



# Acquedotto Lucano S.p.A.

Direzione Progettazione ed Energia

FINANZIAMENTO

DGR n. 561/17 – DGR 522/19 – DGR 972/22  
PO FESR BASILICATA 2014-2020 Asse Prioritario V - Azione 6B.6.3.1.

## REGIONE BASILICATA



### COMUNE DI CASTELLUCCIO INF.

Potenziamento, efficientamento e  
automazione dell'impianto di  
sollevamento idrico Pietrasasso a  
Castelluccio Inf. (PZ) –  
II° Stralcio Revamping ISI Pietrasasso  
CUP I75H17000040006

ELABORATO

## RELAZIONE TECNICA

LIVELLO DI PROGETTAZIONE

**Progetto Esecutivo**

DIRETTORE AREA PROGETTAZIONE ED ENERGIA  
Ing. Salvatore GRAVINO

PROGETTAZIONE  
Ing. Francesco IANTORNO - INELETTRIC SRL

COMMITTENTE



acquedottolucano

Acquedotto Lucano S.p.A.  
Via P. Grippo – 85100 Potenza  
Tel. 0971.392.111 – Fax. 0971.392.600  
[www.acquedottolucano.it](http://www.acquedottolucano.it)

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Ing. Roberto PETRULLO

COD.

**R002**

DATA

**SETTEMBRE 2023**

SCALA GRAFICA

-----

FILE

REV.

DATA

## Sommario

1. Oggetto dell'intervento .....	3
3. Stato di fatto impianto di sollevamento idrico Pietrasasso a Castelluccio Inf.....	3
2.1 Tipologia elettropompe installate presso ISI Pietrasasso.....	4
2.3 Analisi dei Consumi Energetici e delle portate sollevate ISI Pietrasasso .....	7
2.4 Indice di Performance (IE – kWh/mc) ISI Pietrasasso.....	8
2.5 Caratteristiche Fluido Pompato ISI Pietrasasso.....	9
2.6 Analisi delle criticità dell'impianto allo stato attuale .....	9
4. Stato di Progetto: Revamping elettromeccanico e idraulico ISI Pietrasasso.....	10
3.1 Calcolo della curva caratteristica dell'impianto ISI Pietrasasso .....	12
3.2 Calcolo della curva dell'NPSH disponibile dell'impianto ISI Pietrasasso .....	14
3.3 Curva caratteristica e rendimenti della nuova elettropompa .....	16
3.4 Tipologia costruttiva e caratteristiche tecniche nuova elettropompa .....	19
3.5 Caratteristiche tecniche dei motori.....	21
3.6 Caratteristiche tecniche Quadri Elettrici di avviamento .....	24
3.7 Verifica dimensionamento cavi elettrici di potenza .....	27
3.8 Verifiche idrauliche.....	27
3.8 Installazione telecontrollo PLC .....	27
3.9 Installazione nuovi organi idraulici e di protezione e controllo .....	28
5. Opere Accessorie .....	30
6. Riconcontro degli obiettivi di progetto e degli interventi previsti .....	30
7. Analisi vincolista territoriale ed autorizzazioni .....	31
8. Norme tecniche e di riferimento.....	31

### 1. Oggetto dell'intervento

Il presente progetto, di importo complessivo QE pari a €. 1.500.000,00, riguarda il revamping della stazione sia elettrico che idraulico e l'installazione delle nuove macchine ad alta efficienza in avvio di produzione.

L'obiettivo che si pone il Gestore e, quindi, perseguito nel presente progetto come riportato nella Relazione Generale, è, in via di massima, almeno duplice:

1. in primis ridurre i consumi energetici dell'impianto alimentato in Media Tensione con macchine a 6000 V e che, da solo, ha consumato nel 2022 circa 18 GWh, ovvero 1/8 del consumo energetico totale della Società;
2. in secundis mettere in sicurezza l'approvvigionamento idropotabile dello schema Frida, cui la stazione di sollevamento è asservita, che rappresenta uno degli schemi idrici principali di adduzione, garantendo anche il potenziamento del vettoriamento delle portate.

### 3. Stato di fatto impianto di sollevamento idrico Pietrasasso a Castelluccio Inf.

L'impianto di sollevamento idrico Pietrasasso è localizzato nel Comune di Castelluccio Inferiore e solleva la portata sorgentizia della sorgente San Giovanni ed eventualmente della sorgente Mangosa al serbatoio di Miscelulara per integrare lo schema Frida.



*Fig. 1 Vista satellitare impianto di sollevamento idrico Pietrasasso a Castelluccio inf. (PZ)*

Tale impianto è costituito, nelle sue parti primarie, da n. 4 elettropompe di cui 1 da 200 l/s con motore accoppiato da 1.838 kW, 2 da 100 l/s con motori accoppiati da 900 kW e 956 kW, 1 da 50 l/s con motore da 495 kW non funzionante.

Nell'impianto non è attualmente presente e, pertanto, andrà installato un sistema di telecontrollo che permetterà di regolare l'accensione e la programmazione oraria delle elettropompe a distanza in modo da ridurre gli sprechi e organizzare al meglio l'erogazione in funzione della richiesta specifica, oltre che eliminare i turni di controllo h24 con riutilizzo del personale addetto.

L'impianto è collegato in media tensione a 20.000 V e le elettropompe sono alimentate direttamente in media tensione a 6.000 V. I dati tecnici caratteristici dell'impianto risultano i seguenti:

- Localizzazione Impianto Pietrasasso Coordinate UTM WGS 84: 33 T 584256.00 m E 4427769.00 m N - Quota: 445 m;
- Localizzazione arrivo premente al Serbatoio di Miscelulara Coordinate UTM WGS 84: 33 T 582450.00 m E 4430960.00 m N - Quota: 1085 m;
- Hgeod: 633 m (misurato in aspirazione ad elettropompe ferme; circa 7 m di carico invaso);
- Lunghezza condotta premente: 4700 ml;
- Diametro condotta premente: DN 600;
- Materiale condotta premente: Acciaio.

## 2.1 Tipologia elettropompe installate presso ISI Pietrasasso

Attualmente, come succitato, nell'impianto sono installate e funzionanti le elettropompe ad asse orizzontale multistadio di marca Marelli e Rotos progettate ed acquisite in fase di realizzazione della stazione ovvero negli anni '75-'80; in particolare le elettropompe funzionanti per tipologia, modello, portata, potenza motore, oltre che per marca motore accoppiato risultano essere le seguenti (non riportata la 50 l/s dismessa da qlc anno):

COMUNE	NOME UTENZA	Marca Pompa	Tipologia	Modello	NUMERO MACCHINA DA TLC	Q min Portata (l/s)	H MAX Preval enza	Velocità (G/min)	Tensione (V)	Potenza Motore (kW)	Marca Motore accoppiato	Modello Motore
CASTELLUCCIO INF	CASTELLUCCIO PIETRASSASSO	MARELLI	ORIZZONTALE CASSA DIVISA MULTICELLULARE	PHP 3004 - 4	P1	200	630	1485	6000	1838	MARELLI	MVT 560 L 4 R
CASTELLUCCIO INF	CASTELLUCCIO PIETRASSASSO	RODOS	ORIZZONTALE CASSA DIVISA MULTICELLULARE	TKR 200-250A/6 - TKR 200- 250A/7	P2	155	650	1450	6000	900	ABB	AMA 400 L 4 A BAM
CASTELLUCCIO INF	CASTELLUCCIO PIETRASSASSO	MARELLI	ORIZZONTALE CASSA DIVISA MULTICELLULARE	PHP 2005-5 - PPHP 2004- 4	P3	100	630	1485	6000	956	MARELLI	PHP 2005 - 5

Tab. 1 Elettropompe installate presso l'impianto di sollevamento idrico Pietrasasso a Castelluccio inf. (PZ)

I particolari delle elettropompe per tipologia, modello, portata, potenza motore, oltre che per marca motore accoppiato saranno oggetto di approfondimento, come succitato.

Per quanto concerne l'accoppiamento alle tubazioni di mandata e aspirazione l'orientamento delle bocche è il seguente:

- **Lato aspirazione: sinistra (da vista retro motore);**
- **Lato mandata: destra (da vista retro motore).**

Tale orientamento non risulta modificabile per la configurazione idraulica sia di presa, in derivazione dalla condotta a monte dalla vasca di carico, sia di mandata in collegamento al collettore esterno all'impianto che connette il piping dalle valvole di ritegno venturi e le

saracinesche motorizzate sulle macchine, ove presenti, alla saracinesca di testa in partenza dalla condotta premente acciaio del Ø 600 verso il Serbatoio di Miscelulara; ne consegue che tale sarà l'orientamento obbligatorio delle bocche di aspirazione e mandata delle nuove elettropompe Termomeccanica che, acquisite con il lotto I°, hanno bocche di aspirazione e mandata orientate allo stesso modo.

Le dimensioni dei basamenti in cls armato su cui attualmente sono installate le elettropompe sono le seguenti:

- **Elettropompe EP1 e EP2 da 160 l/s e da 100 l/s: larghezza 1,82 m – lunghezza 7,25 m;**
- **Elettropompe EP3 da 100 l/s: larghezza 1,47 m – lunghezza 10,70 m;**
- **Elettropompe EP4 da 50 l/s (non funzionante): larghezza 1,40 m – lunghezza 9,30 m.**

Tali dimensioni non risultano modificabili, a causa del posizionamento delle bocche di aspirazione e mandata, degli spazi complessivi per la movimentazione tra parte meccanica ed elettrica, delle distanze disponibili che separeranno, per la messa in sicurezza, i futuri vani tecnici elettrici dalla parte meccanica e idraulica, oltre che soprattutto per la collocazione dei cunicoli dei percorsi sia elettrici che idraulici collocati a ridosso dei basamenti. Ne consegue che le nuove elettropompe hanno dimensioni di ingombro adeguate agli spazi attuali e dimensioni massime dei basamenti (pompa-motore) contenute nei limiti di quelle attuali.



*Fig. 2 Vista lati mandata e aspirazione elettropompa da 160 l/s e da 100 l/s ISI Pietrasasso*





*Fig. 3 Elettropompa Marelli con basamento da 160 l/s ISI Pietrasasso*



*Fig. 4 Vista Elettropompe con basamento Rotos e Marelli da 100 l/s ISI Pietrasasso*

Castelluccio Pietrasasso: EP1	
Datasheet	
Factory	MARELLI
Model	PHP 3004 - 4
Serial number	HS 10086 - HS 1005/012
Classification	Between bearing Ring section, radially split Multistage
Pumped liquid	Clean Water
Flowrate	200 l/s
Head	650 m
Specific gravity	998 Kg/m3
Electric motor rating	1838 Kw
Speed	1485 rpm

Castelluccio Pietrasasso: EP2	
Datasheet	
Factory	ROTORS
Model	TKR 200-250A/6 - 200-250A7 TKR 200-250A/6-TKR 200-250A/7
Serial number	6D954900069/70
Classification	Between bearing Ring section, radially split Multistage
Pumped liquid	Clean Water
Flowrate	155 l/s
Head	650 m
Specific gravity	998 Kg/m3
Electric motor rating	900 Kw
Speed	1450 rpm

Castelluccio Pietrasasso: EP3	
Datasheet	
Factory	MARELLI
Model	PHP 2005-5 - PPHP 2004-4
Serial number	HS 1005.02
Classification	Between bearing Ring section, radially split Multistage
Pumped liquid	Clean Water
Flowrate	100 l/s
Head	630 m
Specific gravity	998 Kg/m3
Electric motor rating	956 Kw
Speed	

Fig. 5 Focus Elettropompe ISI Pietrasasso

## 2.3 Analisi dei Consumi Energetici e delle portate sollevate ISI Pietrasasso

Attualmente uno dei principali capitoli di spesa per l'azienda deriva dalla bolletta energetica, una cifra che, fino allo scoppio della bolla energetica, è stata pari a circa il 30% delle spese complessive annue sostenute da Acquedotto Lucano Spa.

I consumi principali di energia derivano dalle attività di sollevamento idrico della risorsa e dalla quantità di energia necessaria per la gestione degli impianti di trattamento e smaltimento dei reflui, a cui si aggiunge una parte residuale e trascurabile relativa ai consumi elettrici derivanti dalle normali attività aziendali.

Da analisi e stime effettuate sui consumi annui di energia si desume che all'incirca il 70% è da attribuire alle stazioni di sollevamento, il 20% agli impianti di depurazione mentre il rimanente 10% ai consumi per le ulteriori attività.

Per la parte dei costi di sollevamento, che risulta essere la più rilevante, i consumi sono sostanzialmente attribuibili alle elettropompe degli impianti asserviti ai principali schemi di adduzione che sollevano la risorsa ai serbatoi di linea per il vettoriamento. La Basilicata si presenta infatti come una Regione dai forti contrasti orografici e la superficie del territorio regionale, come noto, è di 9.992,24 Km<sup>2</sup>, di cui il 46,8% è montano, il 45,2% è collinare e solo l'8% è rappresentato da una morfologia pianeggiante.

Il totale complessivo dei consumi nel 2022 ammonta a circa 154 GWh (dati del Gestore da bilancio energetico ARERA per circa 55 Meuro; il 2022 è stato, però, un anno in cui il PUN è salito anche oltre i 500 €/MWh. Per il 2023 il costo dovrebbe ritornare simile al 2021, dalle attuali previsioni, ovvero pari a circa 31 Meuro. Comunque l'onere della spesa energetica per AL Spa risulta sostanziale e, pertanto, è stato messo in campo un Piano Energetico per la riduzione del succitato costo, tra cui rientra anche questa azione.

