DIN 19705.
- UNI CNR 10021/85.

Le verifiche sono state condotte con il metodo agli Stati Limite, senza considerare riduzioni di tensioni dovuti a fenomeni di fatica (ipotesi valida nel caso in cui il numero di cicli di sollecitazione sia inferiore a 10.000).

## CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Per quanto concerne i materiali e le componenti di fissaggio previsti per la realizzazione degli elementi strutturali della singola portina, e quindi per tutte e 30 le portine oggetto del presente collaudo statico, sono stati utilizzati i seguenti materiali:

- per tutti gli elementi di nuova realizzazione, acciaio inox AISI 304/304L;
- per bulloni, dadi, rosette, acciaio A2 70.

AISI304 (UNI EN 10088)

- Carico di rottura alla trazione $f_{yk}$= 515 MPa $f_{yd}$= $f_{yk}$ /$\gamma_M$= 490 MPa
- Modulo elastico dell'acciaio E = 210000 MPa
- Modulo elastico tangenziale dell'acciaio G = 80769 MPa
- Coefficiente di Poisson $\nu$ = 0,30
- Coefficiente di espansione termico (T<100°C) alfa =12x$10^{-6}$ $°C^{-1}$
- Densità $\rho$ = 7850 kg/$m^3$

L'assemblaggio delle saldature è stato effettuato mediante saldature di tipo continuo, a completa penetrazione di 1ª classe, eseguite da operatori qualificati e secondo la norma UNI 15614 e UNI 287.

Tutte le giunzioni bullonate sono state realizzate con bulloni aventi funzione di connessione tra i diversi elementi (a precarico non controllato), con coppia di serraggio determinata, in accordo alla norma UNI EN 1090-2:2018 (serraggio stretto), assumendo come valori di riferimento quelli di cui al prospetto 4-IV della norma CNR-UNI 10011 (a precarico controllato) applicando cautelativamente una riduzione al 70% del valore di riferimento. Per i previsti bulloni A2 70 (Rm=700 Mpa, Rp0,2=450 Mpa), che possono assimilarsi cautelativamente a bulloni di acciaio di classe 6.6, i valori di riferimento sono risultati pertanto i seguenti:

- bulloni M16 delle piastre di collegamento tra forcella e perno superiore del cavalletto: 102 N x m;
- bulloni M16 delle contropiastre sulla base di rotazione/perno inferiore del cavalletto: 102 N x m;
- bulloni M20 degli elementi di collegamento tra il perno superiore del

cavalletto e lo scudo: 197 N x m.

Quindi tutti i bulloni sono stati serrati prima a mano e successivamente con chiave dinamometrica tarata ai valori sopra indicati, mentre sono stati serrati solo a mano i dadi dei perni "testa a martello" di collegamento tra la base di rotazione e l'ancoraggio sulla traversa e quelli dei perni di collegamento tra forcella e puntone.

Sono stati eseguiti trattamenti superficiali per le forcelle ed i puntoni, a seguito di sabbiatura in stabilimento, attraverso verniciatura con prodotto Marathon 550 della Jotun (bicomponente epossidico con induritore poliamminico applicato come segue: mano di fondo Penguard Primer, mano intermedia Ral 9010, mano di finitura Ral 7030, per uno spessore complessivo minimo di 529 µm (rapporti ALL. 09-12 alla Relazione a strutture ultimate).

## ANALISI DELLE RELAZIONI DI CALCOLO

La relazione di calcolo del progetto esecutivo del giugno 2020 “Relazione di calcolo nuovi elementi e verifica di stabilità della chiusura” (All. 07-01 alla Relazione a strutture ultimate) riporta, oltre alle norme di riferimento e alle caratteristiche dei materiali impiegati, le azioni di calcolo (con le combinazioni di norma) e le verifiche strutturali condotte per i singoli componenti e l’insieme della portina/paratoia.

Ai fini del dimensionamento strutturale la fase di esercizio è risultata più gravosa delle fasi di installazione e, nello specifico, risulta essere stata assunta la configurazione geometrica relativa al massimo possibile livello di regolazione, cioè con il livello idrico corrispondente alla fase di incipiente sfioro delle portate al di sopra della portina/paratoia.

Dalla relazione di calcolo si evince che, anche sotto le assunzioni conservative adottate, tutti gli “unity check” risultano inferiori all’unità, con

ciò dimostrandosi idonea la struttura a sostenere i carichi cui sarà sottoposta nelle diverse fasi della sua vita utile; i risultati ottenuti sono derivati dalla condizione SLU, dimensionante rispetto alle altre.

Nel corso della realizzazione delle opere sono state anche prodotte dall'Appaltatore, su richiesta della Direzione Lavori, alcune relazioni integrative per verifiche strutturali puntuali resesi necessarie a seguito della modifica, in fase costruttiva:

- degli elementi costitutivi dei cavalletti, previsti in progetto di spessore 4 mm, la cui irreperibilità sul mercato ha portato all'adozione di elementi di spessore pari a 3 mm ("Relazione di calcolo cavalletto": ALL. 08-01 alla Relazione a strutture ultimate);
- degli originali bulloni di fissaggio della base di rotazione alla traversa, del tipo M30 con "testa a martello" ed acciaio di classe 4.6 ("Relazione di calcolo bulloni": ALL. 08-02 alla Relazione a strutture ultimate).

In definitiva le verifiche di resistenza risultano tutte soddisfatte, con ampi margini, per i singoli componenti e l'insieme della ventola, e pertanto la sezione composta, realizzata in acciaio AISI 304, risulta idonea allo scopo per cui è stata progettata.

