

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



CUP J64H17000140001

U.O. IMPIANTI INDUSTRIALI E TECNOLOGICI

PROGETTO DEFINITIVO

RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO – MONTELLO

APPALTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO E RADDOPPIO DELLA LINEA DA CURNO A BERGAMO

RELAZIONE TECNICA

Impianti Meccanici

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

N B 1 R 0 2 D 1 7 R O I T 0 0 0 0 0 0 1 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Esecutiva	F. Buttucci	Marzo 2020	A. Marsico	Marzo 2020	M. Berlingieri	Marzo 2020	A. Falaschi Marzo 2020

ITALFERR S.p.A.
U.O. IMPIANTI INDUSTRIALI
E TECNOLOGICI
Dott. Ing. ALFREDO FALASCHI
Ordine Ingegneri di Vicenza

File: NB1R02D17ROIT0000001A

n. Elab.: -


303

SOMMARIO

1	GENERALITA'	4
1.1	Premessa	4
1.2	Oggetto dell'intervento	5
1.3	Criteri generali di progettazione	6
2	NORME DI RIFERIMENTO	7
2.1	Impianto HVAC	7
2.1.1	Norme tecniche applicabili	7
2.1.2	Regole tecniche applicabili	7
2.2	Impianto Idrico Sanitario	9
2.2.1	Norme tecniche applicabili	9
2.2.2	Regole tecniche applicabili	9
2.3	Impianti di sollevamento	10
2.3.1	Norme tecniche applicabili	10
2.3.2	Regole tecniche applicabili	10
3	IMPIANTO HVAC.....	11
3.1	Generalità	11
3.2	Dati di progetto	11
3.3	Estensione dell'impianto	11
3.4	Calcolo dei carichi termici estivi	13
3.5	Tipologia degli impianti HVAC.....	14
3.5.1	Sistema di ventilazione per il locale cabina MT	14
3.5.2	Sistema di ventilazione per i locali Trasformatori	15
3.5.3	Sistema di raffrescamento per il locale Centralina	17
3.5.4	Sistema di raffrescamento per il locale Batterie	18

PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 17 RO	IT 0000 001	A	3 di 39

3.5.5	Sistema di raffrescamento per il locale ACC	20
3.5.6	Sistema di raffrescamento per il locale BT	22
3.6	Impianto di ventilazione sale d'attesa.....	24
3.7	Impianto di raffrescamento locale SEM.....	24
3.8	Impianto di riscaldamento per i servizi igienici	24
3.9	Impianto estrazione forzata servizi igienici	25
3.10	Calcoli di dimensionamento	25
3.11	Scenari di funzionamento per locali che ospitano apparecchiature a range esteso.....	25
3.12	Funzionamento del filtro rotativo	26
3.13	Interfacciamento con altri sistemi.....	27
3.13.1	Interfacciamento con altri sistemi dei condizionatori tecnologici di precisione	27
3.13.2	Interfacciamento con altri sistemi degli estrattori d'aria	28
4	IMPIANTO IDRICO SANITARIO	30
4.1	Impianto di adduzione idrica	30
4.1.1	Servizi dei Fabbricati Tecnologici e Viaggiatori	30
4.2	Impianto di raccolta e scarico.....	32
5	IMPIANTI DI SOLLEVAMENTO.....	34
5.1	Estensione dell'impianto	34
5.2	Caratteristiche e consistenza dell'impianto	34
5.3	Descrizione dell'automatismo delle pompe	36

	RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO APPALTO 2: PRG PONTE S. PIETRO E RADDOPPIO DELLA LINEA DA CURNO A BERGAMO					
	RELAZIONE TECNICA IMPIANTI MECCANICI	PROG. NB1R	LOTTO 02	TIPO DOC. D 17 RO	OPERA/DISCIPLINA IT 0000 001	REV. A

1 GENERALITA'

1.1 Premessa

Nel Programma Regionale Mobilità e Trasporti della Regione Lombardia è riportato il raddoppio della tratta Bergamo – Ponte S. Pietro esteso fino a Terno d'Isola.