La seconda stazione più energivora in assoluto è rappresentata dall'impianto di sollevamento idrico Pietrasasso connesso in MT e oggetto del presente progetto; difatti nell'anno 2022 l'impianto, per il sollevamento delle portate necessarie all'idropotabile, ha consumato circa 18 GWh per una cifra di circa ai 6,5 Mln di euro. Per quanto concerne le portate sollevate dalla stazione in parola, dal bilancio idrico mediamente vengono sollevati dall'impianto di quasi 6.420.000 mc (circa il 2-3% viene perso per le perdite tecniche sui 4,7 km di condotta premente).

#### 2.4 Indice di Performance (IE – kWh/mc) ISI Pietrasasso

Dai dati energetici e dai volumi sollevati è stato possibile definire un indice sintetico di performance (di seguito denominato indice energetico IE) dell'impianto di sollevamento idrico Pietrasasso; tale indice è pari a 2,86 (kWh/mc), come di seguito rappresentato:

Bilancio Idrico (mc)	6.420.000	H2O sollevata dall'ISI Pietrasasso
Energia (kWh)	18.389.100	Energia prelevata dalla rete ISI Pietrasasso
<b>IE (kWh/mc)</b>	<b>2,86</b>	<b>Indice sintetico di performance</b>

*Tab. 2 Indice sintetico di performance IE (kWh/mc) dell'ISI Pietrasasso (2022)*

Il sito in questione è stato anche oggetto di diagnosi energetica ai sensi del Dlgs 102/14; tale diagnosi è stata realizzata per gli anni 2016 e 2020, pertanto, con i dati energetici e di portata in conformità alla normativa UNI CEI TR 11428:2011 e UNI CEI EN 16247 parte 1-2-3-4. Le analisi energetiche effettuate confermano un indice di performance che è paragonabile a quello calcolato sui medi macro dati, ovvero un indice medio pari a 2,88 kWh/mc.

L'IE sarà quindi utilizzato come benchmark per le valutazioni circa la performance energetica dell'impianto, soprattutto in relazione agli interventi di miglioramento energetico, ovvero di incrementi di rendimento delle vecchie macchine installate.



## 2.5 Caratteristiche Fluido Pompato ISI Pietrasasso

L'ISI Pietrasasso solleva le acque derivanti dalla sorgente di San Giovanni e/o, in parte, dalla sorgente Mangosa situate nel comune di Castelluccio Inferiore, pertanto la risorsa sollevata dalla stazione è sottoposta solamente a disinfezione prima di essere distribuita ad uso potabile.

Ne consegue che la casa costruttrice ha osservato per la realizzazione delle elettropompe tutte le disposizioni del DM 174/2004 recante il "Regolamento concernente i materiali e gli oggetti che possono essere utilizzati negli impianti fissi di captazione, trattamento, adduzione e distribuzione delle acque destinate al consumo umano".

In particolare ai sensi dell'art. 2 comma 3 "le imprese che producono oggetti destinati a venire a contatto con acque destinate al consumo umano, sono tenute a controllare la rispondenza alle norme ad essi applicabili e a dimostrare di aver adeguatamente provveduto ai controlli e agli accertamenti necessari. Le imprese devono tenere a disposizione del Ministero della salute le informazioni che permettano di verificare il rispetto delle condizioni fissate dal presente regolamento. Ogni fornitura deve essere corredata da opportuna etichettatura o stampigliatura o marcatura attestante che gli oggetti di cui al comma 1 sono conformi alle norme del presente regolamento e, laddove non possibile, da idonea dichiarazione".

La casa costruttrice ha, pertanto, prodotto adeguata certificazione e/o dichiarazione che i materiali utilizzati per la realizzazione delle elettropompe fornite rispettano le disposizioni e i limiti riportati nel DM 174/2004 e nei suoi allegati.

## 2.6 Analisi delle criticità dell'impianto allo stato attuale

Sono stati esperiti tutti i sopralluoghi in loco necessari alla valutazione dello stato dei luoghi e delle criticità presenti sull'impianto, attualmente in funzione h24 con la programmazione delle macchine con i turnisti presenti sull'ISI.

Tale programmazione viene effettuata dai tecnici della Direzione Operativa del Gestore in funzione delle portate necessarie da integrare per lo schema Frida; le macchine vengono azionate o singolarmente o in parallelo proprio in virtù delle capacità di sollevamento dei l/s richiesti.

Le esigenze da soddisfare sono quelle finalizzate al raggiungimento di adeguati standard di servizio, secondo i parametri e gli indicatori utilizzati all'interno della regolazione del S.I.I. per valutare le performance dei sistemi di approvvigionamento idropotabile.

La portata media da sollevare per il fabbisogno integrativo da destinare allo schema Frida è, come da storico e dati di progetto nuove pompe, la seguente:

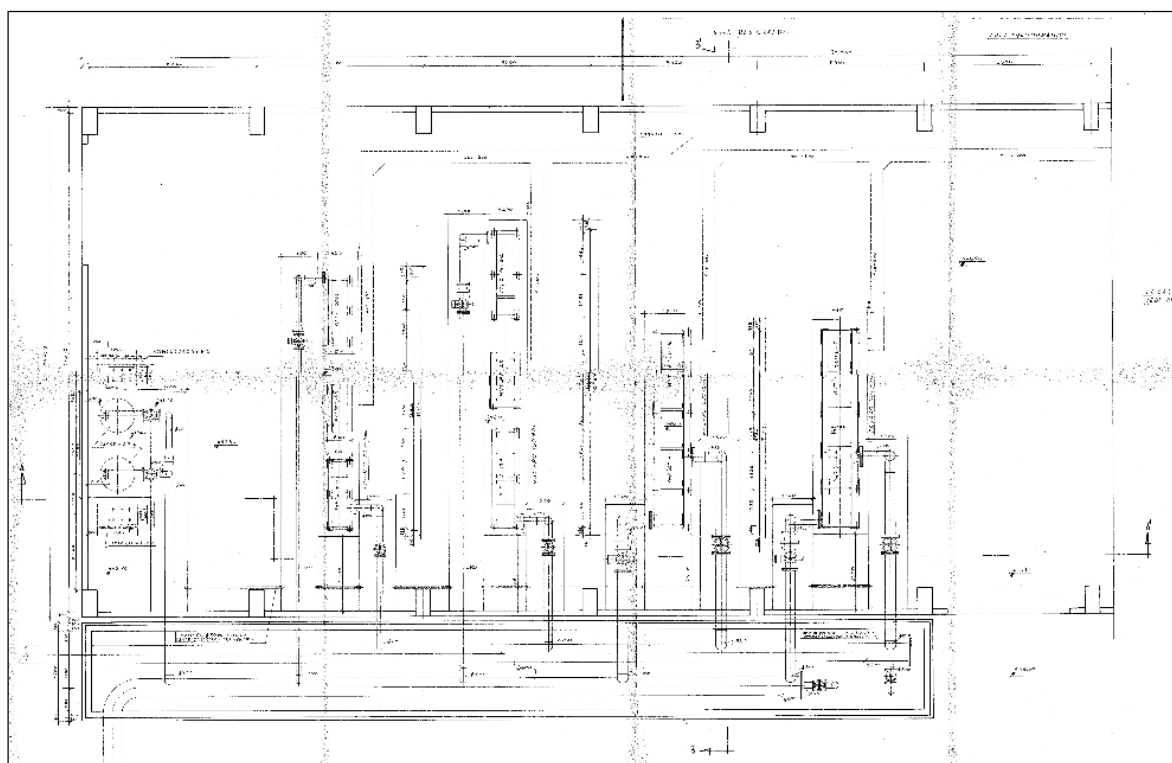
- **Range di portata da sollevare ISI Pietrasasso vs. Serb. Miscelurara: 125-250 l/s;**

La stazione, oltre al problema dei costi energetici conseguenziali alla scarsità di efficienza delle macchine, presenta ulteriori problematiche che, in sintesi, sono le seguenti;

1. Avaria dell'Elettropompa EP4;

2. Avaria e/o mancanza saracinesche motorizzate;
3. Anomalie delle misure elettriche e dei dati energetici;
4. Anomalia del misuratore di portata sulla condotta premente in partenza;
5. Mancato funzionamento dei flussostati sulle elettropompe;
6. Assenza di misurazioni digitali di pressione sulle singole macchine;
7. Mancato funzionamento delle protezioni generali sui quadri di avviamento diretto delle elettropompe e mancanza di PLC e comandi da remoto;
8. Necessità di manutenzione degli interruttori di avviamento diretto a 6000 V delle elettropompe da 1250 A;
9. Avaria di alcune terne di cavi di alimentazione a 6000 V per le elettropompe;
10. Perdite sui circuiti idraulici, in particolare sulle tenute delle saracinesche motorizzate e rottura di alcuni volantini sulle saracinesche in acciaio.

È, pertanto, necessario e urgente procedere al revamping della parte elettrica ed idraulica della stazione, oltre che per garantire efficienza e riduzione dei costi, anche per la messa in sicurezza dell'approvvigionamento dello schema Frida, come predetto, cui l'ISI integra le portate. Schema planimetrico originale (progetto illo tempore) dell'impianto di sollevamento idrico Pietrasasso (le foto indicative generali della sala elettropompe sono già sopra riportate):



*Fig. 6 Schema planimetrico dell'ISI Pietrasasso*

#### 4. Stato di Progetto: Revamping elettromeccanico e idraulico ISI Pietrasasso

Al fine di valutare i rendimenti dell'impianto e l'incremento dell'efficienza energetica è stata prevista la sostituzione delle elettropompe esistenti, oltre che il perfezionamento dei sistemi di avviamento delle stesse pompe in modo tale da ridurre i picchi di assorbimento e gli stress meccanici, oltre che gli interventi di manutenzione.

È stata effettuata da AL Spa una diagnosi strumentale di campo indirizzata alla valutazione e alla comparazione dei parametri idraulici ed elettrici nelle diverse modalità di

funzionamento delle elettropompe singole ed in parallelo al fine di ricostruire le curve caratteristiche dell'impianto e calcolare i rendimenti delle macchine attualmente in funzione.

I risultati delle analisi effettuate nelle diverse condizioni di funzionamento sono stati altresì correlati ai dati storici, ai dati delle strumentazioni già presenti in campo, ai calcoli teorici delle potenze, per verificare la bontà delle rilevazioni; sono stati, pertanto, determinati i rendimenti delle macchine con funzionamento singolo e in parallelo e gli indici di performance, ottenendo un indice di performance medio della stazione; tale indice medio trova corrispondenza nell'indice IE ricavato dall'analisi dei consumi energetici medi e delle portate medie sollevate annue:

POMPE_ESISTENTI	Qv (l/s)	Qv (l/s)	Pmand (bar)	Pasp (bar)	Hman (m)	Tens (V)	I (A)	Pot Ass (kW)	cosØ	Pcalc (kW)	Pteor (kW)	Eta (%)	IE (kWh/mc)
EP3	102	102	62,10	0,60	635	5800	95	844	0,89	845	635	75%	2,30
EP1	129	129	62,16	0,59	636	5700	175	1520	0,89	1529	804	53%	3,27
EP1+EP3	210	210	62,45	0,54	640	5600	265	2275	0,89	2277	1317	58%	3,01
Condotta premente acciaio DN600 spessore 12 mm lunghezza 4,7 km circa											MEDIA	62%	2,86

Tab. 3 Analisi dei Rendimenti delle Pompe e calcolo Indice di performance IE (kWh/mc) ISI Pietrasasso

Per l'elaborazione dei dati derivanti dalla diagnosi strumentale di campo sono stati utilizzati, dal Gestore, le seguenti formule di calcolo e/o strumentazioni di comparazione:

- **Misure di Portata (l/s):** le misurazioni di portata sono state ricavate sia mediante l'utilizzo di uno strumento portatile dotato di trasduttori ad ultrasuoni, che dalle letture sulla strumentazione del venturimetro già installato sull'impianto. L'apparecchio portatile ad ultrasuoni è stato installato sulla tubazione principale di mandata, in accordo alle indicazioni tecniche definite nel manuale dello strumento stesso. Per quanto le letture di portata sono comparabili in funzione della bassa varianza delle percentuali di rendimento (scostamento inferiore a 1% - 2%), sono state utilizzate per l'analisi ed il calcolo delle potenze teoriche le portate del venturi che danno rendimenti leggermente superiori e, pertanto, a vantaggio di sicurezza per la valutazione di un investimento complessivo di revamping della stazione;



Fig. 7 Misure Portata e Pressione ISI Pietrasasso

- **Misure di pressione (bar):** le misurazioni di pressione di aspirazione e di mandata di ciascuna pompa sono state eseguite mediante una coppia di manometri digitali calibrati, installati nelle rispettive linee di aspirazione e mandata;

- **Misure della potenza elettrica assorbita Pot Ass (kW):** le misure elettriche della potenza assorbita sono state rilevate dai multimetri digitali di quadristica (con toroidi amperometrici installati sulla parte di potenza a 6000 V);
- **Calcolo della potenza Pcalc (kW):** al fine di verificare la bontà delle rilevazioni dei multimetri digitali è stata calcolata la potenza assorbita con la seguente formula a partire dalle tensioni e dagli assorbimenti misurati

$$P_{calc} (kW) = Tens(V) \cdot I(A) \cdot \cos\varnothing / 1000$$

con risultati pressoché paragonabili alla Pot Ass (kW);

- **Calcolo della potenza teorica necessaria per il sollevamento di una portata Q Pteor (kW):** per calcolare i rendimenti attuali delle macchine in funzione è stata calcolata la potenza teorica necessaria al sollevamento delle portate nelle varie condizioni di funzionamento con la seguente formula

$$P_{teor} (kW) = (P_{mand} - P_{asp})(bar) \cdot 10,33 \cdot Q_v (l/s) / 102$$

considerando pari a 1 il peso specifico del fluido sollevato;

- **Calcolo del rendimento Eta (%) e dell'indice di performance IE (kWh/mc):** il rendimento complessivo delle macchine nelle singole condizioni di funzionamento è stato calcolato come rapporto tra la potenza teorica e la potenza assorbita

$$Eta (%) = P_{teor} (kW) / P_{ass} (kW)$$

mentre l'IE come rapporto tra potenza assorbita e portata sollevata

$$IE (kWh/mc) = P_{ass} (kW) / (Q_v (l/s) \cdot 3,6)$$

L'analisi dei rendimenti ha evidenziato basse prestazioni energetiche delle macchine installate, operative da circa 30 anni nell'impianto di sollevamento idrico Pietrasasso oggetto di diagnosi; in considerazione dell'elevato numero di anni di funzionamento, del numero delle manutenzioni effettuate e del costo delle stesse, oltre che della tipologia costruttiva, è stata quindi ipotizzata la sostituzione delle elettropompe esistenti con altre di nuova generazione ad alta efficienza.