La deformata teorica massima, calcolata senza aver definito un modello del sistema paratoia nel suo complesso (finalizzato allo studio dei cinematismi d'insieme) ma utilizzando metodi di determinazione diretta, mediante schemi semplificati, per la sola ventola, è stata valutata (considerando il carico idrico pari alla quota di sfioro delle portate al di sopra della portina/paratoia, ovvero anche superiore di 90 cm, ovvero in fase di manovra con il carroponte) dell'ordine dei 3 mm (ALL. 09-07 alla Relazione a strutture ultimate).

## VERIFICHE E ATTIVITA' PROPEDEUTICHE AL COLLAUDO

### CERTIFICAZIONI

I lavori risultano di particolare complessità tecnica e pertanto risulta disponibile, oltre alla documentazione normalmente prevista dall'art. 217 del DPR 207/2010, anche la documentazione prevista dal comma 2 dell'art. 236 del DPR 207/2010, ovvero le certificazioni di qualità dei materiali o componenti impiegati (a titolo indicativo e non esaustivo, costituita dalle certificazioni di qualità del produttore e del distributore, dalle procedure di controllo di qualità dei materiali e componenti in stabilimento, dai risultati delle prove e collaudi eseguiti in stabilimento, delle verifiche e prove di messa in esercizio eseguite dal produttore/installatore in sito, certificazioni di conformità, ecc.).

La paratoia è stata realizzata dalla società HYDRO.ME.P. S.r.l. di Jesi (AN) per la quale sono stati forniti:

- attestato di qualificazione alla esecuzione di lavori pubblici (ai sensi del DPR 207/2010) rilasciata dalla SOA-CQOP alla ditta HYDRO.ME.P S.r.l. n. 58225/10/00, data di attestazione originaria 15/01/2019, data attestazione in corso 29/10/2020, data scadenza validità quinquennale 14/01/2024 (ALL. 09-01 alla Relazione a strutture ultimate);
- certificazione di qualità UNI EN ISO 9001:2015 rilasciata dal certificatore U.R.S. Italia alla ditta HYDRO.ME.P S.r.l. per l'attività di "progettazione, costruzione ed installazione di opere elettromeccaniche per impianti idroelettrici, di irrigazione e depurazione (settore IAF 28)" n. 2017/146/01, data di prima emissione 15/7/2011, data di trasferimento 13/7/2017, data di emissione corrente 8/10/2020, data di scadenza 14/07/2023 (ALL. 09-02 alla Relazione a strutture ultimate);
- certificazione di qualità ISO 14001:2015 rilasciata dal certificatore U.R.S. alla ditta HYDRO.ME.P S.r.l. per l'attività di "progettazione, costruzione ed installazione di opere elettromeccaniche per impianti idroelettrici, di irrigazione e depurazione" n. 47601/B/0001/UK/It, data di prima emissione 29/3/2012, data ultima emissione 27/9/2020, data di scadenza 28/03/2023 (ALL. 09-03alla Relazione a strutture ultimate);
- certificazione di registrazione come riconoscimento del Sistema Di Gestione Salute e Sicurezza in conformità alle norme ISO 45001:2018 rilasciata dal certificatore U.R.S. alla ditta HYDRO.ME.P S.r.l. per

l'attività di "progettazione, costruzione ed installazione di opere elettromeccaniche per impianti idroelettrici, di irrigazione e depurazione" n. 47601/D/0001/UK/It, data di emissione 02/10/2020, data di scadenza 01/10/2023 (ALL. 09-04 alla Relazione a strutture ultimate);

- certificato di conformità del controllo della produzione in fabbrica n. 0398/CPR/MP/14.031 rilasciato da APAVE ITALIA CPM S.r.l. per "strutture metalliche in acciaio – EXC3 – progettazione e esecuzione di strutture metalliche civili e industriali" al produttore HYDRO.ME.P S.r.l. per lo stabilimento di Jesi (AN) – via G. Di Vittorio (ALL. 09-05 alla Relazione a strutture ultimate).

Per quanto riguarda le certificazioni dei singoli materiali utilizzati ed i verbali di accettazione degli stessi ai sensi dell'UNI EN 1090-1, si rimanda alla documentazione prodotta dalla società HYDRO.ME.P. S.r.l. quale fornitore/installatore dei manufatti (ALL. 09-06 alla Relazione a strutture ultimate, che riporta la tabella dei componenti e la codifica dei certificati, questi ultimi archiviati in formato digitale nel supporto all'uopo allegato alla Relazione a strutture ultimate). Nei disegni costruttivi dei componenti della singola portina/paratoia redatti da Hydro.Me.P. S.r.l. (ALL. 10-02 alla Relazione a strutture ultimate), risultano anche riportate tabelle riepilogative degli elementi base impiegati per la realizzazione, con indicate le caratteristiche e le relative certificazioni.

**CONTROLLI PRESSO LO STABILIMENTO DI PRODUZIONE**

Durante il periodo di produzione/assemblaggio in officina delle portine/paratoie la Direzione Lavori ha eseguito i seguenti sopralluoghi, presso lo stabilimento di Jesi (AN).