Nell' "Intesa sulle strategie e sulle modalità per lo sviluppo del SFR passeggeri, del trasporto merci e degli standard qualitativi per l'interscambio modale", in corso di sottoscrizione tra RFI e Regione Lombardia è previsto il raddoppio della linea tra Montello-Bergamo-Ponte S. Pietro per potenziare i servizi attualmente esistenti tra Milano Porta Garibaldi e Bergamo.


Per il raggiungimento di tale obiettivo, RFI ha suddiviso gli interventi in diversi progetti con diversi scenari temporali di realizzazione. Tra questi, i seguenti sono tra i più importanti:

1. La realizzazione dell'apparato centrale computerizzato di Bergamo su ferro attuale;
2. il raddoppio della tratta Curno – Bergamo e la realizzazione del PRG di Ponte San Pietro;
3. la realizzazione del PRG di Bergamo;
4. il raddoppio della tratta Bergamo - Montello.

Sono altresì attualmente in corso di studio alcuni interventi correlati al progetto di raddoppio della linea Ponte S. Pietro – Bergamo – Montello, quali:

- potenziamento infrastrutturale dei bacini milanesi che prevede interventi puntuali di velocizzazioni delle sedi di incrocio d'orario tramite modifiche impiantistiche per la contemporaneità dei movimenti, realizzazione del sottopasso e incremento a 60k m/h delle velocità degli itinerari deviati;
- nuovo collegamento con l'aeroporto di Bergamo che prevede una nuova linea a doppio binario diramata dall'attuale linea Bergamo – Brescia, opportunamente potenziata, con la realizzazione della nuova stazione Aeroporto.

Nell'ambito di tale scenario di potenziamento infrastrutturale, la Committenza ha chiesto ad Italferr (cfr. verbale di "Incontro" del 16 aprile 2019 e del 14 maggio 2019) di sviluppare il Progetto Definitivo di un primo Lotto di interventi che prevede: la realizzazione dell'ACC di Bergamo su ferro attuale; il raddoppio da Bergamo (e) a Curno (i) della linea esistente a semplice binario con inserimento di un bivio per il passaggio da doppio a singolo prima della radice ovest di Bergamo; la soppressione dei passaggi a livello (PL) esistenti sulla linea da Bergamo a Curno ad eccezione del

	RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO APPALTO 2: PRG PONTE S. PIETRO E RADDOPPIO DELLA LINEA DA CURNO A BERGAMO					
	RELAZIONE TECNICA IMPIANTI MECCANICI	PROG. NB1R	LOTTO 02	TIPO DOC. D 17 RO	OPERA/DISCIPLINA IT 0000 001	REV. A

PL di Martin Luter King e di via Moroni che saranno a cura RFI; l'ampliamento della fermata di Bergamo Ospedale conseguente al raddoppio della linea; la realizzazione della fermata di Curno e la sistemazione del PRG di Ponte S. Pietro. RFI ha chiesto altresì di ricomprendere all'interno del Progetto Definitivo anche la viabilità sostitutiva per la soppressione dei passaggi a livello della linea da Bergamo a Montello ed una verifica di idoneità delle opere esistenti da Curno a Ponte S. Pietro, per un eventuale futuro incremento di carico e di velocità su tale tratto di linea. Le opere di raddoppio della linea da Bergamo (e) a Curno (i) saranno progettate in interruzione totale da Ponte S. Pietro a Bergamo, come indicato dalla Committenza nel Verbale di Incontro del 16 aprile 2019.

La presente relazione descrive gli impianti Meccanici a servizio dei fabbricati tecnologici e fabbricati Viaggiatori delle stazioni/fermate di Ponte S. Pietro, Curno e Bergamo Ospedale, la cui realizzazione è prevista nell'intervento di raddoppio della linea Ponte S. Pietro – Bergamo - Montello.

Le apparecchiature ed i materiali oggetto di questa relazione saranno conformi alle specifiche tecniche che costituiscono il "DISCIPLINARE TECNICO".


Parte integrante di questo documento sono gli elaborati di progetto costituiti da schemi funzionali e planimetrie.