### 3.1 Calcolo della curva caratteristica dell'impianto ISI Pietrasasso

Utilizzando i dati raccolti durante la diagnosi, come pressioni e portate, e le formule sopra riportate, sono stati ricavati i punti di lavoro delle macchine in marcia singola oppure in parallelo. Considerando che il montaggio dei manometri nelle linee di aspirazione e mandata delle pompe è stato eseguito, quando possibile, a ridosso delle flange di aspirazione e mandata delle stesse, ciò consente di considerare trascurabili le perdite di carico, nonché il salto geodetico e la differenza tra le pressioni cinetiche.

Si è così ricavata la **curva caratteristica dell'impianto**; i dati ottenuti sono da ritenersi relativi alle condizioni di esercizio richieste, mentre le curve ottenute danno un'indicazione precisa dei volumi di pompaggio, delle pressioni e di conseguenza dei rendimenti in funzione della gestione delle macchine in differenti punti di lavoro.

La curva caratteristica dell'impianto ISI Pietrasasso ha la seguente equazione:



$$y = 5E-05x^2 + 0,0225x + 632,31$$

tale equazione ha trovato esatta corrispondenza nei dati storici di portata e prevalenza raccolti nella banca dati dedicata alla gestione stazione di sollevamento.

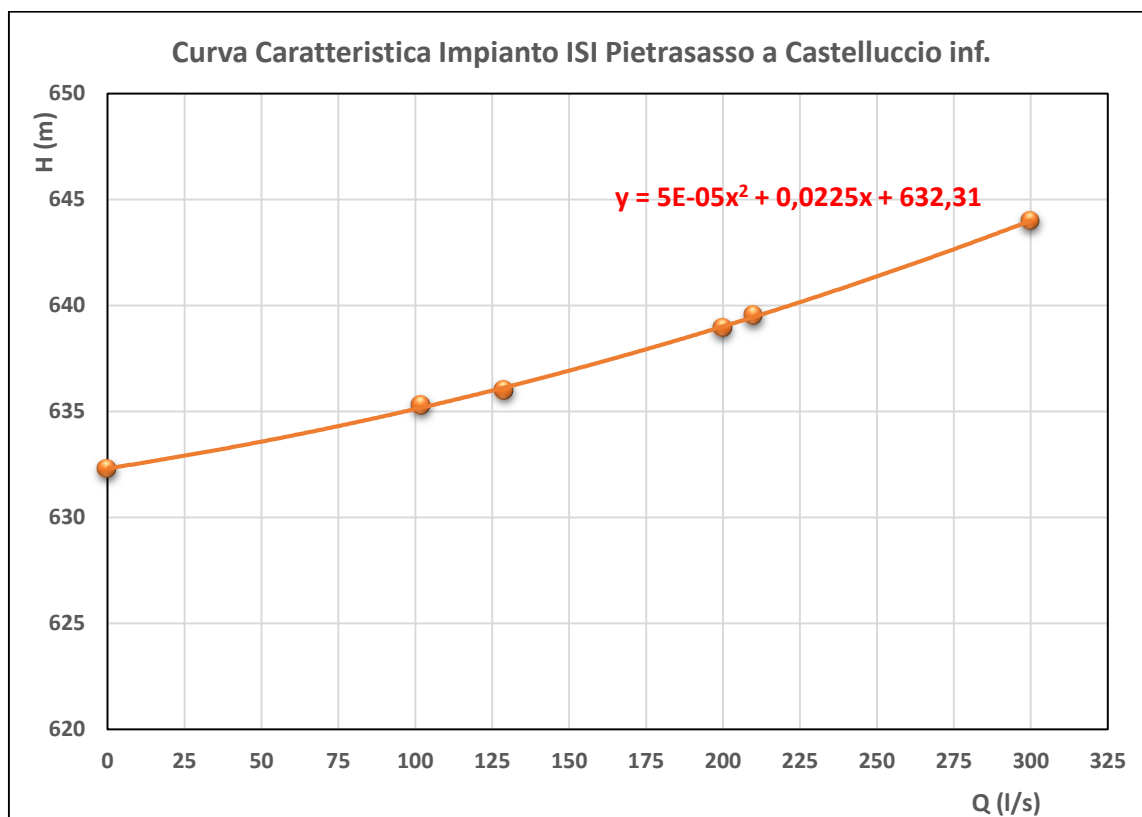


Fig. 8 Curva caratteristica di funzionamento ISI Pietrasasso

Ricavare la curva caratteristica dell'impianto è stato necessario per il Gestore, non solo per valutare il grado di funzionamento e rendimento delle elettropompe installate, ma soprattutto al fine di ricalibrare i punti di lavoro delle nuove macchine con un'efficienza e rendimenti superiori oltre che di nuova tecnologia; sinteticamente la curva caratteristica dell'impianto è essenziale per calcolare il punto B caratteristico di funzionamento come intersezione con la curva caratteristica della macchina:

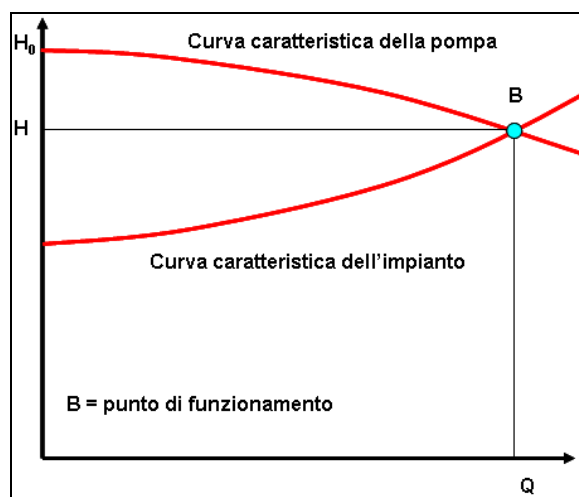


Fig. 9 Esempio di calibrazione del punto B caratteristico di funzionamento

Le verifiche esperite in loco, hanno confermato la bontà dei risultati derivanti dalle diagnosi approntate dal Gestore; le macchine presentano uno stato di vetustà tale da avere dei rendimenti relativamente bassi, anche in virtù delle curve di funzionamento e delle modalità di accoppiamento inizialmente previste nel progetto originario della stazione. Ciò è riscontrabile, altresì, dalle curve delle macchine Termomeccanica che andranno installate in loco.

C'è da considerare, inoltre, che da letteratura ogni intervento di manutenzione sostanziale sul motore o sul corpo pompa può indurre un calo del rendimento della macchina anche dell'1%; inoltre anche le giranti delle macchine presentano consumi non trascurabili.

### 3.2 Calcolo della curva dell'NPSH disponibile dell'impianto ISI Pietrasasso

Al fine di garantire il corretto funzionamento di un impianto è necessario evitare che nella pompa si verifichino le condizioni che danno luogo alla cavitazione; si deve, pertanto, accertare che l'**NPSH<sub>d</sub>** ovvero il **Net Positive Suction Head disponibile** (espressione dall'inglese *NPSH=carico assoluto netto all'aspirazione*) sia superiore a quello richiesto dalla pompa, ovvero:

$$NPSH_d \geq NPSH_r$$

La curva dell'NPSH<sub>r</sub> è fornita dal costruttore e generalmente riprodotta, insieme alla curva di potenza e a quella dei rendimenti, sullo stesso diagramma della curva caratteristica di funzionamento della pompa. La curva dell'NPSH<sub>d</sub> è stata calcolata utilizzando la seguente metodologia e assumendo un livello medio di carico **Z<sub>0</sub>** pari a 6,25 m:

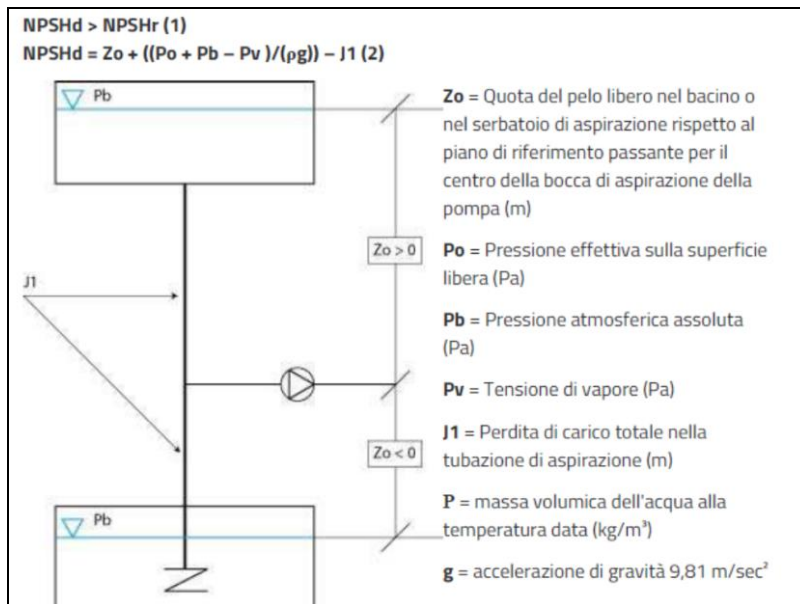


Fig. 10 Formula per il calcolo dell'NPSH<sub>d</sub> ISI Pietrasasso

I risultati e la rappresentazione grafica dell'NPSH<sub>d</sub> dell'impianto necessari per la verifica dell'NPSH<sub>r</sub> dell'elettropompa, messi al punto dal Gestore, sono i seguenti:

NPSHd(m)	Q(l/s)	Zo(m)	Po(Pa)	Pb(Pa)	Pv(Pa a 40°)	Jl(m)	r(kg/mc)	g(m/s2)	Pasp(m)
15,41	0	6,25	0	96500	7380	0,00	992,2	9,81	6,25
15,35	102	6,25	0	96500	7380	0,05	992,2	9,81	6,20
15,25	129	6,25	0	96500	7380	0,16	992,2	9,81	6,09
14,73	210	6,25	0	96500	7380	0,67	992,2	9,81	5,58
14,53	260	6,25	0	96500	7380	0,88	992,2	9,81	5,37

Tab. 4 Sviluppo Calcoli NPSHd dell'ISI Pietrasasso

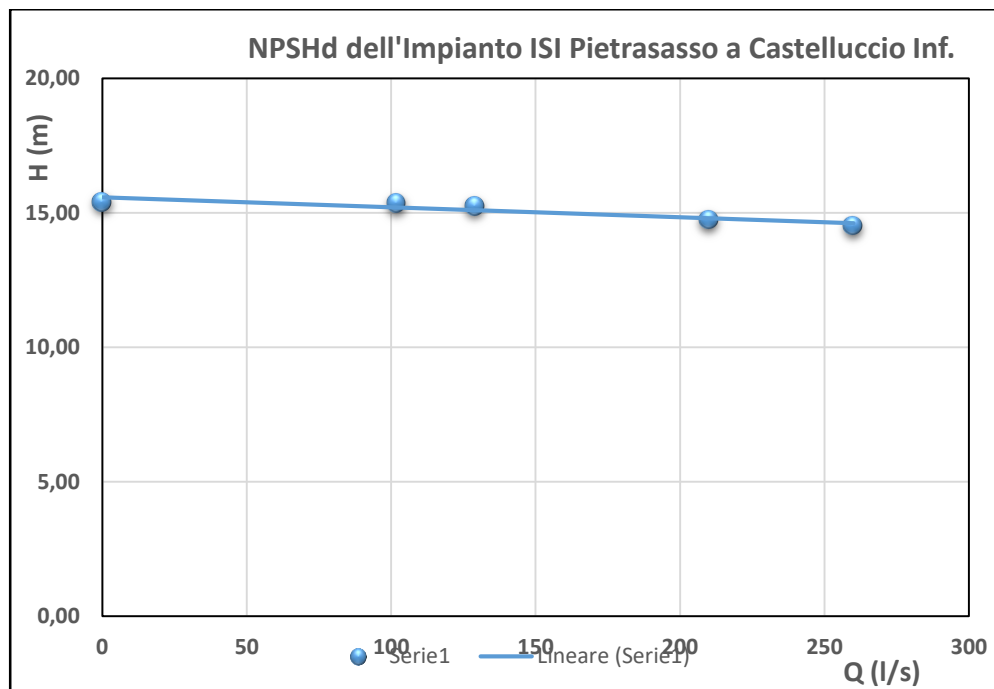


Fig. 11 Curva caratteristica dell'NPSHd ISI Pietrasasso

La curva dell'NPSHr della pompa ha in genere un andamento opposto: gradatamente crescente a partire dalla portata minima  $Q_{min}$  sino alla portata di miglior rendimento  $Q_{opt}$  decisamente crescente verso l'alto per portate superiori a  $Q_{opt}$ . Al disotto di  $Q_{min}$  la curva di NPSHr (tratteggiata nella figura) ha un andamento molto ripido verso l'alto, quasi verticale. Il costruttore Sulzer ha fornito la curva dell'NPSHr della macchina e il Gestore ha verificato la condizione sopra riportata con un adeguato margine di sicurezza ( $1,25 \cdot \text{NPSHr} \leq \text{NPSHd}$ ) nei punti di lavoro richiesti.