*Prima visita - 05.05.2021* (ALL. 09-07 alla Relazione a strutture ultimate)
Si riassume che sono stati acquisiti documenti relativi alla certificazione di qualità, al piano di controllo di qualità ed al certificato di conformità CE per la produzione in fabbrica; sono stati quindi eseguiti controlli dimensionali a campione. Inoltre mediante dispositivo di prova precedentemente allestito si

è proceduto a prove per la misura di deformazioni, su prototipo, della nuova portina sollecitata dai carichi idrostatici di progetto (condizione di esercizio, condizione di esercizio con sovraccarico e condizione di movimentazione); i valori rilevati con i test (mediante lettura dei comparatori con precisione centesimale, nei limiti delle approssimazioni del dispositivo di prova e del sistema di misurazione adottato) hanno comprovato la conformità della risposta della nuova portina rispetto alle deformazioni attese, così come determinate con il modello numerico di progetto strutturale.

*Seconda visita - 04.08.2021* (ALL. 09-08 alla Relazione a strutture ultimate)
Si riassume che si è proceduto al controllo sommario della presenza in stabilimento di tutti i materiali necessari alla predisposizione della intera fornitura, al controllo a campione delle saldature con liquido penetrante, a controlli dimensionali sui singoli elementi di una portina/paratoia, alla punzonatura, all'acquisizione di documentazione di controllo relativa al PCQ, al prelievo di campioni per prove di laboratorio, alla valutazione delle effettive condizioni degli esistenti elementi "puntoni-forcelle-perni" provenienti dalla Traversa Miorina, ed infine alla verifica della movimentazione di una nuova portina/paratoia completamente assemblata nei suoi vari elementi.

*Terza visita - 05.11.2021* (ALL. 09-09 alla Relazione a strutture ultimate)
Si riassume che si è proceduto alla verifica quantitativa degli elementi costitutivi la intera fornitura, a controlli a campione sulla conformità ed accettabilità delle saldature effettuate, a controlli dimensionali a campione ed al prelievo di campioni per prove di laboratorio; infine, si è proceduto alla verifica della movimentazione di un gruppo "puntone-forcella-cavalletto-base di rotazione".

Nel rimandare per i dettagli ai relativi verbali di visita, e relativi allegati, regolarmente redatti e sottoscritti dai soggetti di volta in volta presenti (Appaltatore, Costruttore portine, Direzione Lavori, rappresentanti Consorzio Ticino), in conclusione il sottoscritto Collaudatore statico deduce che:

- durante le visite sopra indicate sono state eseguite congiuntamente alcune verifiche dimensionali sugli elementi costitutivi delle nuove portine/paratoie, dalle quali è stato possibile riscontrare e confermare la loro sostanziale rispondenza geometrica a quanto previsto dagli elaborati di progetto e costruttivi;
- nel complesso non sono state riscontrate carenze o difetti di costruzione evidenti e degni di nota, fatte salve alcune modifiche costruttive che sono state successivamente recepite nei disegni di As-built (All. 10-02 alla Relazione a strutture ultimate);
- le prove di carico condotte in stabilimento su una nuova portina hanno comprovato la conformità della sua risposta, in termini di deformazioni misurate, rispetto alle deformazioni calcolate/attese precedentemente determinate con il modello numerico di progetto strutturale.

**PROVE DI LABORATORIO E ACCETTAZIONE DEI MATERIALI**

Su indicazione della Direzione Lavori sono stati prelevati n. 7 campioni di materiali su cui sono state eseguite, presso il Laboratorio Geotecnologico Emiliano, prove di resistenza, resilienza ed analisi chimica.
I provini (PROV-1 ÷ PROV- 7) sono stati ricavati dai materiali prelevati durante le visite allo stabilimento in precedenza riassunte e gli esiti delle suddette prove sono stati rilasciati con i certificati/rapporti: 3116/45 del 28/09/2021; 913/T/P del 28/09/2021; 3117/45 del 28/09/2021; 914/T/P del 28/09/2021; 3915/45 del 23/11/2021; 1238/T/P del 23/11/2021 (ALL. 09-10 alla Relazione a strutture ultimate).
Inoltre circa il controllo di accettazione in cantiere degli elementi in carpenteria metallica in acciaio inox AISI 304 la Direzione Lavori ha redatto una relazione di sintesi (ALL. 09-11 alla Relazione a strutture ultimate).

Dalle certificazioni e rapporti di controllo resi dal laboratorio incaricato, nonché dalla relazione del DL, il sottoscritto Collaudatore statico deduce che risultano confermate le caratteristiche di resistenza e di resilienza dei materiali come da certificazioni rese dai produttori.

**CONTROLLI IN CANTIERE**

Al termine del montaggio in cantiere delle 30 nuove portine/paratoie della campata 1 (lato lombardo della traversa), la Direzione Lavori ha disposto l'esecuzione in situ di verifiche, a campione, sugli spessori delle verniciature di tutte e 30 le portine/paratoie, redigendo il relativo "Verbale di verifica degli spessori delle verniciature" (ALL. 09-12 alla Relazione a strutture ultimate) e verifiche sul serraggio della bulloneria di collegamento tra le varie parti metalliche, a campione per le 30 portine/paratoie, redigendo il relativo "Verbale sulle risultanze delle verifiche di serraggio" (ALL. 09-13 alla Relazione a strutture ultimate). Successivamente la Direzione Lavori ha disposto l'esecuzione di prove di movimentazione per tutte e 30 le portine/paratoie, in assenza di carico idrostatico, redigendo il relativo "Verbale sulle risultanze della prova di movimentazione delle paratoie in assenza di carico idrostatico" (ALL. 09-14 della Relazione a strutture ultimate).