1.2 Oggetto dell'intervento

Le opere oggetto del presente intervento comprendono la realizzazione degli impianti meccanici costituiti essenzialmente da:

- condizionamento tecnologico;
- ventilazione;
- idrico sanitario;
- sollevamento acque meteoriche.

In particolare, per quanto riguarda i servizi igienici sono previsti gli impianti di adduzione idrica dell'acqua fredda sanitaria, la produzione dell'acqua calda e l'impianto di raccolta e scarico. Non sarà oggetto degli impianti meccanici il collegamento all'acquedotto ed alla rete fognaria.


	RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO APPALTO 2: PRG PONTE S. PIETRO E RADDOPPIO DELLA LINEA DA CURNO A BERGAMO					
	RELAZIONE TECNICA IMPIANTI MECCANICI	PROG. NB1R	LOTTO 02	TIPO DOC. D 17 RO	OPERA/DISCIPLINA IT 0000 001	REV. A

1.3 Criteri generali di progettazione

Le soluzioni proposte, nel rispetto della normativa e legislazione vigente, sono caratterizzate dall'affidabilità e dalla economicità di gestione.

Nelle scelte progettuali sono stati considerati i seguenti fattori:

- semplicità di funzionamento per ottenere una notevole affidabilità del sistema e dei suoi componenti;
- massima standardizzazione dei componenti per avere la garanzia di una futura facile reperibilità sia in caso di modifiche che di sostituzione in fase manutentiva o per invecchiamento;
- frazionabilità di ogni sezione del sistema per ottenere una gestione flessibile, economica e di facile controllo;
- adattabilità degli impianti alle strutture del complesso, soprattutto nell'ottica di garantire una facile accessibilità durante le operazioni di manutenzione e controllo;
- sicurezza degli impianti nei confronti degli utenti e delle condizioni di utilizzo.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO APPALTO 2: PRG PONTE S. PIETRO E RADDOPPIO DELLA LINEA DA CURNO A BERGAMO					
	RELAZIONE TECNICA IMPIANTI MECCANICI	PROG. NB1R	LOTTO 02	TIPO DOC. D 17 RO	OPERA/DISCIPLINA IT 0000 001	REV. A

2 NORME DI RIFERIMENTO

2.1 Impianto HVAC


2.1.1 Norme tecniche applicabili

- UNI EN ISO 10077-1 "Prestazione termica di finestre, porte e chiusure oscuranti - Calcolo della trasmittanza termica"
- UNI 7537 "Calcolo del fabbisogno termico per riscaldamento degli edifici";
- UNI 8199 "Acustica - Collaudo acustico degli impianti di climatizzazione e ventilazione - Linee guida contrattuali e modalità di misurazione";
- UNI 10339 "Impianti aeraulici ai fini di benessere. Generalità, classificazione e requisiti. Regole per la richiesta d'offerta, l'offerta, l'ordine e la fornitura";
- UNI 10345 "Riscaldamento e raffreddamento degli edifici. Trasmittanza termica dei componenti edilizi finestrati. Metodo di calcolo;
- UNI 10349 "Riscaldamento e raffrescamento degli edifici - Dati climatici -"
- UNI 10375:2011. Metodo di calcolo della temperatura interna estiva degli ambienti.
- UNI EN 12831 "Impianti di riscaldamento negli edifici - Metodo di calcolo del carico termico di progetto";
- UNI TS 11300 "Prestazioni energetiche degli edifici";
- CEI EN 50272-2 "Prescrizioni di sicurezza per batterie di accumulatori e loro installazione";

2.1.2 Regole tecniche applicabili

- Repubblica Italiana, documento n° Legge 9 gennaio 1991 n° 10, intitolato "Norme per l'attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia.", e pubblicato nel gennaio del 1991. (e S.M.I).
- Repubblica Italiana, documento n° DPR 29 agosto 1993 n° 412, intitolato "Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia, in attuazione dell'art. 4, comma 4, della legge 9 gennaio 1991, n. 10.", e pubblicato nel gennaio del 1991 (e S.M.I).