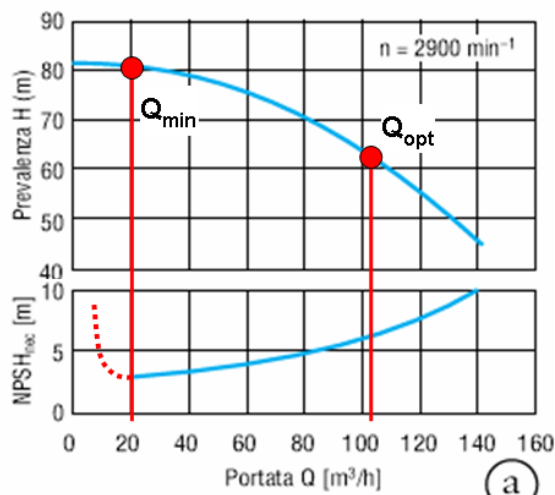


Fig. 12 Es. andamento curva caratteristica dell'NPSHr di una pompa

### 3.3 Curva caratteristica e rendimenti della nuova elettropompa

In conseguenza del regime di funzionamento della stazione la cui portata sollevata nel corso dell'anno varia dai 100 l/s ai 220 l/s e dei risultati delle analisi strumentali effettuate, che hanno permesso la ricostruzione della curva caratteristica dell'impianto, è stato definito il punto di lavoro delle nuove macchine da installare.

La portata integrante a garanzia dell'approvvigionamento idropotabile degli abitati dello schema Frida dal Serbatoio di Miscelulara ove vengono sollevate le portate dall'ISI Pietrasasso, è di circa 800 mc/h; ne consegue che la portata min. da garantire al serbatoio, a copertura delle punte richieste, è di circa 220 l/s, oltre l'eccedenza necessaria per il recupero dei volumi di invaso nella vasca di arrivo dell'acqua che ha una capacità di circa 30.000 mc. e per compensare il delta di portata che si perde nel processo di adduzione dell'acqua (es. perdite lungo la condotta premente).

Il Gestore ha provveduto a definire il nuovo punto di lavoro al fine di approvvigionarsi delle nuove macchine ad alta efficienza; come premesso la gara è stata esperita dalla SUARB e l'aggiudicatario è risultato essere la multinazionale Termomeccanica. Il punto di lavoro richiesto a base di gara è stato il seguente:

$$Q \text{ (l/s)} = 125 - P_{\text{man}} \text{ (m)} = 640$$

con punti di lavoro in parallelo delle macchine definiti nella seguente tabella:

		Punto di lavoro richiesto	1 pompa singola (punto B funz.)	2 pompe in parallelo	3 pompe in parallelo
Portata al punto lavoro	l/s	125	125	250	360
Prevalenza al punto di lavoro	m	640	640	641	647
Potenza nominale all'albero	kW	982	982	1965	2920
Rendimento idraulico minimo	%	<b>79.00</b>	<b>79.00</b>	<b>79.00</b>	<b>79.00</b>

Tab. 5 Punti di funzionamento e Rendimenti Nuove Elettropompe ISI Pietrasasso a base di gara

Le prestazioni sono state confermate e migliorate nell'offerta Termomeccanica; le pompe dovranno rispettare la norma di collaudo **ISO9906:2012/HI 14.6-2011, Grade 1E (PT11)**.

I rendimenti ottimali delle nuove macchine permetteranno di ottenere un nuovo indice energetico di performance della stazione; tale indice ricalcolato sulla base dei punti di lavoro delle nuove macchine risulta essere il seguente:

NUOVA ELETTROPOMPA	Q (l/s)	Hman (m)	Pot Ass (kW)	Eta (%)	IE (kWh/mc)
<b>SINGOLA</b>	<b>125</b>	<b>640</b>	<b>957</b>	<b>82%</b>	<b>2,13</b>
<b>2 MACCHINE IN PARALLELO</b>	<b>250</b>	<b>640</b>	<b>1914</b>	<b>82%</b>	<b>2,13</b>
<b>3 MACCHINE IN PARALLELO</b>	<b>360</b>	<b>645</b>	<b>2818</b>	<b>81%</b>	<b>2,17</b>
			<b>Media</b>	<b>82%</b>	<b>2,14</b>

Tab. 6 Calcolo del nuovo indice IE di performance energetica



Utilizzando il nuovo indice energetico di performance, ricalcolato a seguito del revamping della stazione, è stato possibile stimare il risparmio energetico che potrà essere conseguito dalla Società; come base di calcolo sono stati utilizzati i dati energetici forniti dal Gestore per il 2022, pertanto, il risparmio economico ha ovviamente una componente di variabilità legata al valore del costo dell'energia.

Importante è focalizzare l'attenzione sul risparmio di assorbimento energetico dalla rete che sarà di circa 4,6 GWh con minori emissioni nell'atmosfera pari a circa 1.502,13 ton/CO<sub>2</sub>.

ISI PIETRASASSO	kWh	€/annui	€/kWh	mc	IE (kWh/mc)
CONFIG_2022	18.359.100	€ 6.484.501	€ 0,353	6.420.000	2,86
<b>NUOVO_ISI</b>	<b>13.738.800</b>	<b>€ 4.686.022</b>	<b>€ 0,341</b>	<b>6.420.000</b>	<b>2,14</b>
<b>RISPARMIO</b>	<b>4.620.300</b>	<b>€ 1.798.479</b>			

Tab. 7 Stima del risparmio energetico ed economico annuale con nuovo IE

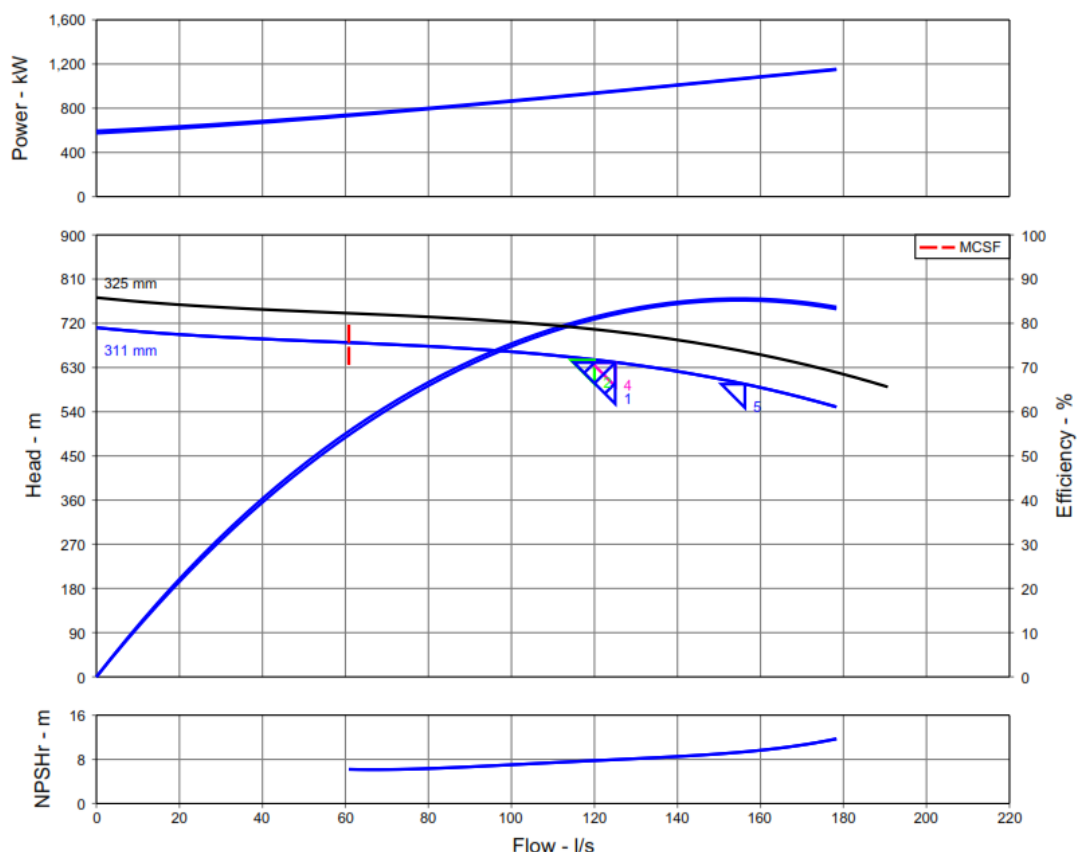
Si è proceduto a verificare, le curve fornite dalla multinazionale Termomeccanica per quanto riguarda i dati prestazionali relativi ad ognuna delle singole macchine, la veridicità della curva proposta in sede di offerta tecnica, ricostruendo le curve di funzionamento delle macchine.

La verifica ha dato esito positivo in quanto, come può essere visibile nelle figure e grafici seguenti, i dati prestazionali delle elettropompe ad alta efficienza sono assolutamente comparabili. Le perdite di carico puntuali indotte dai nuovi organi idraulici da installare su ogni macchina sono del tutto trascurabili.



Customer Reference : ACQUEDOTTO LUCANO

Multiple Conditions Curve  
Termomeccanica Quotation System 23.0.2



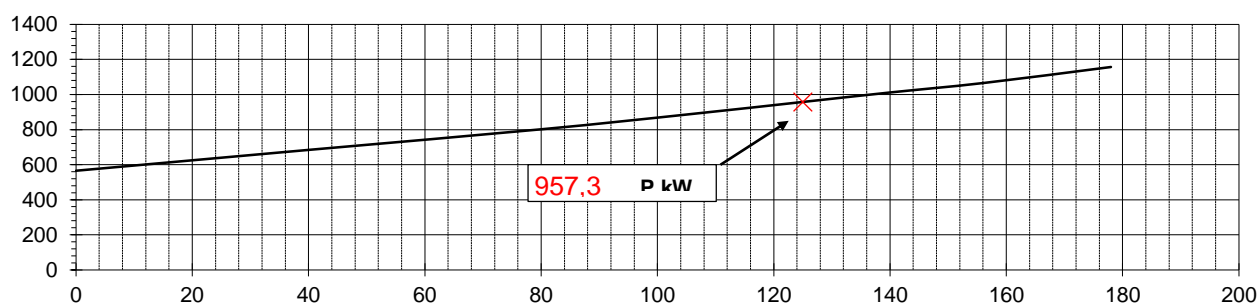
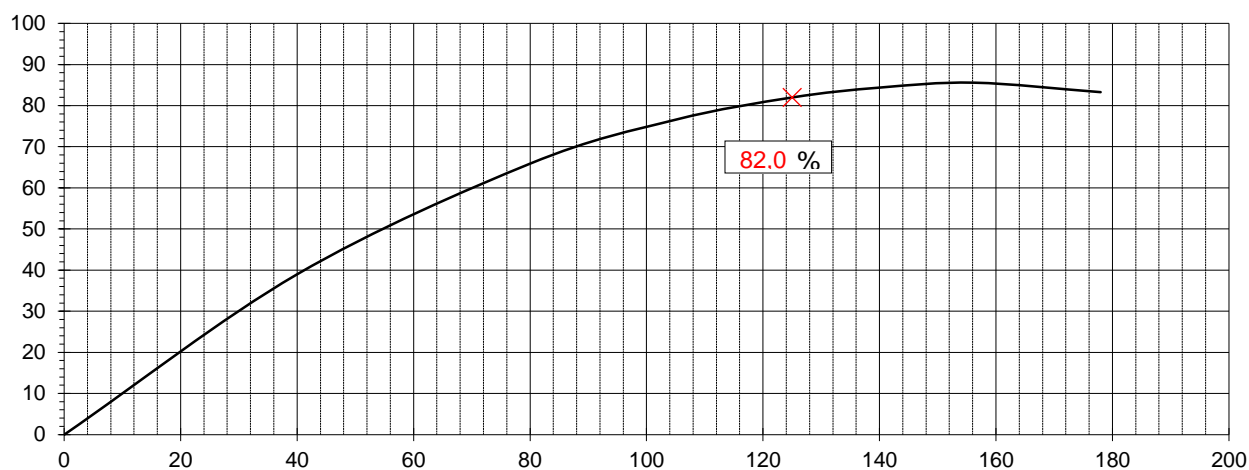
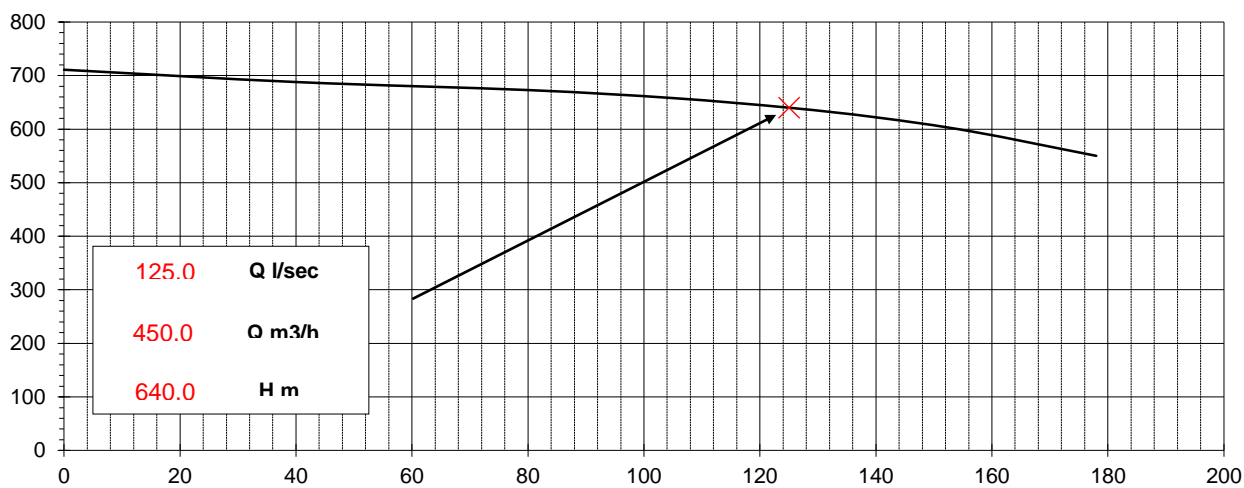
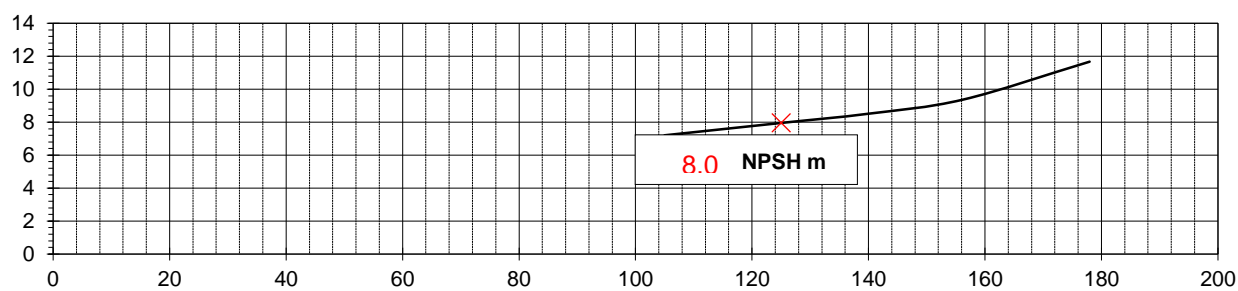