Per quanto concerne gli spessori delle verniciature, eseguite sulle forcelle e sui puntoni (gambo ed estremità), a seguito della loro sabbiatura e verniciatura in stabilimento, sono stati effettuati controlli utilizzando lo spessimetro "PCE CT 26FN" (tarato su placchetta da 247 micron e di cui risultano acquisiti dichiarazione di conformità e certificato di prova "plastic film" utilizzato per la taratura); lo spessore, secondo i requisiti prestazionali previsti dal progetto, nonché secondo i rapporti di verniciatura della ditta S.V.E.M. S.r.l. che ha eseguito le lavorazioni, deve risultare non inferiore a 529 micron (minimo valore tra quelli riportati nei rapporti). Dai controlli effettuati il sottoscritto Collaudatore statico deduce che sono stati accertati spessori sempre superiori a quelli minimi attesi, con un valore medio complessivo di 890 micron, fatte salve 2 misure puntuali (fine puntone paratoia 1O - pari a 502 micron, e puntone paratoia 16bis - pari a 509 micron) che pur risultate inferiori sono comunque molto prossime al limite indicato; l'esito della verifica eseguita è da ritenersi pertanto positivo.

Per quanto concerne la bulloneria di collegamento tra le varie parti

metalliche delle portine/paratoie, sono stati effettuati controlli a campione del serraggio dei dadi e dei bulloni A2 70, che possono assimilarsi cautelativamente, per quanto in precedenza già riferito nel paragrafo “CARATTERISTICHE DEI MATERIALI”, a bulloni di acciaio di classe 6.6, con coppie di serraggio valutate al 70 % dei valori della CNR-UNI 10011. Dai controlli effettuati il sottoscritto Collaudatore statico deduce che sono state accertate coppie di serraggio sempre in linea con i valori indicati; l'esito della verifica eseguita è da ritenersi pertanto positivo.

Per quanto concerne la movimentazione di tutte e 30 le nuove portine/paratoie, in assenza di carico idrostatico, si è proceduto alla movimentazione utilizzando il preesistente braccio di manovra (adattato di recente, a cura di altro soggetto, alla geometria delle nuove portine). Nello specifico ogni portina è stata movimentata dalla posizione "zero" (tutto abbattuto) alla posizione "prima", "seconda", "terza" e "quarta"; per ciascuna delle 4 posizioni di regolazione è stato accertato il regolare scorrimento del puntone nella guida e l'arresto nella posizione di regolazione sulla cremagliera, senza osservare anomalie di rilievo. Dalle prove e dai controlli effettuati il sottoscritto Collaudatore statico deduce il corretto funzionamento del cinematismo di movimentazione delle 30 nuove portine/paratoie, pur se in tale occasione non si è potuto verificare del tutto, con il previsto controllo visivo, il loro allineamento in posizione "quarta" (di massima ritenuta) in quanto all’atto della prova erano ancora in fase di completamento le ultime registrazioni di verticalità (registrazioni fini).

La documentazione ricevuta nel suo complesso, con le verifiche, prove e controlli eseguiti risultano idonei a certificare origine e qualità dei prodotti impiegati e loro corrispondenza con il relativo progetto costruttivo.

## DISEGNI ESECUTIVI E COSTRUTTIVI

### Disegni esecutivi

Gli elaborati esecutivi delle portine/paratoie (ALL. 10-01 alla Relazione a strutture ultimate), di cui al Progetto esecutivo del "Giugno 2020", sono di seguito elencati:

- TAV13 Porte Chanoine - prospetto e sezione (Rev. 1, GIU-2020)
- TAV14 Porte Chanoine – partic. parte in fusione (Rev. 1, GIU-2020)
- TAV15 Porte Chanoine - sistemi di blocco (Rev. 0, APR-2020)
- TAV16 Porte Chanoine – assonometria (Rev. 0, APR-2020)
- TAV17 Cavalletto - prospetto e sezioni (Rev. 1, GIU-2020)
- TAV18 Cavalletto - vista e particolari (Rev. 0, APR-2020)
- TAV19 Base di Rotazione - prospetto e sezioni (Rev. 1, GIU-2020)
- TAV20 Base di Rotazione - parti in fusione (Rev. 1, GIU-2020)
- TAV21 Assonometria esplosa - vista d'insieme (Rev. 0, APR-2020)

**Disegni costruttivi**

Nel corso dei lavori sono stati redatti dall'Appaltatore gli elaborati costruttivi (ALL. 10-02 alla Relazione a strutture ultimate) di seguito elencati:

- VA002A_000 Diga della Miorina: complessivo
- VA002A_010 Diga della Miorina: portine- costruttivo
- VA002A_050 Diga della Miorina: cavalletto - costruttivo
- VA002A_074 Diga Miorina: perno di connessione puntone forcella
- VA002A_100 Diga Miorina: controtenuta di base – assieme e partic.
- VA002A_151 Diga Miorina: piastre terminali cavalletto

# VERBALE DI VISITA

La visita di sopralluogo alle nuove 30 portine/paratoie della prima campata (lato lombardo) della Traversa della Miorina, oggetto del presente atto, previo preavviso telefonico, è stata effettuata in data 16 dicembre 2021.

Risultavano presenti alla Visita i signori:

per il MIMS - Direzione generale per le dighe e le infrastrutture idriche:

- Ing. Andrea SANNA Ingegnere Incaricato ex art. 11 DPR 1363/1959 Funzionario Ingegnere dell'UTD di Torino;
- Ing. Luca GATTIGLIA Assistente Governativo;

per il Consorzio del Ticino:

- Sig.ra Dorina BELLANI Direttore del Consorzio del Ticino e RUP;
- Ing. Maurizio GANDOLFO Ingegnere Responsabile della Diga;
- Ing. Nicola PESSARELLI Direttore dei lavori – Majone&Partners Srl;
- Ing. Denis CERLINI Direttore operativo – Majone&Partners Srl;
- Ing. Massimo MARSILI Coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione (CSE);

per l'Appaltatore - COGEDIT S.r.l.:

- Geom. Fausto DI TOMASSO Direttore tecnico/Responsabile cantiere.