- Repubblica Italiana, documento n° DPR 15 novembre 1996 n° 660, intitolato "Regolamento per l'attuazione della Direttiva 92/42/CEE concernente i requisiti di rendimento delle nuove caldaie ad acqua calda, alimentate con combustibili liquidi o gassosi.", e pubblicato nel dicembre del 1996. (e S.M.I).
- Repubblica Italiana, documento n° DPR 21 dicembre 1999 n° 551, intitolato "Regolamento recante modifiche al decreto del Presidente della Repubblica 26 agosto 1993, n. 412, in materia di progettazione, installazione, esercizio e manutenzione degli impianti termici degli edifici, ai fini del contenimento dei consumi di energia.", e pubblicato nell'aprile del 2000.
- Repubblica Italiana, documento n° DL 19 agosto 2005 n° 192, intitolato "Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia.", e pubblicato nel settembre del 2005. (e S.M.I).
- Repubblica Italiana, documento n° DL 29 dicembre 2006 n° 311, intitolato "Disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia.", e pubblicato nel febbraio del 2007.
- Repubblica Italiana, documento n° DL 30 maggio 2008 n° 115, intitolato "Attuazione della direttiva 2006/32/CE relativa all'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici e abrogazione della direttiva 93/76/CEE", e pubblicato nel luglio del 2008. (e S.M.I).
- Repubblica Italiana, documento n° DPR 2 aprile 2009 n° 59, intitolato "Regolamento di attuazione dell'articolo 4, comma 1, lettere a) e b), del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, concernente attuazione della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia.", e pubblicato nel giugno del 2009. (e S.M.I)
- Disposizioni particolari che possano essere impartite eventualmente da altri Enti ed Autorità (V.V.F., INAIL etc.) che, per legge, possono comunque avere ingerenze nei lavori.
- Istruzione dei costruttori per l'installazione delle apparecchiature impiegate.
- altre leggi, decreti, circolari, disposizioni e norme eventualmente non citate, ma comunque, vigenti al momento in cui si effettuerà l'intervento.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO APPALTO 2: PRG PONTE S. PIETRO E RADDOPPIO DELLA LINEA DA CURNO A BERGAMO					
	RELAZIONE TECNICA IMPIANTI MECCANICI	PROG. NB1R	LOTTO 02	TIPO DOC. D 17 RO	OPERA/DISCIPLINA IT 0000 001	REV. A


2.2 Impianto Idrico Sanitario

2.2.1 Norme tecniche applicabili

- UNI EN 12056-1:2001. Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici - Requisiti generali e prestazioni.
- UNI EN 12056-2:2001. Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici - Impianti per acque reflue, progettazione e calcolo.
- UNI EN 12056-3:2001. Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici - Sistemi per l'evacuazione delle acque meteoriche, progettazione e calcolo.
- UNI EN 12056-4:2001. Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici - Stazioni di pompaggio di acque reflue - Progettazione e calcolo.
- UNI EN 12056-5:2001. Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici - Installazione e prove, istruzioni per l'esercizio, la manutenzione e l'uso.
- UNI 9182:2014. Impianti di alimentazione e distribuzione d'acqua fredda e calda - Progettazione, installazione e collaudo.
- UNI EN 806-3:2008. Specifiche relative agli impianti all'interno di edifici per il convogliamento di acque destinate al consumo umano - Parte 3 Dimensionamento delle tubazioni - Metodo semplificato.
- UNI EN 806-2:2008. Specifiche relative agli impianti all'interno di edifici per il convogliamento di acque destinate al consumo umano - Parte 2 Progettazione.
- UNI EN 806-1:2008. Specifiche relative agli impianti all'interno di edifici per il convogliamento di acque destinate al consumo umano - Parte 1 Generalità.