Fig. 13 Andamento tipologico della curva di funzionamento della pompa.  
Confronto curve Termomeccanica – curve ricalcolate prestazionali e rendimenti

### 3.4 Tipologia costruttiva e caratteristiche tecniche nuova elettropompa

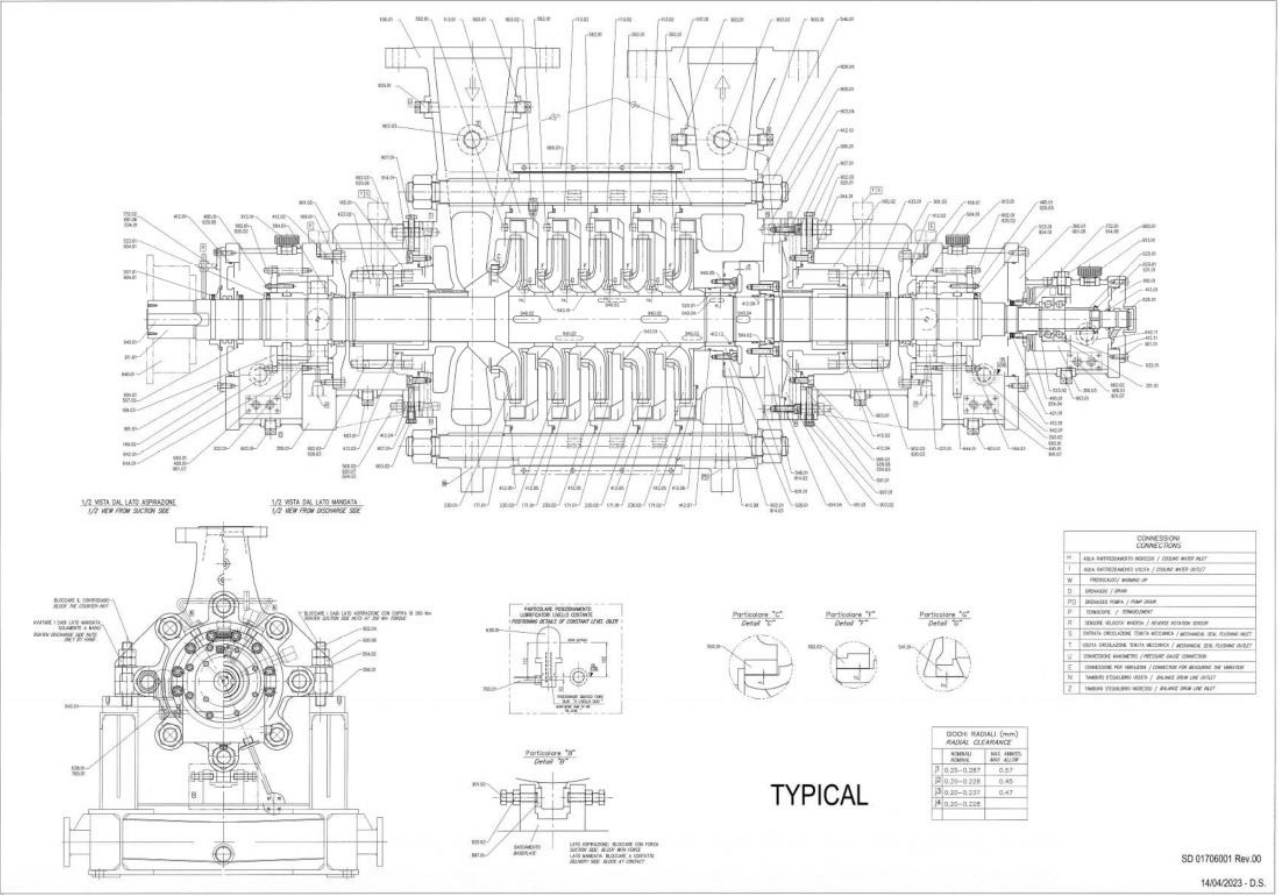
La tipologia di pompa da installare, con le modalità previste nell'elaborato progettuale relativo al “**Disciplinare di installazione elettropompe**”, è di tipo multistadio modello **MES-RO 150.5** che appartiene alla gamma di pompe centrifughe per il pompaggio di acqua pulita ad alta pressione della Termomeccanica.

Il modello acquistato **MES-RO 150.5** è specificatamente configurato per essere idoneo all'impiego presso l'ISI Pietrasasso e presenta caratteristiche tecnico costruttive che risultano le seguenti:

- Numero stadi: 5;
- Orientamento corpo pompa: Orizzontale;
- Supporti mediante piedi in fusione;
- Cuscinetti lubrificati su entrambi i lati (DE e NDE);
- Giranti chiuse, con aspirazione singola, modulari ad elevato rendimento idraulico su tutti gli stadi;
- Girante primo stadio dal design speciale, atto a contenere i valori di NPSH e garantire prestazioni ottimali in aspirazione;
- Aspirazione DN200, EN PN16;
- Mandata DN150, EN PN100;
- Voluta dell'ultimo stadio idonea a ridurre le spinte radiali e aumentare il rendimento totale;
- Corpi di aspirazione e mandata: Acciaio inossidabile di tipo Duplex;
- Parti di usura fisse sostituibili, autolubrificanti e ad elevata resistenza, per incrementare l'efficienza e ridurre gli interventi di manutenzione;
- Flange posizionate entrambe lungo la generatrice della voluta;
- Accesso facilitato alla tenuta meccanica e al cuscinetto al fine di semplificare l'eventuale sostituzione;
- Anelli di tenuta resistenti a pressioni elevate, in mandata;
- Albero: Acciaio inossidabile di tipo Duplex;
- dischi di bilanciamento per il contenimento delle spinte assiali e per un rendimento ottimale;
- Giranti: Radiali, chiuse, in Acciaio inossidabile di tipo Duplex di nuova concezione rispetto al bronzo, migliorativo dal punto di vista della resistenza alla corrosione e durata;
- Cuscinetti ad elevata resistenza;
- Parti principali di usura (cuscinetti DE-NDE, tenuta meccanica, ecc.) accessibili, sostituibili sul posto;
- Sensori PT-100 di sovratemperatura sui cuscinetti DE e NDE;
- Sensore di vibrazione montato sul lato DE e NDE come da P&ID allegato;
- Pressione limite di esercizio 100.00 Bar.

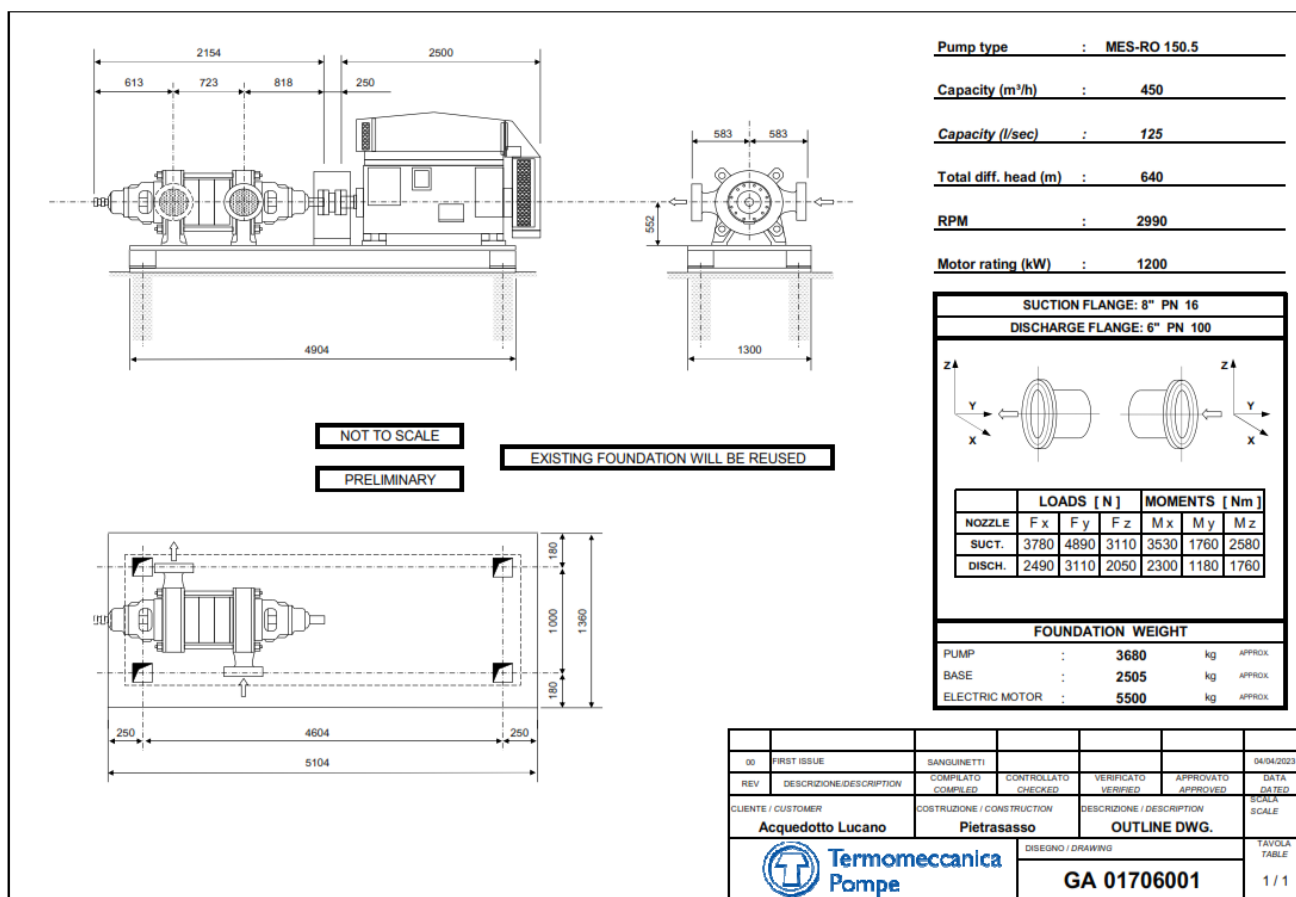
Di seguito le caratteristiche descrittive del gruppo pompa e le metallurgie impiegate per i componenti principali.