Alla visita era inoltre presente l'Ing. Nicola AVAGNINA componente della Commissione di Collaudo ex art. 14 del DPR n. 1363/59 dei "Lavori di manutenzione straordinaria per il recupero della capacità d'invaso" della Traversa della Miorina.

Il sottoscritto Collaudatore statico e gli altri partecipanti alla visita si sono ritrovati presso la Casa di Guardia in sponda sinistra allo sbarramento, circa alle ore 9:30.

Preliminarmente al sopralluogo in cantiere si è tenuta una breve riunione propedeutica, presso la Casa di Guardia dello sbarramento.

Nel corso della riunione il D.L. Ing. N. Pessarelli ha illustrato l'andamento dei lavori, con particolare riferimento alle lavorazioni già completate, come di seguito riassunto.

Le attività relative alla prima fase dell'appalto sono state caratterizzate da forti ritardi nella fornitura dei materiali, a causa delle note difficoltà di approvvigionamento causate dalla pandemia, che hanno portato ad uno slittamento temporale nella realizzazione delle varie componenti delle nuove portine; tale circostanza ha anche successivamente rallentato il completamento del montaggio delle portine in situ, a causa delle non facile reperibilità del materiale per la realizzazione di alcuni componenti (es. piastre di fissaggio tra forcella e perno superiore del cavalletto).

Le attività relative alla seconda fase dell'appalto, per la prima campata, hanno riguardato la bonifica del fondo dell'alveo, per garantire la navigabilità del pontone per la successiva infissione del palancolato di chiusura della campata sia a monte che a valle, e di chiusura contro la spalla sinistra (conca di navigazione) e contro la pila 1.
Sono state affrontate alcune difficoltà operative, che hanno obbligato ad una diversa disposizione planimetrica in diversi tratti del palancolato metallico di chiusura, quali:

- presenza di una notevole quantità di massi a valle ed a monte dello sbarramento, anche in profondità e di grossa pezzatura, sia naturali che artificiali, in corrispondenza del tracciato delle palancole;
- rinvenimento di un solettone in calcestruzzo non armato, a valle della traversa;
- presenza di fondazioni a gradino della conca, a valle della traversa;
- rinvenimento di lamiere, ferri e tavolame vario posti lungo il tracciato delle palancole di valle.

Nei mesi di luglio-agosto 2021 si sono susseguiti 3 eventi di "morbida" del fiume Ticino (13-18 luglio, 28-29 luglio e 7-9 agosto 2021), con conseguente necessità di fermo cantiere; tali circostanze sono state oggetto di una "Prima relazione sull'andamento dei lavori (luglio-agosto-settembre 2021)" da parte dell'impresa appaltatrice, senza peraltro apposizione di riserve.

Ad inizio mese di ottobre 2021 si è potuto mettere in asciutta l'area di cantiere in alveo relativa alla campata 1, dando corso alle attività di pulizia

e successiva rimozione delle portine esistenti, fatto salvo un primo periodo di inattività per avverse condizioni meteorologiche. L'aggottamento delle aree di cantiere non ha presentato particolari problematiche, ed ha sostanzialmente confermato le previsioni di progetto: l'area viene mantenuta in asciutta mediante pompe sommerse che vengono mantenute accese anche di notte, fatto salvo il fine settimana (se non lavorativo); con i livelli idrici del lago osservati nei mesi di ottobre, novembre e dicembre il completo svuotamento dell'area di cantiere, a seguito di uno spegnimento prolungato delle pompe, richiede circa una mezza giornata lavorativa.

A seguito delle ispezioni condotte in asciutto sulle componenti da non sostituire (forcella, puntone, perno e piastre di collegamento), si è riscontrato lo stato di degrado del perno e delle piastre di collegamento e si è quindi deciso di prevederne la sostituzione, con conseguente allungamento dei tempi di assemblaggio finale delle nuove portine. Contestualmente gli scivoli/cremagliere di scorrimento del puntone si sono rivelati in discreto stato di conservazione, e si è proceduto, secondo le previsioni di progetto, a ripristini locali delle superfici di scorrimento con riporti mediante saldature.

Nel corso dell'assemblaggio in stabilimento dei diversi componenti, e quindi nel corso della successiva messa in opera delle portine, sono state apportate alcune modifiche di dettaglio, contenute entro i limiti in facoltà della Direzione dei Lavori, poi recepite nei disegni costruttivi agli atti.

Infine il D.L. ha illustrato il cronoprogramma dei lavori predisposto dall'appaltatore che, tenendo anche conto dell'esigenza di garantire la stagione irrigua all'utenza, conferma la fine dei lavori entro il termine contrattuale del 25/03/2022, rendendo per tale data liberamente manovrabili tutte e 60 le nuove portine e quindi assicurando la disponibilità della relativa capacità di scarico ai fini della sicurezza idraulica ordinariamente garantita della traversa.

Al termine della riunione preliminare i convenuti hanno proceduto alla

visita al cantiere, dapprima da valle, accedendo dalle passerelle di servizio, e poi da monte visionando il cantiere dall'alto del coronamento della diga.

