

# Specifica tecnica per fornitura del sistema di controllo della pressione del canale di circolazione di CNR-INM

## 1. Introduzione

La presente richiesta si riferisce alla elaborazione di un progetto dedicato alla fornitura di materiali e servizi integrati finalizzati all'attività di ammodernamento e potenziamento del sistema di controllo della pressione nel Canale di Circolazione dell'Istituto di Ingegneria del Mare del CNR (CNR-INM).

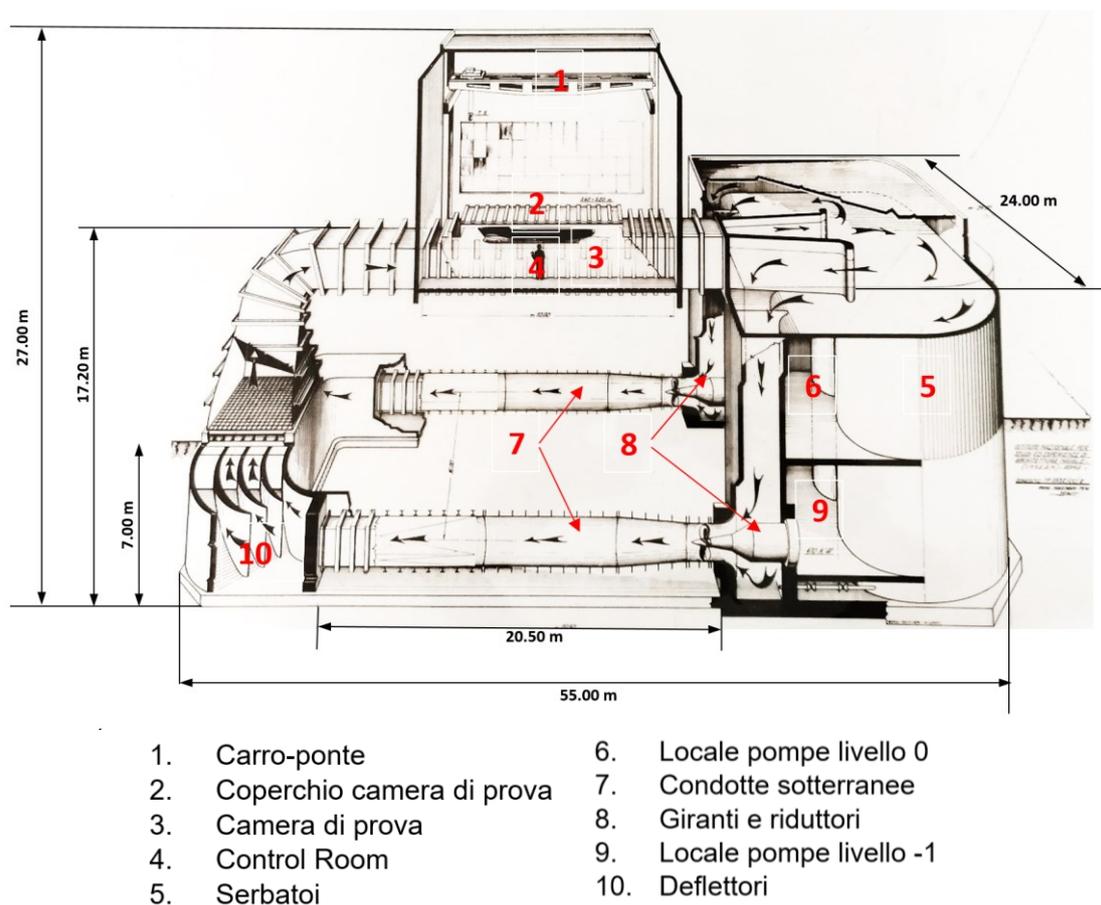


Figura 1. Schema del canale di circolazione dell'INM

## 2. Descrizione impianto

Il Canale di Circolazione è un impianto con circolazione di acqua a superficie libera e depressurizzabile utilizzato per eseguire prove sperimentali finalizzate allo studio delle caratteristiche fluidodinamiche, prestazionali ed acustiche di modelli di carena o di eliche propulsive o per estrazione di energia dal mare.

L'impianto di sviluppo su 5 livelli (Figura 1):

- Livello -1 (sotterraneo), dove sono alloggiati le 2 giranti delle pompe di mandata dell'acqua con relativi riduttori e motori e dove è ubicato il locale tecnico con i relativi sistemi idraulici per il trasferimento dell'acqua dall'impianto ai serbatoi, per lo svuotamento della sentina di raccolta e per lo svuotamento dei serbatoi. Nel locale tecnico è inoltre presente il sistema di raffreddamento dell'olio di tenuta del sistema del vuoto.
- Livello 0 (livello strada), dove è ubicato 1) il locale pompe e, al suo interno, il sistema del vuoto composto da motori e pompe del vuoto, un carro-ponte su monorotaia ed un compressore con serbatoio che alimenta il sistema di aria compressa generale dell'impianto e 2) la centrale elettrica.
- Livello 1, dove sono presenti gli uffici e una zona di allestimento modelli/strumentazione sotto la camera di prova.
- Livello 2, corrispondente al livello della camera di prova, dove è ubicata la sala controllo.
- Livello 3, ultimo piano dell'edificio dedicato all'impianto, dove è presente una zona di allestimento modelli, l'accesso alla camera di prova ed il tappo di copertura dell'impianto per le prove in depressione. Al livello 3 dell'impianto è installato un carro-ponte che serve anche, parzialmente, i livelli 0, 1 e 2.

La camera di prova ha una sezione rettangolare (i.e. larghezza: 3.6 m e altezza massima dell'acqua: 2.25 m) e si sviluppa per una lunghezza di 10 m.

Alcuni disegni che descrivono sommariamente l'impianto sono riportati in figura 2 e figura 3.