POSIZ. ITEM	COMPONENTE Component	MATERIALE Material	STATO MAT. Material State	CONTROLLO/PROVA Inspection/test	DOC. APPLICABILE Applicable doc.		INTERVENTI Interventions			FORNITORE Subsupplier	NOTE Remarks
					PROC. Proc.	ACCETT. Accept.	F	T M P	C		
001	SUCTION CASING	A 890 Gr. 4A	G	CHEMICAL ANALYSIS	ASTM A 890	ASTM A 890	R	R	R	Sub-supplier	PREN>34  in TM.P only machined surfaces
				HEAT TRATMENT	ASTM A 890	ASTM A 890	R	R	R	Sub-supplier	
				MECHANICAL TEST	ASTM A 890	ASTM A 890	H R	N R	R	Sub-supplier	
				PENETRANT TEST	ASME V art. 6	ASME VIII div.1 app.8	-	H R	R	TM.P	
				HYDROSTATIC TEST		dwg.	-	H R	R	TM.P	
002	DELIVERY CASING	A 890 Gr. 4A	F	HYDROSTATIC TEST		dwg.	-	H R	R	TM.P	
003	STAGE CASING DIFFUSER	A 890 Gr. 4A	G	CHEMICAL ANALYSIS	ASTM A 890	ASTM A 890	R	R	R	Sub-supplier	in TM.P only machined surfaces
				HEAT TRATMENT	ASTM A 890	ASTM A 890	R	R	R	Sub-supplier	
				MECHANICAL TEST	ASTM A 890	ASTM A 890	H R	N R	R	Sub-supplier	
				PENETRANT TEST	ASME V art. 6	ASME VIII div.1 app.8	-	H R	R	TM.P	
				HYDROSTATIC TEST		dwg.	-	H R	R	TM.P	
004	DIFFUSER  (follow)	A 890 Gr. 4A	G	CHEMICAL ANALYSIS	ASTM A 890	ASTM A 890	R	R	R	Sub-supplier	
				HEAT TRATMENT	ASTM A 890	ASTM A 890	R	R	R	Sub-supplier	
				MECHANICAL TEST	ASTM A 890	ASTM A 890	H R	N R	R	Sub-supplier	





## Disegni Costruttivi



### 3.5 Caratteristiche tecniche dei motori

Il motore elettrico a 6000 V a servizio delle pompe risulta in perfetta aderenza a quanto richiesto a livello prestazionale dai punti di lavoro.

Il motore è progettato in conformità agli standard costruttivi previsti dalle normative comunitarie applicabili alla tipologia prevista. Le caratteristiche costruttive lo rendono idoneo all'avviamento con soft-start, come previsto nel presente progetto.

Il motore sarà oggetto di collaudo presso lo stabilimento di produzione del costruttore e corredato di opportuna certificazione secondo gli standard applicabili, secondo le norme cogenti.

Il motore avrà le seguenti caratteristiche:

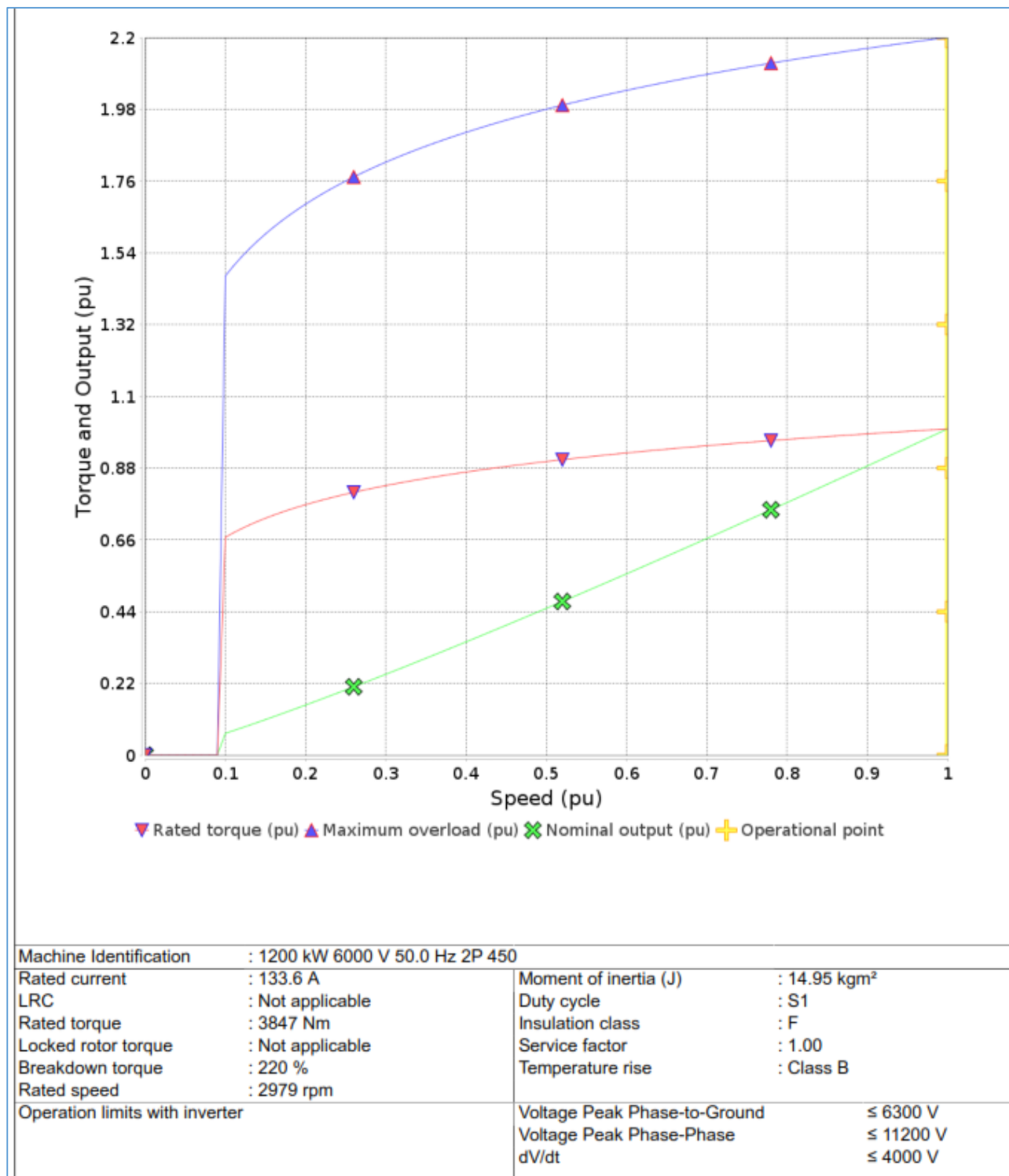
- Il motore elettrico di avviamento sarà alimentato a 6000 V  $\pm$  5%, con una frequenza pari a 50 Hz, ad alta efficienza e conforme agli standard internazionali;
- Il motore sarà idoneo per avviamento e funzionamento sotto inverter o soft starter (cuscinetto isolato);
- Il motore sarà progettato per servizio continuo;
- Il motore sarà costruito per lavorare con temperatura ambiente fino a 40 °C;
- Il motore verrà fornito con un grado di protezione pari a IP 55;

- La potenza del motore sarà uguale a richiesta dalla macchina operatrice (con eventuali ausiliari inclusi),
- nelle peggiori condizioni di funzionamento maggiorata del 15 % sul punto rated di lavoro;
- Il motore, verrà fornito con classe di isolamento F;
- Il motore sarà equipaggiato con idonei dispositivi (del tipo PT100) su ciascuna delle fasi dell'avvolgimento.
- I terminali delle protezioni termiche e delle eventuali resistenze anticondensa saranno essere collegati ad apposita morsettiera distinta da quella di potenza;
- Inoltre sul motore saranno installate per il monitoraggio continuo dello stato della macchina, N.1 PT100 per ogni cuscinio e N.1 Accelerometro per ogni supporto. Questi saranno collegati ad idonea morsettiera per trasmettere il segnale a telecontrollo esistente.

Le caratteristiche costruttive principali dei motori sono riassunte di seguito:

Customer :			
Product line : W60			
<div>PRELIMINARY DOCUMENT</div>			
Frame	: 450	Service factor	: 1.00
Output	: 1200 kW	Moment of inertia (J)	: 14.95 kgm <sup>2</sup>
Poles	: 2	Locked rotor time	: Not applicable
Frequency	: 50.0 Hz	Temperature rise <sup>3</sup>	: Class B
Rated voltage	: 6000 V Connection: Y	Duty cycle	: S1
Rated current	: 133.6 A	Ambient temperature	: 0 °C up to 40 °C
Rotor voltage	: Not applicable	Altitude	: 1000 m
Rotor current	: Not applicable	Protection degree	: IP55
L. R. Amperes	: Not applicable	Cooling method	: IC611
LRC	: Not applicable	Mounting	: B3L
No load current	: 26.72 A	Rotation <sup>1</sup>	: Clockwise
Rated speed	: 2979 rpm	Noise level <sup>2</sup>	: 80 dB(A)
Slip	: 0.70 %	Vibration	: A 2.3 mm/s rms
Rated torque	: 3847 Nm	Starting method	: Frequency inverter
Locked rotor torque	: Not applicable	Coupling	: Direct
Pull up torque	: Not applicable		
Breakdown torque	: 220 %		
Insulation class	: F		
Output	75%	100%	Load type : Not informed
Efficiency (%)	96.20	96.00	Load torque :
Power factor	0.89	0.90	Load inertia (J=GD <sup>2</sup> /4) :
Voltage Peak Phase-to-Ground	≤ 6300 V		
Voltage Peak Phase-Phase	≤ 11200 V		
dV/dt	≤ 4000 V		
Notes			
- Stray load losses 0.50% of input power.			
- Stiff shaft design.			

Le curve prestazionali principali dei motori sono visualizzate di seguito:



Le nuove macchine ad alta efficienza andranno, come da disegni tecnici di progetto, installate sui basamenti esistenti; verranno acquistati e sostituiti tutti gli organi idraulici relativi al piping per ogni macchina, ovvero valvola di ritegno, saracinesca motorizzata con attuatore elettrico con tempi calcolati di apertura e chiusura in funzione dell'avviamento e spegnimento, saracinesca di testa utile in caso di sostituzione degli altri organi in serie. Gli organi idraulici previsti sono tutti in acciaio PN 100 in mandata ad alta qualità di fusione e assemblaggio, data l'importanza della stazione.

### 3.6 Caratteristiche tecniche Quadri Elettrici di avviamento

Per l'avviamento delle nuove macchine con motori da 1200 kW a 6000 V, la scelta progettuale è ricaduta su degli avviatori statici in Media Tensione utilizzabili in qualsiasi campo applicativo pesante industriale ed elettromeccanico, selezionando il meglio della tecnologia attuale per avviare in sicurezza i motori in Media Tensione riducendo le cadute di tensione o limitando la potenza del generatore.

Tale scelta è stata indirizzata dall'utilizzo delle pompe presso l'ISI Pietrasasso che non prevedono variazione di frequenza, stante le condizioni al contorno di accumulo della risorsa a monte e a valle, ma il loro funzionamento sarà a portata fissa, da singole o in parallelo, pertanto, non è necessario installare un inverter ma un avviatore statico che permetta partenze ed arresti modulari, con limitazione delle correnti di spunto.

Il controllo assicura una perfetta accelerazione e decelerazione eliminando gli shock meccanici e di corrente.

Lo scomparto soft starter di media tensione dimensionato sarà da 250 A a 6000 V, con tensione e corrente di esercizio dei contattori di linea e di bypass o degli interruttori automatici in base alla corrente del motore e alle curve prestazionali. Il collegamento dell'alimentazione tra l'avviatore statico e i contattori avverrà mediante cavi o busbar.

La sezione a bassa tensione, sarà accessibile frontalmente, con componenti standard minimi di dotazione: due pulsanti Start/Stop, un pulsante di arresto di emergenza, quattro spie luminose ovvero contattore di linea aperto (rosso), contattore di linea chiuso (verde), bypass contattore chiuso (verde) e guasto (rosso), due selettori Soft Start – DOL controllo locale-remoto, tre relè di interposizione ciascuno con 2 C/O, 8A, 250V per segnalazione.

Descrizione tecnica dell'avviatore statico di media tensione:

- Soft Starter Power Unit: tre set completamente integrati di moduli di potenza SCR;
- Test di routine standard Incluso il test di scarica parziale secondo EN50178;
- Unità di controllo soft starter digitale con controllo e comunicazione in fibra ottica;
- Misurazione della tensione MT con trasformatore di potenziale elettronico completamente isolato (ottico);
- Display LCD a due righe da 16 caratteri e 8 spie di indicazione di stato;
- Tastiera a 6 tasti soft touch con funzioni complete;
- Contatti Aux Avvio Accelerazione 1 C/O, 8A, 250VAC, 2000VA, Fine accelerazione 1 C/O, 8A, 250VAC, 2000VA, Contatto di guasto 1 C/O, 8A, 250VAC, 2000VA;
- Livello di avvio e durata dell'impulso regolabile, per un tempo regolabile 0-10 sec;
- Tensione iniziale 5-80% della tensione nominale di rete;
- Corrente iniziale 100-400% della nominale del motore;
- Limite di corrente 100-700% della nominale del motore;
- Tempo di accelerazione 1-90 sec;
- Tempo di decelerazione 0-90 sec.