Il sopralluogo da valle ha consentito di visionare, in asciutto, tutta la relativa area di cantiere, sino al palancolato di presidio, con le nuove 30 portine in posizione di massima chiusura, mentre risultavano in corso i serraggi ancora pendenti di alcuni lamierini. Nella descritta condizione di asciutto sono state quindi eseguite prove di movimentazione di alcune portine, mediante il carro di servizio, rilevando che senza carico idrico a monte la movimentazione di qualche portina risultava difficoltosa, necessitando di più operazioni da parte del braccio meccanico del carro di servizio, presumibilmente a causa di un eccessivo attrito laterale opposto dai lamierini non ancora regolati in maniera definitiva.

A valle delle portine risultavano inoltre posizionate, come preindicato dal sottoscritto collaudatore statico, due postazioni topografiche per la misura di deformazione delle portine da effettuarsi, a seguire, sotto carico idraulico a monte; risultavano posizionati strumenti Leica "Multistation MS60" e "Tcra1201", uno in sponda sinistra sul muro destro della conca di navigazione e l'altro sulla pila 1. Per consentire tale monitoraggio erano state apposte mire topografiche adesive sulle 10 portine centrali (dalla n° 10 alla n° 19), secondo uno schema, concordato con il sottoscritto collaudatore statico, che prevede una mira inferiore posta a 50 cm dall'asse di rotazione della cerniera inferiore ed una superiore posta in corrispondenza del ciglio sfiorante della portina.

Sempre in asciutto si è quindi proceduto al sopralluogo da monte, dall'alto del coronamento della diga, costituito da un ponte metallico di servizio (travatura reticolare in acciaio), pedonabile, sul quale scorrono i due carri di manovra (uno per le due campate lato lombardo ed uno per le due campate lato piemontese) che movimentano le portine ciascuno tramite un braccio meccanico comandato oleodinamicamente. Tale punto di vista ha consentito di visionare la complanarità complessiva del manto costituito dalle portine affiancate in posizione di massima ritenuta (quarta posizione)

e tutta la relativa area di cantiere, sino al palancolato di presidio e attuale tenuta del livello idrico di monte.

Al termine dei predetti sopralluoghi a valle ed a monte delle portine si è dato inizio al riempimento del volume compreso tra il palancolato di monte e le portine, utilizzando le pompe presenti in cantiere per l'aggottamento delle aree di lavoro, direzionandone la mandata a monte dello sbarramento. Durante il progressivo aumento del carico a monte si è rilevato che la non perfetta tenuta tra i lamierini delle portine contigue e soprattutto la non perfetta tenuta del contatto al piede tra le ventole e le soglie di base (in acciaio fuso), consentiva il passaggio dell'acqua da monte a valle per portate che complessivamente si approssimavano a quelle delle pompe di aggottamento in funzione; in definitiva l'approccio adottato per il riempimento del volume compreso tra il palancolato di monte e le portine si è rilevato non efficacie, quantomeno in termini temporali ragionevoli, soprattutto in considerazione che il non perfetto contatto al piede tra portine e soglie di base si sviluppa per circa 50 m.

Rilevato quanto sopra il sottoscritto collaudatore statico ha dato disposizioni alla Direzione Lavori di fare eseguire dall'Appaltatore, nei giorni successivi, interventi provvisionali di miglioramento della tenuta al piede delle portine, mediante apposizione di teli in pvc e zavorramento in sacchi di sabbia, per tutta la lunghezza del contatto tra portine e basi di rotazione, e di completare la regolazione fine di tutti i lamierini laterali per tutte e 30 le portine.
Il sottoscritto collaudatore statico ha pertanto invitato il Direttore dei Lavori ad eseguire, a valle dei predetti interventi provvisionali di tenuta, presumibilmente il giorno 20 dicembre 2021, il controllo topografico delle misure di deformazione delle portine sotto carico idraulico a monte; ciò sempre previo riempimento del volume compreso tra il palancolato di monte e le portine tramite le pompe presenti in cantiere per l'aggottamento delle aree di lavoro, direzionandone la mandata a monte dello sbarramento; di tale controllo topografico sotto carico idraulico il Direttore dei Lavori redigerà relativo verbale da allegare alla Relazione a strutture ultimate.

A chiusura della visita sono stati infine controllati tutti i certificati dei materiali ed i risultati delle prove di controllo effettuate presso Laboratori ufficiali, che hanno confermato che i valori di resistenza dei materiali impiegati risultano compatibili con le tensioni di lavoro derivanti dagli elaborati di progetto; si conferma quindi che le verifiche di resistenza delle varie sezioni strutturali, allo stato limite ultimo (SLU), come descritte nella Relazione che precede, risultano ampiamente soddisfatte.

La visita in cantiere si è conclusa alle ore 16:30.

**PROVE SOTTO CARICO IDRAULICO DELLE 30 PORTINE DELLA CAMPATA 1**

Il 20/12/2021 il Direttore dei Lavori, alla presenza dell'Ing. Luca Gattiglia (Assistente Governativo) e del Geom. Fausto di Tomasso (DT Impresa COGEDIT), ha proceduto ad eseguire prove, sotto carico idraulico, con controlli topografici delle deformazioni, delle nuove 30 portine della Campata 1, redigendo il relativo "Verbale sulle risultanze, sotto carico idraulico, degli esiti delle misure di deformazione e della prova di tenuta e di serraggio" (ALL. 09-15 della Relazione a strutture ultimate). Gli interventi provvisionali di miglioramento della tenuta al piede delle portine e le modalità di esecuzione delle prove sotto carico, nonché gli step procedurali ai quali eseguire le misure topografiche, sono stati preventivamente condivisi con il sottoscritto collaudatore statico.