2.2.2 Regole tecniche applicabili

- Repubblica Italiana, documento DPR 24 maggio 1988 n° 236, intitolato "Attuazione della direttiva CEE n.80/778 concernente la qualità delle acque destinate al consumo umano, ai sensi dell'art.15 della Legge 16 aprile 1987, n.183.", e pubblicato nel giugno del 1988 (E S.M.I)
- Ministero della Sanità, documento DM 7 febbraio 2012 n° 25, intitolato "Disposizioni tecniche concernenti apparecchiature finalizzate al trattamento dell'acqua destinata al consumo umano.", e pubblicato nel marzo del 2012.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO APPALTO 2: PRG PONTE S. PIETRO E RADDOPPIO DELLA LINEA DA CURNO A BERGAMO					
	RELAZIONE TECNICA IMPIANTI MECCANICI	PROG. NB1R	LOTTO 02	TIPO DOC. D 17 RO	OPERA/DISCIPLINA IT 0000 001	REV. A


2.3 Impianti di sollevamento

2.3.1 Norme tecniche applicabili

- UNI EN 12050-2 Impianti di sollevamento delle acque reflue per edifici e cantieri – Principi per costruzione e prove – Impianti di sollevamento per acque reflue prive di materiale fecale;
- UNI EN 12050-4 Impianti di sollevamento delle acque reflue per edifici e cantieri – Principi per costruzione e prove – Valvole di non ritorno per acque reflue prive di materiale fecale e per acque reflue contenenti materiale fecale;
- UNI EN 12056-4 Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici – Stazioni di pompaggio di acque reflue – Progettazione e calcolo;
- ASTM A240/A240M – 12a Standard Specification for Chromium and Chromium-Nickel Stainless Steel Plate, Sheet, and Strip for Pressure Vessels and for General Applications;
- UNI EN 1074-3 Valvole per la fornitura di acqua – Requisiti di attitudine all'impiego e prove di verifica idonee – Valvole di ritegno;
- UNI EN 1092-2 Flange e loro giunzioni - Flange circolari per tubazioni, valvole, raccordi e accessori designate mediante PN - Flange di ghisa;
- UNI EN 12266-1 Valvole industriali - Prove di valvole metalliche - Prove in pressione, procedimenti di prova e criteri di accettazione - Requisiti obbligatori;
- CEI EN 60228 - Class. CEI 20-29 Conduttori per cavi isolati;
- CEI 20-19/4 Cavi con isolamento reticolato con tensione nominale non superiore a 450/750V – Cavi flessibili;

2.3.2 Regole tecniche applicabili

- Decreto Legislativo n. 81 del 09 aprile 2008: "Tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro".
- Disposizioni particolari che possano essere impartite eventualmente da altri Enti ed Autorità (VV.F., ASL, ISPEL etc.) che, per legge, possono comunque avere ingerenze nei lavori.
- Istruzione dei costruttori per l'installazione delle apparecchiature impiegate.
- altre leggi, decreti, circolari, disposizioni e norme eventualmente non citate, ma comunque, vigenti al momento in cui si effettuerà l'intervento.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO APPALTO 2: PRG PONTE S. PIETRO E RADDOPPIO DELLA LINEA DA CURNO A BERGAMO					
	RELAZIONE TECNICA IMPIANTI MECCANICI	PROG. NB1R	LOTTO 02	TIPO DOC. D 17 RO	OPERA/DISCIPLINA IT 0000 001	REV. A

3 IMPIANTO HVAC

3.1 Generalità

L'impianto HVAC sarà previsto a servizio dei fabbricati tecnologici delle Stazioni di Ponte S. Pietro e Curno, per il locale Tecnologico (SEM) della stazione di Bergamo Ospedale e per i locali Atrio/Sala d'attesa dei Fabbricati Viaggiatori di Curno e Bergamo Ospedale.

Esso ha la funzione di assicurare il raffrescamento/riscaldamento e la ventilazione dei locali in modo tale da garantire i valori di temperatura dell'ambiente interno compatibili con le apparecchiature elettriche/elettroniche installate e le condizioni di comfort per gli utenti che sostano in Sala d'Attesa. Gli impianti devono essere dimensionati/strutturati in modo tale da garantire anche il comfort di un eventuale operatore che si trova a lavorare nei locali tecnologici. A tale scopo sarà pertanto previsto un impianto di condizionamento ambiente (non ridondato) anche nei locali ventilati, per i quali la temperatura massima ammissibile può raggiungere i 40°C. In tali ambienti all'ingresso dell'operatore verrà disattivato l'impianto di ventilazione e attivato quello di condizionamento.