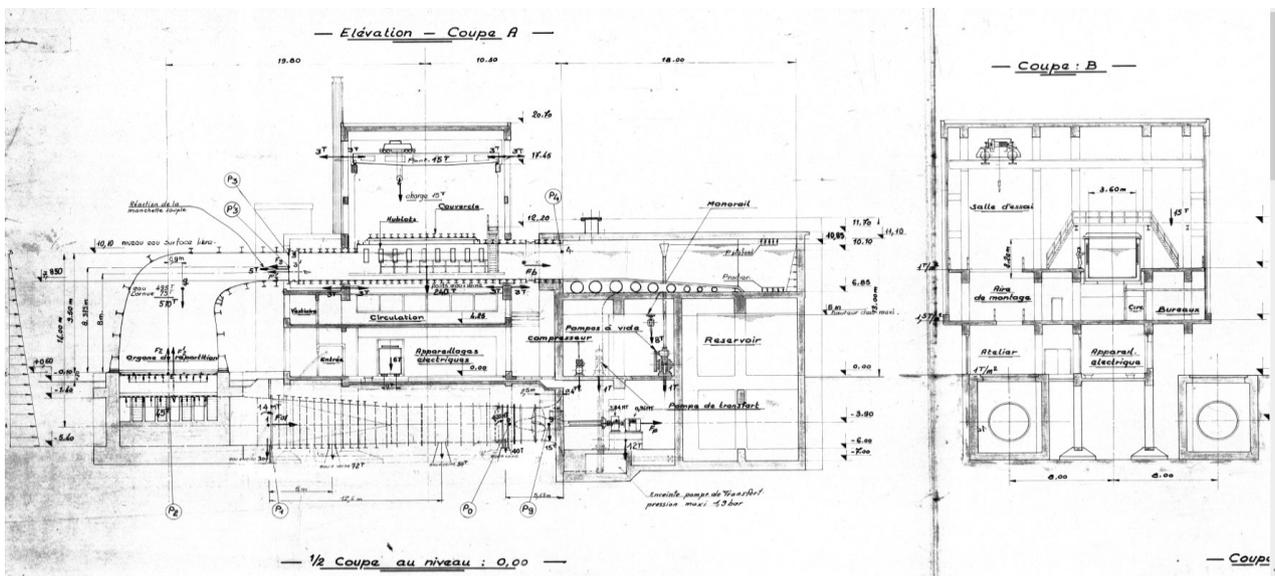


Figura 2. Vista longitudinale del layout del canale di circolazione dell'INM

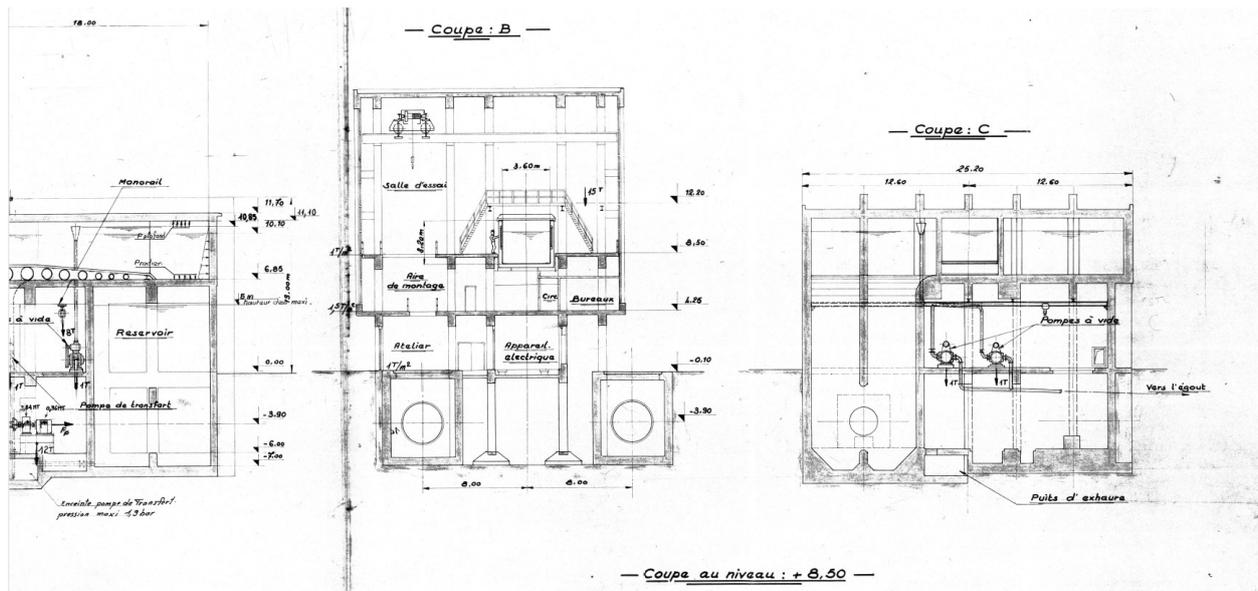


Figura 3. Viste trasversali del layout del canale di circolazione dell'INM

## 2.1. Movimentazione acqua

L'acqua è mossa da n. 2 pompe ad elica, ciascuna con 500 kW di potenza. Ognuna delle due pompe è trascinata da un motore in corrente continua, attraverso un riduttore meccanico di velocità. La velocità massima che la corrente d'acqua può raggiungere nella sezione di prova è di circa 5 m/s, che corrisponde ad una portata di oltre 40 metri cubi al secondo.

## 2.2. Sistema del vuoto

La riduzione di pressione all'interno dell'impianto è ottenuta attraverso un sistema costituito da 2 pompe ad anello liquido ad asse orizzontale, un surpressore per il raggiungimento di elevati valori di vuoto, e un sistema di raffreddamento alimentato ad olio diatermico. Un diagramma a blocchi e una vista d'insieme del sistema del vuoto sono riportati in Figura 4 e 5.