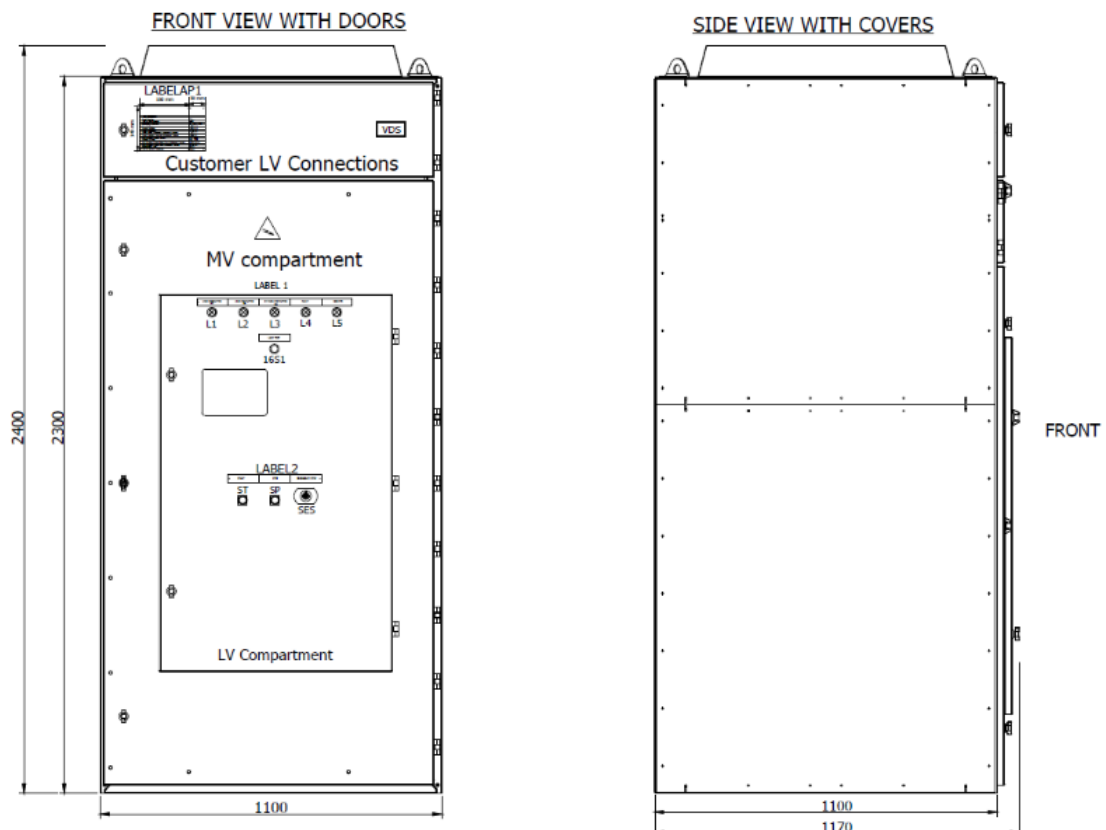
Le protezioni motore integrate durante l'avviamento sono le seguenti:

- Numero massimo avviamenti;
- Inibizione avviamenti;
- Tempo di avvio lungo (protezione da stallo);
- Sovracorrente (fermo di sicurezza);

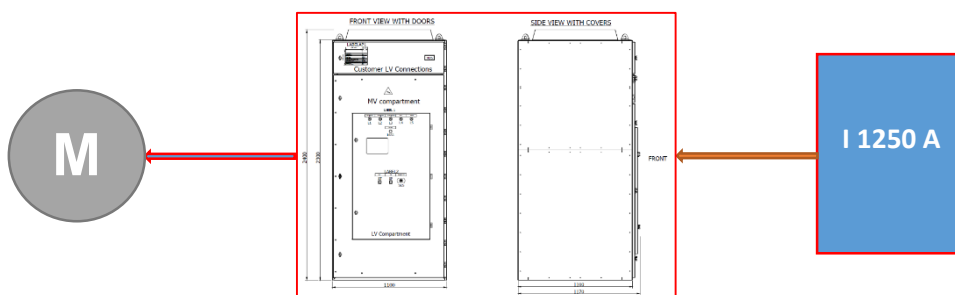


- Sovraccarico elettronico;
- Sotto soglia corrente;
- Sotto soglia tensione;
- Sovratensione;
- Perdita di fase:
- Sequenza errata delle fasi;
- Connessione errata;
- Corrente di squilibrio;
- Accensione e nessun avvio;
- Bypass aperto;
- Protezione del rotore in stallo/bloccato.

Standard	IEC 62271-200		
Rated Voltage	7.2 kV		
Operating Voltage	6 kV		
Rated power frequency withstand voltage Ud	20 kV		
Rated Lightning Impulse Withstand Voltage UP	60 kV		
Rated frequency:	50 Hz		
Operating Current	250 A		
Busbar short time withstand current Ik	16 kA 1s		
Rated peak withstand current Ip	40 kA		
Degree of protection:	IP41		
Partition classification	PM / PI		
Loss of service continuity	LSC1		
Altitude	Up to 1000m asl		
Humidity	95% non condensed		
Operating temperature	-10°C ... +50°C		
Storage temperature	-20°C ... +70°C		



La sequenza di montaggio dei soft starter di avviamento, per ogni macchina, prevederà la derivazione dei cavi elettrici di alimentazione dagli interruttori MT 1250 A a 6000 V già presenti sull'impianto, il collegamento al soft starter e da qui l'arrivo alla morsettiera del singolo motore da 1200 kW.



I quadri saranno opportunamente allocati innanzi la batteria dei quadri elettrici esistenti, data l'impossibilità di utilizzo degli spazi ridotti esistenti. Ciò permetterà di realizzare il posizionamento dei nuovi quadri soft starter, senza causare interruzioni prolungate, comunque necessarie e con modalità da concordare con la Direzione Operativa del Gestore per i collegamenti elettrici dagli interruttori esistenti fino ai motori.

Al fianco del soft starter di avviamento della singola macchina sarà realizzato, come da schemi elettrici di progettazione, un quadro per gli ausiliari e di controllo di tutti i parametri e dei sensori presenti a bordo pompa, oltre che delle misure di pressione di mandata e presenza acqua in aspirazione, di remotaggio dati con revamping del PLC generale esistente, avviamento e chiusura della nuova saracinesca motorizzata.

Gli interruttori esistenti saranno sottoposti a revisione generale e manutenzione straordinaria con test report di funzionamento finale e sostituzione della protezione generale esistente con una nuova, ovvero un relè di protezione impiegato per la protezione di motori asincroni e sincroni di grossa taglia su reti MT su linee di qualsiasi lunghezza in sistemi con neutro isolato, franco a terra e/o a terra con resistenza o con bobina di Petersen.

Caratteristiche principali relè di protezione:

- Minima tensione - 27
- Minima tensione di sequenza diretta - 27V1
- Massima potenza attiva direzionale - 32P
- Minima corrente - 37
- Minima potenza reattiva direzionale - 37Q
- Perdita di eccitazione - 40(M/G)
- Massima corrente di sequenza inversa Motore/Generatore - 46M, 46G
- Massimo numero di avviamenti (inibizione ravviamento) - 66
- Direzionale di terra - 67N
- Massima frequenza - 81O
- Minima frequenza - 81U
- Mancata apertura interruttore - BF
- Monitoraggio TA di fase - 74CT
- Monitoraggio TV di linea - 74VT
- Supervisione circuito di scatto - 74TCS

La medesima procedura si ottempererà sugli interruttori a 1250 A a protezione dei trasformatori MT-BT presenti da ambo i lati della batteria di QE esistenti. In questo caso, dopo la manutenzione e i test elettrici, verrà sostituita la protezione esistente con una nuova (relè) tipicamente utilizzata nelle reti radiali MT e BT come protezione degli alimentatori o dei trasformatori di potenza.

In sistemi con neutro franco a terra, la protezione contro i guasti a terra può essere impiegata su linee di qualsiasi lunghezza, mentre in sistemi con neutro isolato ovvero connesso a terra tramite bobina di Petersen e/o resistenza, la protezione contro i guasti a terra può essere impiegata su linee di lunghezza limitata in modo da evitare interventi intempestivi a causa del contributo della corrente capacitiva della linea per guasti esterni.

Il relè dovrà essere conforme ai requisiti della norma CEI 0-16.

Funzioni, protezione standard & elementi di controllo relè di protezione:

- Massima corrente residua - 50N/51N
- Massima corrente di fase - 50/51
- Supervisione circuito di scatto - 74TCS
- CEI 0-16
- FUNZIONI DI COMUNICAZIONE
- Protocollo Modbus RTU RS232

### 3.7 Verifica dimensionamento cavi elettrici di potenza

Si veda relazione specialistica in merito elaborato R005.

### 3.8 Verifiche idrauliche

Si veda relazione specialistica in merito elaborato R004.

### 3.8 Installazione telecontrollo PLC

La soluzione tecnica adottata, prevedendo la realizzazione di un QE degli ausiliari per ogni macchina, dà la possibilità di installare un hardware adeguato di telecontrollo, che si interfaccia con i cablaggi degli ausiliari, con software di controllo da remoto, ovviamente riposizionando i collegamenti di automazione e di segnale per ogni elettropompa ad avvenuta installazione dei QE di potenza e di servizio ausiliari.

**Si prevede, comunque, già in questa fase l'installazione di quadri TLC all'impianto e al serbatoio di arrivo, secondo le logiche e configurazioni attuali degli altri impianti ISI monitorati**, che possano essere soggetti poi a revisione a seguito di un'evoluzione dei sistemi di supervisione del Gestore, dati gli investimenti con altre linee di finanziamento attive in parallelo.

Pertanto, è pre-implementata la possibilità di telecontrollo da remoto con indirizzi IP distinti per ogni singola macchina, in modo tale da rendere il sistema duttile ed efficiente e non dipendente da un singolo punto di controllo.

A titolo esemplificativo, di seguito, è riportato un layout grafico di controllo ipotizzabile e ampliabile per ogni elettropompa; in tale layout sono rappresentate delle elettropompe tipo ad alta efficienza:

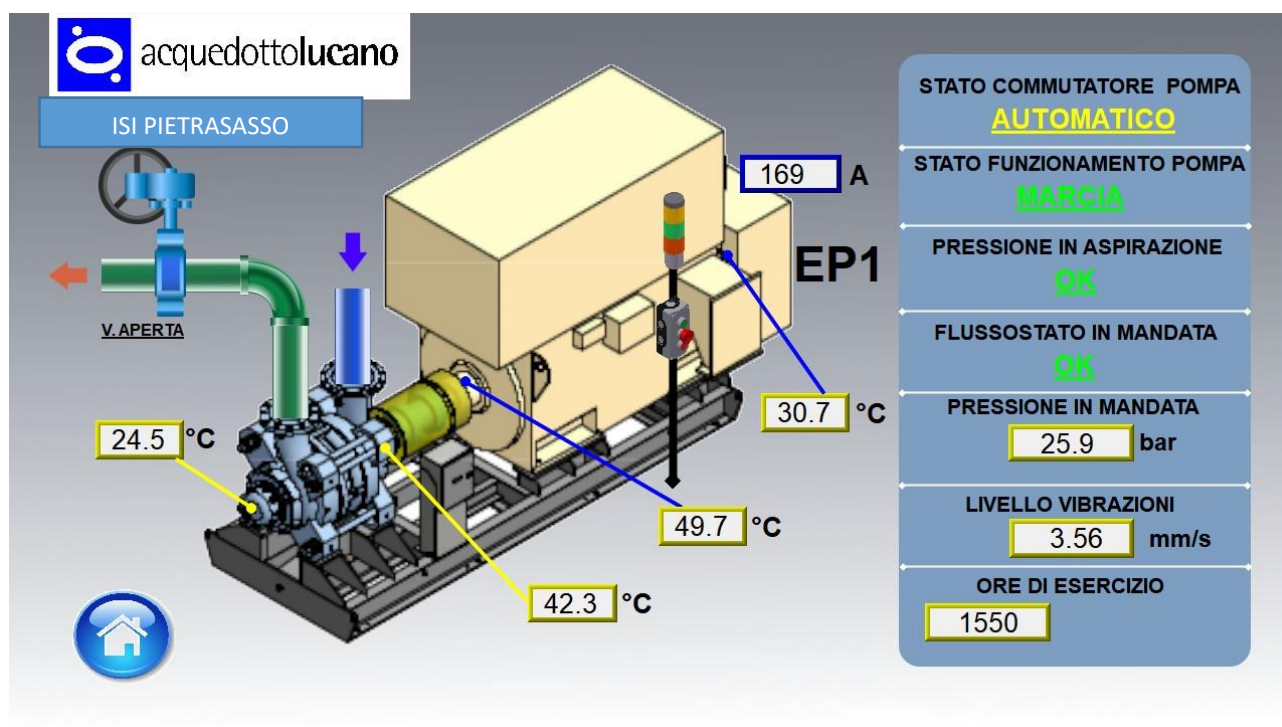


Fig. 14 es. di layout grafico di controllo da remoto (ampliabile in parametri e funzioni) per elettropompa tipo

### 3.9 Installazione nuovi organi idraulici e di protezione e controllo

Data la vetustà degli organi idraulici presenti sull'impianto si procederà alla sostituzione degli stessi, anche in funzione dei nuovi diametri nominali di collegamento dell'aspirazione e di mandata delle nuove pompe, che sono:

- Suction flange DN 200 (è sufficiente sul lato aspirazione un PN10/16);
- Discharge flange DN 150 (è necessario sul lato mandata un PN 100).