3.2 Dati di progetto

Nella tabella sottostante sono indicate le condizioni al contorno desunte dalle normative UNI 10379, UNI 10339 e UNI 10349 per il calcolo dei carichi termici sia in condizioni estive che invernali:

Inverno

- Temperatura minima -5 °C
- Umidità relativa corrispondente 80 %

Estate

- Temperatura massima 31 °C
- Umidità relativa corrispondente 50 %

3.3 Estensione dell'impianto

Nelle tabelle di seguito riportate è descritta la tipologia di impianti HVAC a servizio dei vari locali oggetto dell'appalto:

Ponte S-Pietro - Fabbricato Tecnologico	
Locale TLC	- Impianto di condizionamento di tipo monoblocco UNDER ridondato
Locale batterie	- Impianto di condizionamento di tipo monoblocco UNDER - Ventilazione per diluizione di idrogeno
Sala centralina	- Impianto di ventilazione forzata ridondato - Impianto di condizionamento di tipo monoblocco UNDER
Locali trasformatori	- Impianto di ventilazione forzata ridondato
Cabina MT/BT	- Impianto di ventilazione forzata ridondato
WC	- Termoconvettore elettrico
Sala ACC	- Impianto di ventilazione forzata ridondato - Impianto di condizionamento di tipo monoblocco UNDER

Curno - Fabbricato Tecnologico	
Locale TLC	- Impianto di condizionamento di tipo monoblocco UNDER ridondato
Locale batterie	- Impianto di condizionamento di tipo monoblocco UNDER - Ventilazione per diluizione di idrogeno
Sala centralina	- Impianto di ventilazione forzata ridondato - Impianto di condizionamento di tipo monoblocco UNDER
Locali disponibili per trasformatori	- Nessun impianto previsto
Locale BT	- Impianto di condizionamento di tipo monoblocco UNDER - Ventilazione per diluizione di idrogeno
WC	- Termoconvettore elettrico
Sala ACC	- Impianto di ventilazione forzata ridondato - Impianto di condizionamento di tipo monoblocco UNDER
Ufficio Movimento	- Impianto di condizionamento di tipo monoblocco per uso domestico

Curno - Fabbricato Viaggiatori	
Locale Atrio/Sala Attesa	- Impianto di ventilazione forzata con recuperatore a flussi incrociati
WC	- Termoconvettore elettrico - Estrattore d'aria

Bergamo Ospedale - Fabbricato Viaggiatori	
Locale SEM	- Impianto di condizionamento di tipo monoblocco OVER
Locale Atrio/Sala Attesa	- Impianto di ventilazione forzata con recuperatore a flussi incrociati
WC	- Termoconvettore elettrico

3.4 Calcolo dei carichi termici estivi


Per i fabbricati tecnologici il carico termico totale da abbattere mediante gli impianti HVAC è dato dalla somma del calore sensibile più quello latente, dati a loro volta da:

- Calore sensibile:
 - Radiazione solare;
 - Trasmissione;
 - Infiltrazione aria esterna;
 - Carichi interni;
- Calore latente:
 - Vapore dovuto a persone (trascurabile);
 - Infiltrazione aria esterna;
 - Vapore da processi/apparecchiature (trascurabile).