Le pompe hanno ciascuna una potenza elettrica di 25 kW e erogano una portata di 930 m<sup>3</sup>/h. Il surpressore ha una potenza di 18.5 kW e viene attivato quando la pressione nell'impianto scende al di sotto dei 100-120 mbar per depressurizzare l'impianto fino alla pressione minima nominale di 30 mbar. L'andamento tipico della variazione della pressione nell'impianto nel tempo è mostrato in Figura 4.

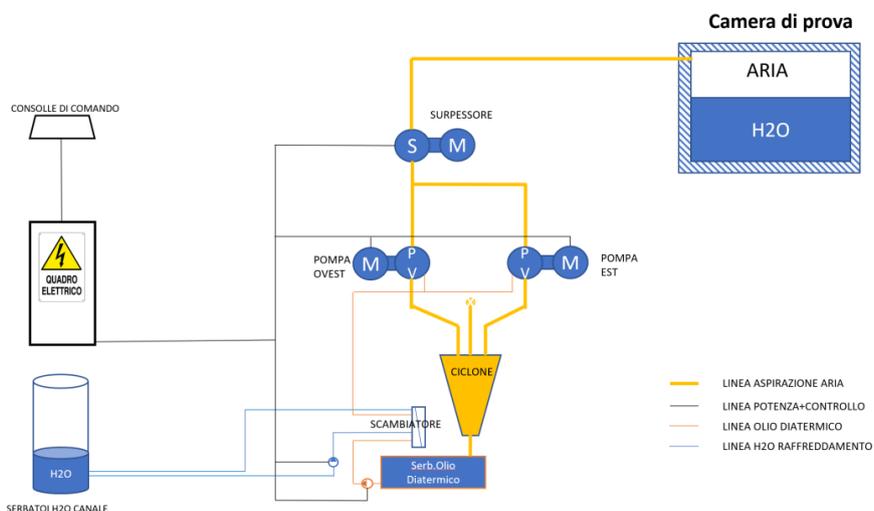
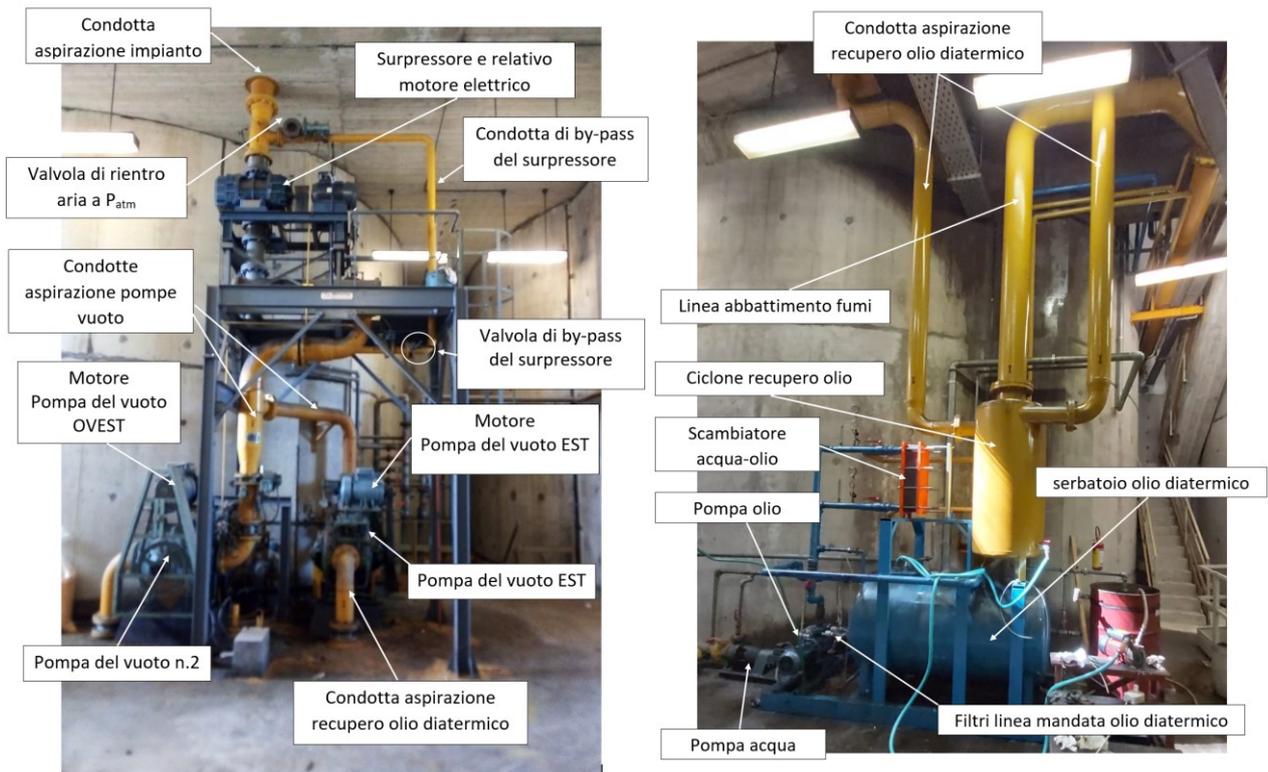
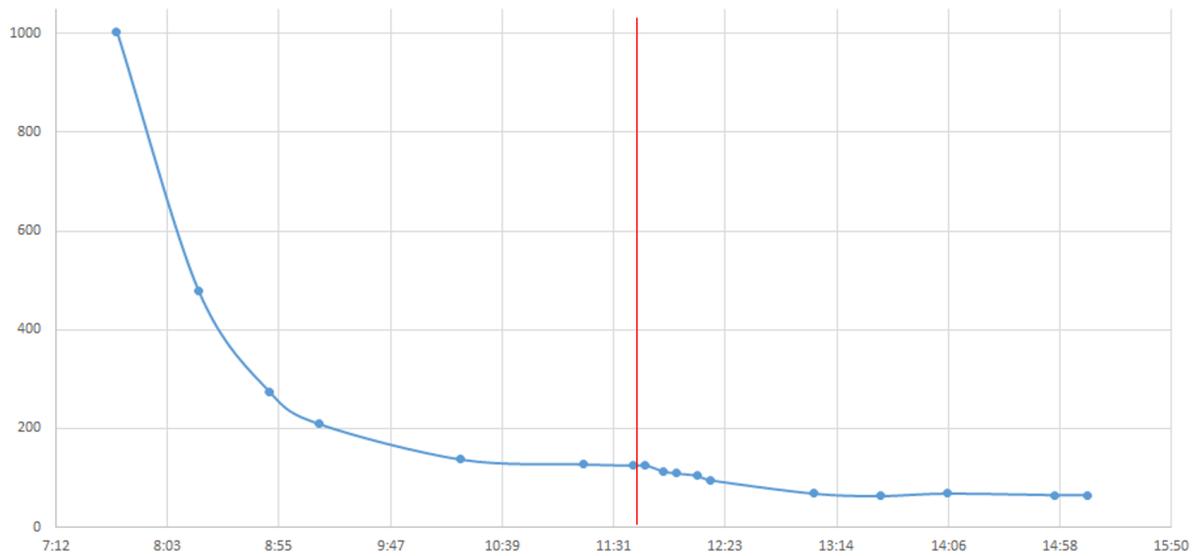