Dal suddetto verbale si evince che risultavano posizionate a valle delle portine due postazioni topografiche con strumenti Leica "Multistation MS60" e "Tcra1201", uno in sponda sinistra sul muro destro della conca di navigazione e l'altro sulla pila 1, ed erano state apposte mire topografiche adesive sulle 10 portine centrali (dalla n° 10 alla n° 19), secondo il preconcordato schema che prevedeva una mira inferiore posta a 50 cm dall'asse di rotazione della cerniera inferiore ed una superiore posta in corrispondenza del ciglio sfiorante della portina.
Tutte le portine risultavano poste in posizione "quarta", di massima

regolazione, con un livello idrico di 191,60 m slm, pari tra monte e valle (condizione di equilibrio idrostatico), che corrisponde ad un'altezza di circa 83 cm rispetto all'asse di rotazione della portina (H=190,77 m slm); in tali condizioni è stata eseguita la misura di zero dando poi corso al riempimento del volume compreso tra il palancolato di monte e le portine, utilizzando le pompe presenti in cantiere, per l'aggottamento delle aree di lavoro, direzionandone la mandata a monte dello sbarramento.
Durante il progressivo aumento del carico idrico a monte sono state rilevate le misure di spostamento, su entrambe le mire delle 10 portine monitorate, in corrispondenza di ogni incremento di 1 metro del livello idrico (191,60 - 192,60 - 193,60 - 194,60 m slm), mentre il livello di valle si è mantenuto sostanzialmente costante a circa 191,00 m slm.
In particolare alle ore 12:00 circa è stato raggiunto a monte il livello 194,60 m slm, pari alla quota di sfioro, con livello a valle di poco superiore a 191,00 m slm, con ciò riproducendo sostanzialmente la condizione di calcolo/verifica assunta in sede di progetto esecutivo e poi riprodotta in occasione del test su prototipo realizzato in stabilimento.
Successivamente, arrestate le pompe, si è proceduto al progressivo decremento del livello idrico di monte, mediante apertura controllata della portina n. 28, e sono state quindi ripetute le misure di spostamento, su entrambe le mire delle 10 portine monitorate, in corrispondenza di ogni decremento di 1 metro del livello di monte (193,60 - 192,60 - 191,60 m slm), con livello di valle mantenuto, mediante aggottamento, di poco superiore a circa 191,00 m slm.
Tutta la suddetta prova è stata oggetto di registrazione video, con inquadratura da valle, che risulta agli atti della Direzione Lavori.

In occasione di detta prova sotto carico idraulico il DL ha altresì provveduto a verificare la tenuta idraulica di insieme delle nuove portine, rilevando che localmente detta tenuta, all'interfaccia tra i lamierini, risultava non sempre perfetta (venute d'acqua per la metà superiore dello scudo tra le portine 4 e 5 e nella zona centrale tra ulteriori 2-3 coppie di portine, in corrispondenza del punto di collegamento tra perno del cavalletto e portina). Nel merito, pur ritenendo soddisfacente nel complesso, anche statisticamente, la prova di

tenuta, il DL ha richiesto all'Impresa una puntuale riverifica di tutti i lamierini, per la eventuale sostituzione di quelli imperfetti, ai fini di un successivo ulteriore controllo, conclusivo, sotto carico idrico corrispondente alle condizioni ordinarie di esercizio (presenza di contro carico a valle).

A completamento delle attività il DL ha proceduto ad una ulteriore verifica a campione, nella condizione di messa in asciutto post massimo carico idrico a monte, dei serraggi dei bulloni di collegamento tra le varie parti delle portine, mediante chiave dinamometrica tarata, accertando coppie di serraggio sempre in linea con i valori indicati.

Dai controlli effettuati durante ed a seguito della riassunta prova sotto massimo carico idraulico a monte, il sottoscritto Collaudatore statico deduce che non sono state accertate anomalie; le portine hanno sempre mantenuto sotto carico il loro sostanziale allineamento nella posizione di massima ritenuta ("quarta posizione") senza dar luogo a spostamenti apprezzabili a vista, mentre le misurazioni topografiche condotte mostrano spostamenti, lungo gli assi di riferimento adottati, di pochi millimetri, che portano a determinare deformazioni massime monte-valle delle portine inferiori a quelle calcolate in sede di progetto e paragonabili a quelle misurate con la prova di carico eseguita in stabilimento. L'esito della prova, con le verifiche eseguite, è da ritenersi pertanto positivo ai fini della collaudazione statica delle portine.

# CERTIFICATO DI COLLAUDO

Tutto quanto sopra premesso il sottoscritto collaudatore, che dichiara di essere iscritto all'Albo professionale da oltre 10 anni e di non essere intervenuto nella progettazione, direzione ed esecuzione delle opere in oggetto:
Dott. Ing. Valter PASCUCCI, nato a Roma (RM) in data 14/12/1952, recapito in Via Ettore Romagnoli n. 3 – 00137 Roma (RM), iscritto all'Albo degli Ingegneri della Provincia di Roma al n° 11390A;

**ACCERTATO:**

- l'attendibilità dei calcoli di stabilità relativi alle opere a struttura metallica oggetto del presente collaudo, redatti in accordo con la normativa tecnica vigente;
- la buona qualità dei materiali impiegati, evidenziata anche dalla certificazione di saggi ed esami sui campioni prelevati in corso d'opera in stabilimento, la quale soddisfa le prescrizioni normative e progettuali;