Nelle seguenti tabelle sono riassunti i carichi termici estivi suddivisi per locali e distinti tra carichi interni (rilasci delle apparecchiature) e rientrate attraverso le pareti e la copertura del fabbricato:

Ponte S-Pietro - Fabbricato Tecnologico			
Locale	Carico Interno [kW]	Rientrate [kW]	Carico totale [kW]
Locale TLC	1,5	0,3	1,8
Locale batterie	2,0	2,0	4,0
Sala centralina	5,0	1,0	6,0
Locali trasformatori	5,0	1,0	6,0
Cabina MT/BT	10,0	2,0	12,0
Sala ACC	8,5	1,7	10,2

Curno - Fabbricato Tecnologico			
Locale	Carico Interno [kW]	Rientrate [kW]	Carico totale [kW]
Locale TLC	1,5	0,3	1,8
Locale batterie	2,0	2,0	4,0
Sala centralina	5,0	1,0	6,0
Locale BT	5,0	1,0	6,0
Sala ACC	5,8	1,2	7,0

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO APPALTO 2: PRG PONTE S. PIETRO E RADDOPPIO DELLA LINEA DA CURNO A BERGAMO					
	RELAZIONE TECNICA IMPIANTI MECCANICI	PROG. NB1R	LOTTO 02	TIPO DOC. D 17 RO	OPERA/DISCIPLINA IT 0000 001	REV. A

3.5 Tipologia degli impianti HVAC

3.5.1 Sistema di ventilazione per il locale cabina MT

Trattandosi di locale non presenziato e con apparecchiature che non necessitano di condizionamento, per il locale MT di Ponte S.Pietro è stato previsto un impianto di estrazione d'aria ridonato.

L'impianto di estrazione è realizzato con due elettroventilatori in grado di smaltire un carico di circa 12 kW circa dovuto a principalmente a:

- rientrate esterne 2,0kW;
- carico apparecchiature 10,0 kW

La portata di aria è stata calcolata con la seguente formula:


$$Q_v = \frac{P_{pt}}{c_{p\text{ aria}} \cdot \Delta T}$$

Nella quale:

- Q Portata aria (mc/h)
- ΔT Salto termico minimo aria estratta pari a 6 °C
- $C_{p\text{ aria}}$ Calore specifico dell'aria a 20 °C (0,35 Wh/°C*m3)
- P_{pt} Potenza termica totale da dissipare in W

Dalle condizioni sopra indicate ne risulta che la portata necessaria a smaltire il carico richiesto è di 5715 mc/h. Al fine di prevedere anche un'opportuna ridondanza sono stati previsti due estrattori da 6000 mc/h, attivabili mediante un termostato ambiente, uno per estrattore, collegato al Q_PLC di gestione degli impianti meccanici, per garantire il salto termico indicato. Potrà essere previsto il funzionamento contemporaneo dei due estrattori o l'avvio del secondo estrattore superata una prestabilita soglia di temperatura.

I ventilatori, di tipo centrifugo, saranno installati a soffitto del locale; sulla parte esterna di affaccio saranno poste delle griglie per la protezione degli estrattori stessi. Il sistema sarà completato da serranda di taratura per il bilanciamento e giunti antivibranti per disgiungere gli elementi fissi da quelli mobili.

	RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO APPALTO 2: PRG PONTE S. PIETRO E RADDOPPIO DELLA LINEA DA CURNO A BERGAMO					
	RELAZIONE TECNICA IMPIANTI MECCANICI	PROG. NB1R	LOTTO 02	TIPO DOC. D 17 RO	OPERA/DISCIPLINA IT 0000 001	REV. A

I ventilatori centrifughi previsti per l'estrazione dell'aria dall'interno dei locali tecnologici saranno del tipo ad alta efficienza direttamente accoppiati, con motore a tecnologia EC brushless e dotati di un sistema di regolazione elettronico che adatta automaticamente il numero di giri a seconda della portata prescelta. Temperatura massima di funzionamento 80 °C

Tramite un sistema di regolazione elettronico adatto a questi motori i ventilatori dovranno essere in grado di cambiare automaticamente la loro velocità di rotazione per adeguarsi alle perdite di carico del sistema, compreso l'aumento delle perdite di carico derivanti dal progressivo intasamento dei filtri, garantendo così la portata prefissata.

Gli estrattori e la relativa sonda di temperatura dovranno comunque poter essere interfacciabili con il sistema di supervisione, sarà reso disponibile lo stato dell'estrattore stesso ed eventuali allarmi.