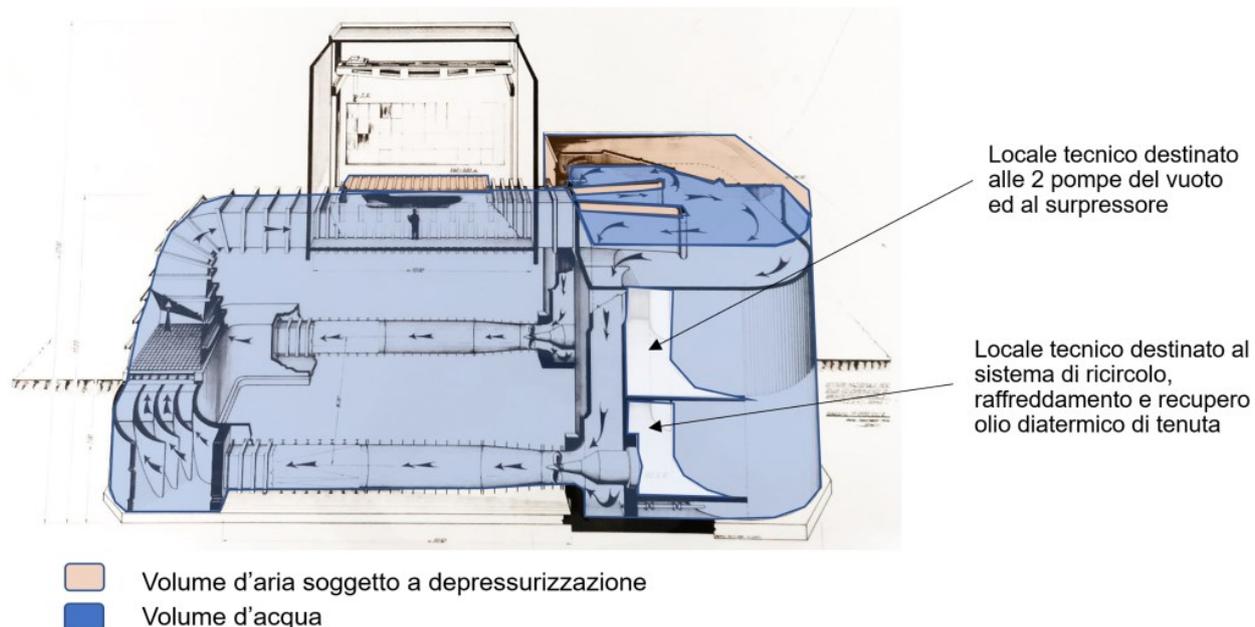
Figura 4. Impianto del vuoto



**Figura 5.** Impianto del vuoto. Livello 0: pompe e surpressore. Livello -1: sistema di raffreddamento.



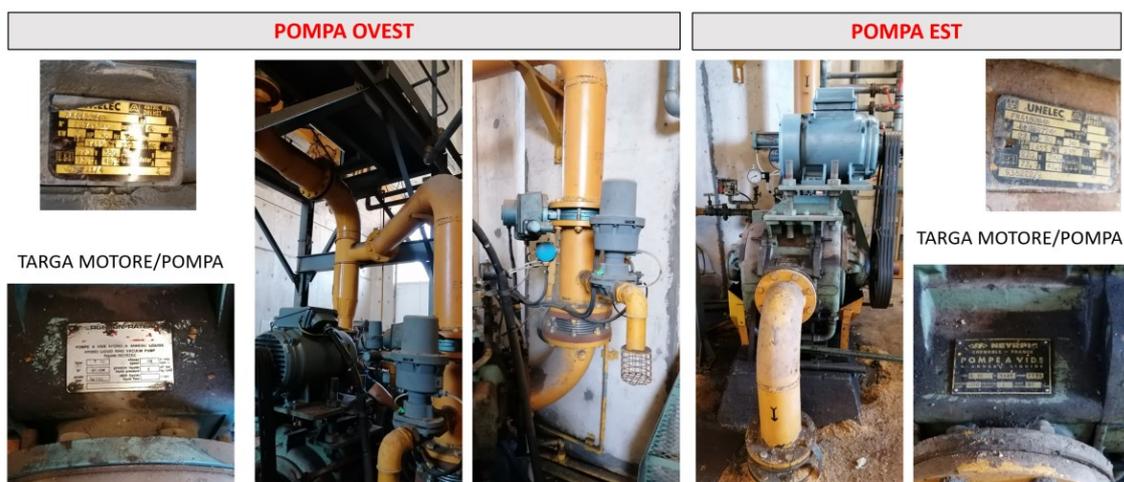
**Figura 6.** Andamento tipico della pressione al canale in funzione del tempo. La linea rossa indica l'istante in cui viene attivato il surpressore