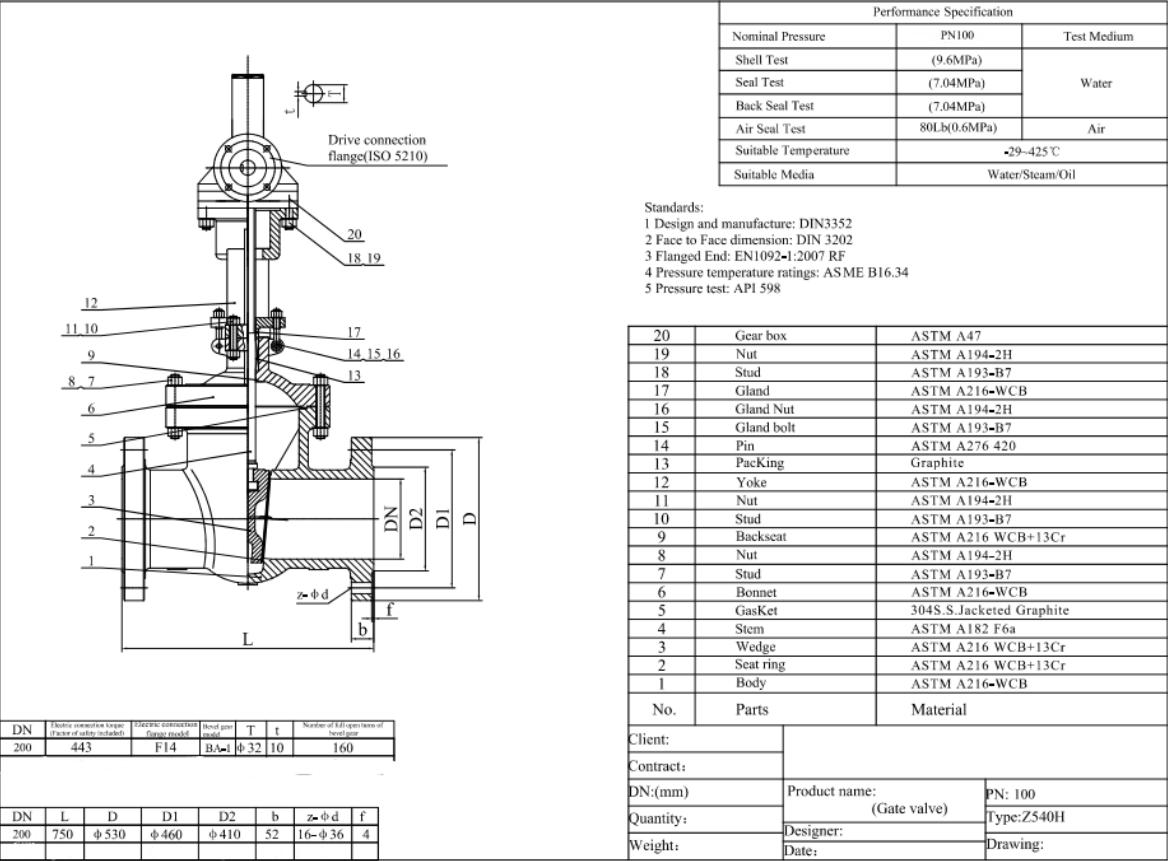
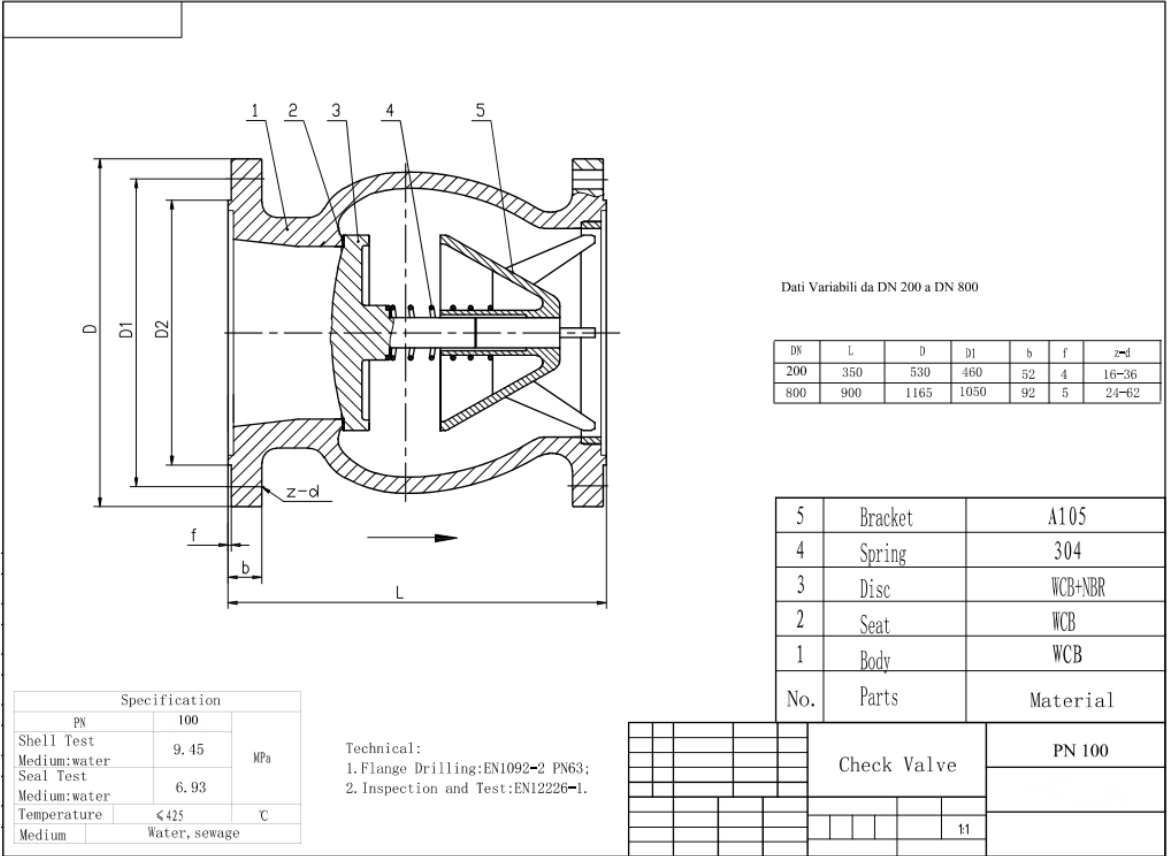
Pertanto, la nuova configurazione opzionata, anche al fine di standardizzare al meglio possibile gli organi idraulici per le successive manutenzioni e minimizzare le perdite di carico concentrate, prevede sul lato mandata di ogni macchina (n. 4 EP uguali) i seguenti organi idraulici:

- Valvola di ritegno ugello venturi DN 200 PN 100;
- Saracinesca Motorizzata con Attuatore DN 200 PN 100;
- Saracinesca ON – OFF DN 200 PN 100

Le saracinesche, sia le motorizzate che le on – off, date le prevalenze in gioco come succitato, saranno tutte in acciaio ASTM A216 PN100, così come anche le valvole di ritegno ugello venturi. L'attuatore sarà di primaria casa costruttrice, adatto agli sforzi e alle torsioni in gioco, con consensi di apertura e chiusura remotati, dotato di visualizzatore in locale e scheda di controllo e trasmissione dati 4/20 mA.

Si provvederà alla sostituzione degli organi idraulici in testa alla condotta premente, considerati i visibili trafilamenti di quelli ora presenti, oltre al trattamento anticorrosivo della tubazione esistente. Le interruzioni di pompaggio saranno, anche in questo caso,

programmate in base alle necessità della Direzione Operativa del Gestore. Di seguito si riportano le schede tipo degli organi idraulici in parola (ritegno e saracinesca).





## 5. Opere Accessorie

Per la realizzazione delle opere previste saranno necessarie alcune demolizioni, parziali riempimenti e consolidamento dei vecchi basamenti, come da tavola grafica a corredo.

Le modalità di messa in opera di tale lavorazione prevedrà la posa di canaline metalliche di by-pass per i cavi di alimentazione dei motori, opportunamente rialzate e posizionate al fianco dei pilastri con strutture di ancoraggio.

Comunque saranno programmati i fermi impianto necessari con il Gestore, al fine di operare in sicurezza e secondo quanto indicato nel PSC.

Al fine di gestire le risultanze degli scarti e macerie delle demolizioni e/o rimozioni è stata redatta apposita relazione sulla gestione delle materie, ai sensi della norma cogente.

Per quanto riguarda le vecchie elettropompe, su indicazione del gestore saranno temporaneamente stoccate nell'area esterna della struttura.

## 6. Riscontro degli obiettivi di progetto e degli interventi previsti

Gli obiettivi di performance indicati nella relazione generale al presente progetto di revamping dell'impianto di sollevamento idrico Pietrasasso sono i seguenti:

1. Adozione di soluzioni tecnologiche adeguate per ridurre i costi gestionali e minimizzare l'impatto ambientale derivanti dalla gestione del sistema di pompaggio;
2. Minimizzare le portate sollevate con un sistema di monitoraggio utile ad evitare gli sprechi ed ottimizzarne il funzionamento;
3. Utilizzare tecnologie e sistemi di avviamento che consentono di minimizzare gli stress meccanici e le manutenzioni;
4. Ottimizzare il funzionamento del sistema per ridurre al massimo i consumi energetici e per salvaguardare la durabilità delle apparecchiature e dei materiali del sistema stesso;
5. Individuare l'uso di apparecchiature sia idrauliche che elettriche atte a ridurre gli interventi di riparazione ed i costi gestionali;
6. Implementare il sistema esistente di automazione e telecontrollo dell'impianto e delle opere.

Tali obiettivi, realizzando le opere descritte nella presente relazione e negli elaborati progettuali si intendono pienamente perseguiti, con un utile risparmio energetico e di manutenzione nel tempo per la Società.

Anche l'elenco delle fasi di lavorazione, riportato di seguito ad ogni buon conto che si svolgeranno quasi esclusivamente all'interno dell'impianto, si intendono pienamente rispettate, come sopra descritto tecnicamente e negli elaborati specifici tecnici del progetto:

1. Pulizia capannone alloggiamento pompe e aree interessate da crescita di vegetazione spontanea che occorre adeguatamente rimuovere per la piena fruibilità delle stesse;
2. Adeguamento della parte idraulica piping ed eventuali valvole correlate, in funzione dei calcoli derivanti dalle caratteristiche delle nuove macchine, compresa la ricalibrazione dei punti di aspirazione e mandata in funzione dei nuovi posizionamenti sui basamenti;
3. Revamping parte QE con soft starter a 6000 V per l'avviamento delle nuove pompe, manutenzione e prove di scatto, ai sensi della norma cogente, sui quadri generali di potenza asserviti ai nuovi di avviamento e quadri elettrici di automazione per ogni macchina;

4. Installazione della strumentazione di controllo per report dati energetici, idraulici e di allarme anomalie sonde motori ed elettropompe;
5. Implementazione del telecontrollo con azionamento dei comandi a distanza e supervisione schemi e stazione di sollevamento per ogni macchina.

Si vuole evidenziare che non saranno effettuate opere e interventi sulle strutture esistenti.

## 7. Analisi vincolista territoriale ed autorizzazioni

Come già premesso nella relazione generale, gli interventi di progetto sono stati inseriti all'interno del quadro normativo autorizzativo, ambientale, paesaggistico e urbanistico cogente.

Si conferma che si considerano sostanzialmente soddisfatti tutti i vincoli e non sono richieste particolari autorizzazioni, in quanto si tratta di opere di adeguamento funzionale e manutenzione straordinaria all'interno di una stazione (opera) già gestita da AL Spa, senza necessità di realizzare opere esterne.

## 8. Norme tecniche e di riferimento

In relazione sia alle opere da eseguire che alla finalità da raggiungere con gli interventi si sono osservate tutte le norme cogenti:

- lavori pubblici
- sicurezza sui luoghi di lavoro
- costruzioni di reti tecnologiche
- costruzioni di opere in c.a. e acciaio
- impianti elettrici in conformità al DM 37/08, 462/01, CEI 016 e CEI 021
- salvaguardia dell'ambiente
- risparmio energetico

Si riportano di seguito, in maniera sintetica, i riferimenti normativi e le norme tecniche principali che sono state seguite per la redazione del presente progetto:

### Lavori pubblici

- Dlgs 36/2023;
- D.P.R. n. 207 del 05.10.2010 e s.m.i., "Regolamento di esecuzione ed attuazione del decreto legislativo 12 aprile 2006, n. 163, recante «Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE»" (per la parte in vigore);
- D.M. n. 145 del 19.04.2000 e s.m.i., "Regolamento recante il capitolato generale d'appalto dei lavori pubblici (per la parte in vigore);

### Urbanistica Edilizia Ambiente

- D.P.R. n. 380 del 06.06.2001, "Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia" aggiornato alla Legge n. 134 dd. 07.08.2012 e s.m.i.;
- D.P.R. n. 327 del 08.06.2001, "Testo unico delle disposizioni legislative in materia di espropriazioni per pubblica utilità e s.m.i.;
- D.Lgs. n. 152 del 03.04.2006 e s.m.i., "Norme in materia ambientale";
- D.Lgs. 18 agosto 2000, n. 258 "Disposizioni correttive ed integrative del decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152, in materia di tutela delle acque dall'inquinamento, a norma dell'articolo 1, comma 4, della legge 24 aprile 1998, n. 128" e s.m.i.;
- D. Lgs. n.42 del 22.01.2004 "Codice dei beni culturali e del paesaggio" e s.m.i.

## Strutture (comunque elencate ma non necessarie)

- D.M. del 14.01.2008, "Norme tecniche per le costruzioni" e s.m.i.;
- Circolare Ministeriale n. 617 del 02.02.2009, "Istruzioni per l'applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni»" e s.m.i.;
- L. n. 1086 del 05.11.1971, "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica" e smi;
- L. n. 64 del 02.02.1974, "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche" e smi;
- O.P.C.M. n. 3519 del 28/04/2006 e smi;
- NTC 2008 e Circolare - Norme sismiche per le costruzioni e smi.

## Sicurezza

- D.Lgs. 81 del 09.04.2008 e s.m.i.;

## Norme Tecniche

- Norme tecniche sulle strutture
- Norme tecniche relative alle tubazioni (Circolare Ministero LL. PP. 07.01.1974 n. 11633 e smi)
- Direttiva 91/271/CEE del Consiglio del 21/5/1991
- Norme tecniche sugli impianti elettrici e meccanici
- Normative UNI di riferimento
- Normative CEI di riferimento