**VISTO:**

- che le prescrizioni regolamentari vigenti per l'esecuzione delle opere a struttura metallica sono state ottemperate;

**CONSIDERATO:**

- che i risultati delle prove sui materiali, certificate dai laboratori ufficiali, sono risultati positivi;
- il buon esito della visita-sopralluogo, dalla quale le opere sono risultate sia per dimensioni che per qualità dei materiali impiegati conformi a quanto previsto negli elaborati esecutivi;
- il buon esito delle prove condotte sotto carico idraulico;

deduce soddisfacenti elementi per attestare la stabilità delle opere, e pertanto, dopo aver eseguito il sopralluogo ad opere ultimate, visti i risultati delle prove sui materiali e visti i calcoli statici delle strutture,

**CERTIFICA:**

che le opere a struttura metallica descritte nella Relazione che precede sono conformi alle prescrizioni antisismiche di cui alla legge n.64/74, nonché alle prescrizioni di cui alla parte II, capo II del D.P.R. n.380/01,

**DICHIARA:**

che le stesse sono collaudabili, come in effetti con il presente certificato

**COLLAUDA**

le strutture di cui trattasi (portine/paratoie nn. 1÷30 della prima campata – lato lombardo - della Traversa della Miorina) ai sensi e per gli effetti dell'art. 7 della Legge n. 1086/71 e delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 17 gennaio 2018.

Si rilascia il presente certificato per gli usi consentiti dalla legge.

Traversa della Miorina / Roma, lì 8 gennaio 2022

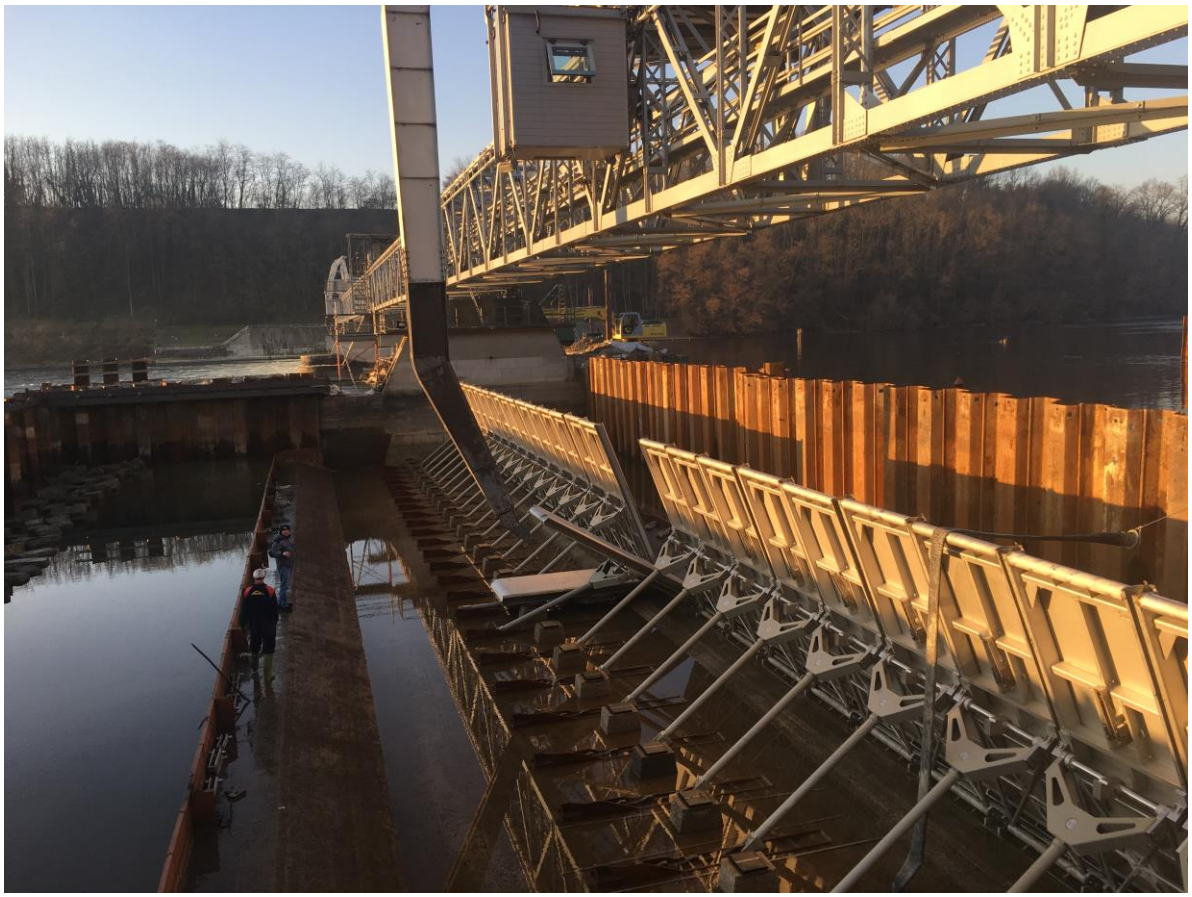
IL COLLAUDATORE STATICO
Dott. Ing. Valter Pascucci

Firmato digitalmente da

**VALTER PASCUCCI**

O = Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma
OU = Settore: 1-2-3
T = Ingegnere
SerialNumber = TINIT-PSCVTR52T14L025O
C = IT
Data e ora della firma: 10/01/2022 22:55:08

*Allegati:*
- *Allegato 1: documentazione fotografica in data 16/12/2021*

**ALLEGATO 1**

**DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA IN DATA 16/12/2021**