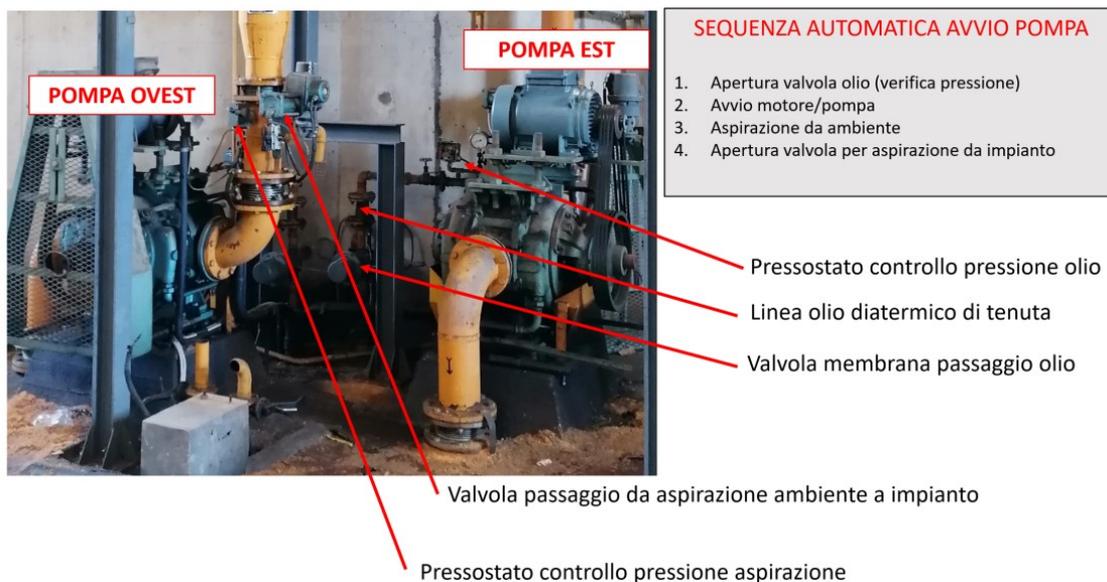


**Figura 7.** Volumi di acqua e di aria soggetti a depressurizzazione

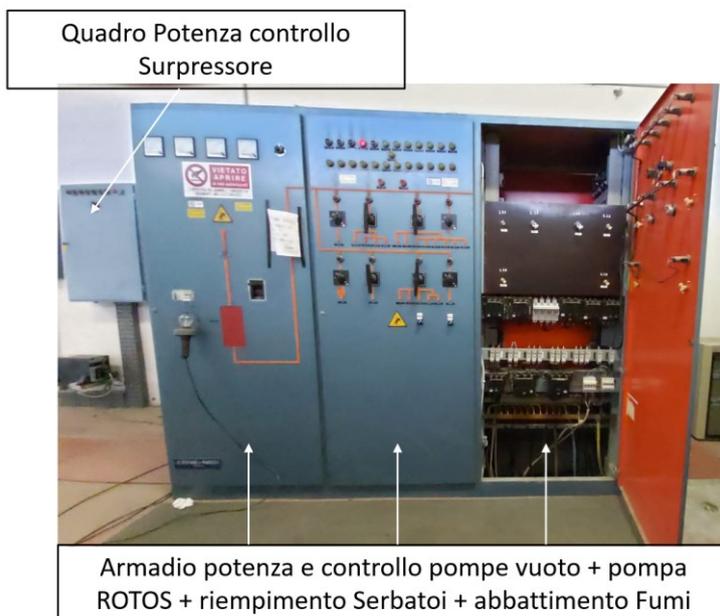
Il vuoto viene realizzato all'interno dell'impianto in una camera di volume di 1020,6 mc (i.e.  $S \times H$ , con  $S$  ad indicare la superficie libera dell'acqua pari a 453,6 mq e  $H$  la distanza del soffitto dalla superficie libera pari a 2,25 m) a cui va aggiunto il volume della camera di prova al di sopra della superficie libera, pari a 40 mc, che durante il funzionamento produce continuamente vapore che deve essere necessariamente estratto dall'impianto (vedi Figura 6). La pressione minima ottenibile nell'impianto si raggiunge quando la produzione di vapore eguaglia la capacità del sistema di pompaggio e dipende dalla temperatura.

Particolari delle componenti del sistema del vuoto sono riprodotti nelle immagini riportate in Figura 7.





**Figura 8.** Particolari del sistema del vuoto



**Figura 9.** Quadro elettrico del sistema del vuoto

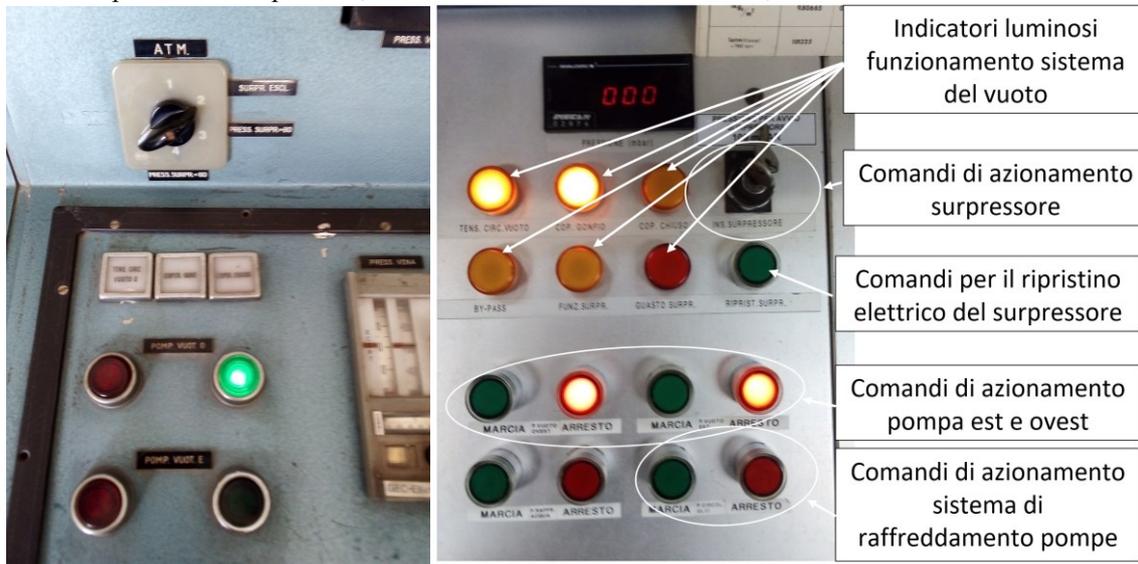
Il sistema del vuoto è integralmente alimentato da un quadro elettrico ubicato al livello 0 dell'impianto in un locale adiacente al locale pompe (Figura 9). Oltre al sistema del vuoto, il quadro elettrico alimenta anche i dispositivi per il riempimento/svuotamento dell'impianto (i.e. pompa ROTOS, elettrovalvole, etc.) (vedi paragrafo 3.) e l'unità per l'abbattimento dei fumi.

## 2.2.1. Comandi per la gestione del sistema del vuoto

L'azionamento e la gestione del sistema del vuoto avviene attraverso due consolle posizionate rispettivamente all'interno degli uffici al secondo livello dell'impianto (consolle principale) e in control room (consolle secondaria). L'azionamento nella consolle principale riguarda l'apertura e la chiusura delle valvole dell'impianto del vuoto e avviene attraverso un selettore a 4 posizioni (Figura 10 sinistra):

- *posizione 1*: comanda l'apertura della valvola di rientro dell'aria per riportare l'impianto alla pressione atmosferica. L'apertura di tale valvola impedisce l'accensione delle pompe del vuoto;
- *posizione 2*: consente l'accensione delle pompe ma non quella del surpressore. Valvola di bypass del surpressore chiusa (vedi Figura 5);

- *posizione 3*: consente l'accensione delle pompe e del surpressore. Valvola di bypass del surpressore chiusa. Le pompe del vuoto sono in serie al surpressore, che viene trascinato fino alla sua accensione, intorno a 120 mbar;
- *posizione 4*: consente l'accensione delle pompe e del surpressore. Valvola del bypass aperta, le pompe del vuoto sono in parallelo al surpressore, che viene acceso intorno a 120 mbar;



**Figura 10.** Selettore per l'azionamento del sistema del vuoto nella consolle principale (sinistra), comandi per la gestione del sistema del vuoto nella consolle secondaria in control room (destra)

L'avviamento delle pompe del vuoto, del surpressore e del circuito di raffreddamento è comandato dalla consolle secondaria attraverso una pulsantiera (avviamento pompe est e ovest e sistema di raffreddamento) e da un interruttore a chiave (avviamento surpressore) (figura 10, destra). È inoltre presente un pulsante per il ripristino elettrico del surpressore. La consolle è corredata da una serie di indicatori luminosi che indicano:

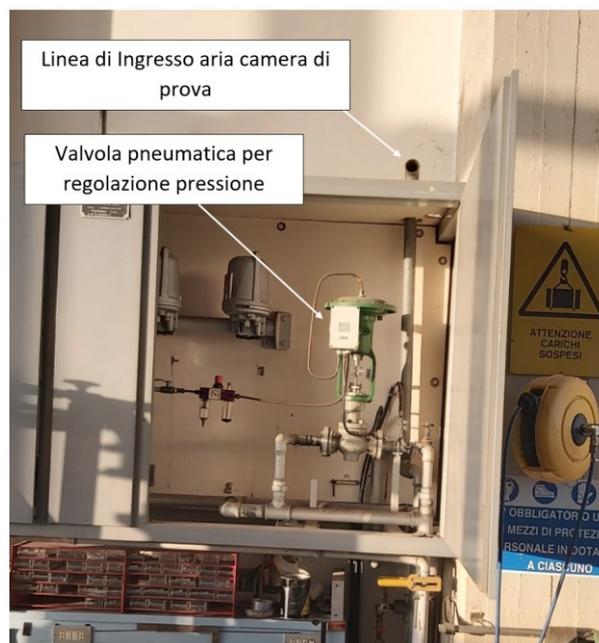
- lo stato della valvola di bypass (i.e. aperta o chiusa),
- il funzionamento del surpressore,
- la presenza di un eventuale guasto nel surpressore,
- la presenza di tensione nel circuito elettrico che comanda il sistema del vuoto (consenso 1)
- la chiusura del coperchio in camera di prova (consenso 2)
- la guarnizione di tenuta del coperchio gonfia (consenso 3)

## 2.2.2. Controllo della pressione nell'impianto

La regolazione della pressione nell'impianto viene realizzata manualmente attraverso uno strumento che controlla l'apertura di una valvola pneumatica da 1" ubicata dentro il quadro di gestione del sistema pneumatico al livello 2 dell'impianto. L'azionamento della valvola e la valvola sono mostrati rispettivamente a sinistra di Figura 11 e in Figura 12. L'azionamento consente di regolare la pressione dell'impianto limitatamente al range di valori inferiori a 150 mbar e in maniera manuale. Non è invece presente alcun controllo automatico della pressione né alcun controllo che consenta di operare anche a valori di pressione considerevolmente più alti (e.g. pressioni intorno a 750, 500 e 250 mbar). La misura della pressione in camera di prova e della temperatura dell'acqua è realizzata con un sensore Yokogawa installato nella control room dell'impianto (Figura 11, destra).



**Figura 11.** Dispositivo per la regolazione della pressione nell'impianto (sinistra) e sensori per la misura della pressione in camera di prova e della temperatura dell'acqua (destra)



**Figura 12.** Quadro di gestione del sistema pneumatico al livello 2 dell'impianto: valvola pneumatica per rientro aria in camera di prova



**Figura 13.** Valvola a sfera per rientro aria in camera di prova

Un'ulteriore valvola da 1.5'', a comando manuale, è presente all'interno della control room (Figura 10)

## 2.2.3. Sistema per il riempimento/svuotamento/regolazione del livello di acqua nell'impianto

Le operazioni di riempimento e di svuotamento della camera di prova sono gestite da un sistema di valvole pneumatiche (DN 300) azionate da una pompa centrifuga ad asse verticale (modello ROTOS F17 - 800/1) da 55kW. Uno schema del circuito di riempimento/svuotamento dell'impianto è riportato in Figura 14. Particolari del sistema di valvole e della pompa ROTOS sono riportati in Figura 15.

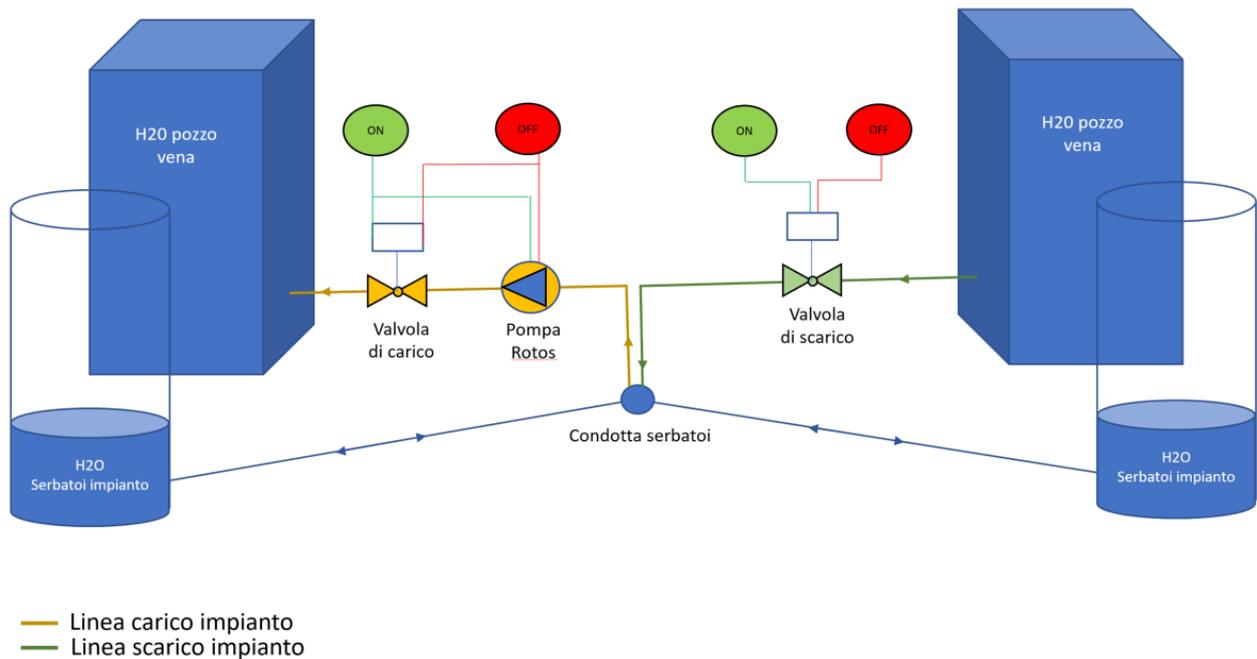


Figura 14. Schema circuitale del sistema di sistema di riempimento/svuotamento dell'impianto

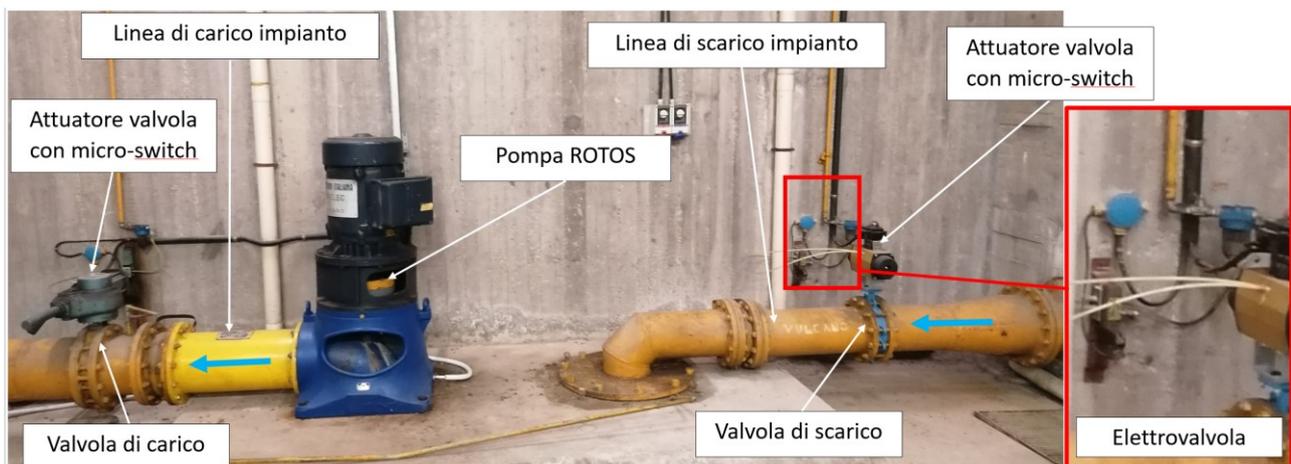


Figura 15. Sistema di riempimento/svuotamento impianto

Il trasferimento dell'acqua dall'impianto ai serbatoi è comandato da due pulsanti (On e Off) presenti sulla consolle in control room che azionano l'apertura (on) e la chiusura (off) della valvola. L'apertura e la chiusura delle valvole è comandata da due pulsanti presenti nella consolle in control room.

Il trasferimento dell'acqua dai serbatoi all'impianto è comandato da una seconda coppia di pulsanti (On e Off) presenti sulla consolle in control room che azionano l'avvio della pompa ROTOS e l'apertura (on) e la chiusura (off) ritardata della valvola. Il ritardo con cui viene aperta e chiusa la valvola rispetto all'avvio/spengimento della pompa è gestito da un temporizzatore.

Il sistema di riempimento/svuotamento dell'impianto è alimentato dal quadro elettrico del sistema del vuoto (vedi Figura 9).

### 3. Scopo della fornitura

La prestazione richiesta consiste nella sostituzione dell'attuale sistema per il controllo della pressione al Canale di circolazione. Un quadro sinottico della fornitura richiesta è di seguito riportato:

1. Progettazione, fornitura e messa in opera del nuovo sistema del vuoto. La prestazione dovrà includere:
  - Sostituzione delle pompe del vuoto attualmente in uso nell'impianto con un sistema di pompe completamente a secco (Oil-Free), opportunamente dimensionate e accessoriate per poter lavorare in presenza di grandi quantità di vapore acqueo.
  - Realizzazione della linea di pompaggio (collettore) per il collegamento delle pompe e di tutti gli accessori alla camera di prova con la predisposizione (flangia di attacco libera) per l'inserimento di un ulteriore gruppo di pompaggio aggiuntivo.
  - Tutte le valvole necessarie al funzionamento del sistema del vuoto, incluse quelle di regolazione per il mantenimento della pressione nei range di lavoro indicati e con le precisioni richieste.
  - Valvole di rientro aria complete di filtri silenziatori.
  - Quadro elettrico completo di tutte le apparecchiature e le strumentazioni necessarie ad alimentare e comandare tutte le utenze del sistema del vuoto (e.g. pompe, valvole, sensoristica).
  - Sistema di controllo e gestione della pressione nell'impianto, gestito da PLC, e provvisto di adeguato pannello di controllo in control room. Il sistema di controllo dovrà essere dotato di un'adeguata interfaccia grafica (software) dedicata al processo di controllo della pressione e di svuotamento e riempimento dell'acqua nell'impianto (vedi punto 2). Il sistema dovrà garantire:
    - la possibilità di gestire il sistema del vuoto sia in modalità automatica che manuale e di controllare automaticamente la pressione nell'impianto nel range di lavoro prestabilito dall'operatore in sala controllo;
    - la segnalazione di possibili errori e anomalie;
    - la necessità di intervento sui vari componenti (valvole, livellostati, pressostati, consensi del coperchio, strumentazione varia accessoria).
  - Realizzazione del sistema di automazione e supervisione del ciclo di lavoro (compreso il ciclo di spegnimento controllato a salvaguardia delle pompe).
2. Integrazione del sistema di riempimento/svuotamento dell'impianto nel quadro elettrico e nel sistema di controllo e gestione del sistema del vuoto (PLC), con le seguenti funzioni:
  - alimentazione e controllo della pompa ROTOS di riempimento dell'impianto e delle valvole per il trasferimento dell'acqua dall'impianto ai pozzi e viceversa.
  - Azionamento di emergenza della valvola di scarico in caso di avaria/blackout elettrico o emergenza. Tale funzionalità è al momento integrata nel PLC di controllo della velocità dell'impianto;
  - Arresto automatico del riempimento dell'impianto quando il livello dell'acqua supera un valore critico impostato dall'operatore.

### 4. Assistenza tecnica e messa in servizio

L'operatore economico aggiudicatario dovrà fornire l'impianto 'chiavi in mano' provvedendo a:

- Rimozione della sezione di sistema esistente non sottoposto ad adeguamento, con personale dedicato e conseguente attività di smaltimento e dismissione secondo normativa dei materiali;
- Realizzazione/adeguamento delle linee e connessioni per il nuovo sistema, nonché di tutte le linee elettriche e di comunicazione;
- Messa in servizio e verifica del sistema di vuoto e di tutti i componenti;
- Corso di formazione sull'utilizzo del nuovo sistema agli operatori;
- Fornitura di tutti gli elaborati grafici, degli schemi funzionali e delle linee elettriche, pneumatiche, e della sensoristica del nuovo sistema di vuoto;
- Sorgenti dei software utilizzati e sviluppati allo scopo;
- Certificazioni CE di tutti i componenti, ove richiesto. Certificazione strumenti rilasciata da organismi accreditati Accredia, conformi alla Direttiva 2014/32/UE.
- Certificato di collaudo idrostatico delle pompe vuoto, cui il Committente si riserva il diritto di fare partecipare ispettori propri o di terza parte.
- Certificato di "performance test" delle pompe vuoto, cui il Committente si riserva il diritto di fare partecipare ispettori propri o di terza parte.
- Manuale di utilizzo e manutenzione ordinaria;
- Collaudo

## **5. Prestazioni tecniche richieste all'atto del collaudo**

Il sistema dovrà garantire il raggiungimento delle seguenti prestazioni:

- Pressione minima 35 mbar a 25° C;
- Tempi necessari per il raggiungimento della pressione minima di circa 45 mbar non superiore a 3 ore;
- Accuratezza sul controllo della pressione di 1 mbar;
- Controllo delle rampe di salita e discesa nei limiti delle capacità delle pompe e delle valvole;
- Il rispetto di tali parametri e di quelli migliorativi indicati in offerta saranno verificati durante il collaudo finale. In caso uno o più dei parametri non siano rispettati l'impianto non potrà essere ritenuto accettabile e il fornitore provvederà a proprie spese ad adeguarlo al pieno rispetto dei parametri indicati in offerta.

## **6. Tempi di fornitura e messa in servizio**

Salvo cause di forza maggiore, la fornitura e la messa in opera di tutti i sistemi ed il collaudo dovranno essere completati entro il termine massimo di 4 mesi dall'aggiudicazione. Tale termine si intende rispettato solo quando la fornitura è completa di tutta la documentazione richiesta.

Per ogni giorno di ritardo nella consegna dell'impianto e della relativa documentazione tecnica a supporto, ammesso che l'impianto sia collaudato positivamente, sarà applicata una penale pari all'uno per mille del valore totale del contratto, fino a un massimo dell'10 %.