L'aria di makeup fluirà all'interno del locale dalle griglie dotate di filtro piano previste sulla porta.

V2 (Ventilatore di estrazione locale MT) Q=6000 m³/h H=350pa

3.5.2 Sistema di ventilazione per i locali Trasformatori

Trattandosi di locali non presenziati e con apparecchiature che non necessitano di condizionamento, per i locali Trasformatori di Ponte S. Pietro è stato previsto un impianto di estrazione d'aria ridondato.

L'impianto di estrazione di ciascun locale è realizzato con due elettroventilatori in grado di smaltire un carico di circa 6 kW circa dovuto a principalmente a:


- rientrate esterne 1,0kW;
- carico apparecchiature 5,0 kW

La portata di aria è stata calcolata con la seguente formula:

$$Q_v = \frac{P_{pt}}{c_{p \text{ aria}} \cdot \Delta T}$$

Nella quale:

- Q Portata aria (mc/h)
- ΔT Salto termico minimo aria estratta pari a 6 °C
- $C_{p \text{ aria}}$ Calore specifico dell'aria a 20 °C (0,35 Wh/°C*m3)

	RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO APPALTO 2: PRG PONTE S. PIETRO E RADDOPPIO DELLA LINEA DA CURNO A BERGAMO					
	RELAZIONE TECNICA IMPIANTI MECCANICI	PROG. NB1R	LOTTO 02	TIPO DOC. D 17 RO	OPERA/DISCIPLINA IT 0000 001	REV. A

- P_{pt} Potenza termica totale da dissipare in W

Dalle condizioni sopra indicate ne risulta che la portata necessaria a smaltire il carico richiesto è di 2860 mc/h. Al fine di prevedere anche un'opportuna ridondanza sono stati previsti due estrattori da 4000 mc/h, attivabili mediante un termostato ambiente, uno per estrattore, collegato al Q_PLC di gestione degli impianti meccanici, per garantire il salto termico indicato. Potrà essere previsto il funzionamento contemporaneo dei due estrattori o l'avvio del secondo estrattore superata una prestabilita soglia di temperatura.

I ventilatori, di tipo centrifugo, saranno installati a soffitto del locale; sulla parte esterna di affaccio saranno poste delle griglie per la protezione degli estrattori stessi. Il sistema sarà completato da serranda di taratura per il bilanciamento e giunti antivibranti per disgiungere gli elementi fissi da quelli mobili.


I ventilatori centrifughi previsti per l'estrazione dell'aria dall'interno dei locali trasformatori dovranno essere idonei a temperature fino a 120°C, saranno del tipo ad alta efficienza direttamente accoppiati, con motore a tecnologia EC brushless e dotati di un sistema di regolazione elettronico che adatta automaticamente il numero di giri a seconda della portata prescelta.

Tramite un sistema di regolazione elettronico adatto a questi motori i ventilatori dovranno essere in grado di cambiare automaticamente la loro velocità di rotazione per adeguarsi alle perdite di carico del sistema, compreso l'aumento delle perdite di carico derivanti dal progressivo intasamento dei filtri, garantendo così la portata prefissata.

Gli estrattori e la relativa sonda di temperatura dovranno comunque poter essere interfacciabili con il sistema di supervisione, sarà reso disponibile lo stato dell'estrattore stesso ed eventuali allarmi.

L'aria di makeup fluirà all'interno del locale dalle griglie dotate di filtro piano previste sulla porta.

V4 (Ventilatore di estrazione locale Trafo) Q=4000 m³/h H=350pa

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO APPALTO 2: PRG PONTE S. PIETRO E RADDOPPIO DELLA LINEA DA CURNO A BERGAMO					
	RELAZIONE TECNICA IMPIANTI MECCANICI	PROG. NB1R	LOTTO 02	TIPO DOC. D 17 RO	OPERA/DISCIPLINA IT 0000 001	REV. A

3.5.3 Sistema di raffrescamento per il locale Centralina

Per il locale Centralina è stato previsto un impianto di estrazione d'aria ridonato.

Sia per Ponte S. Pietro che per Curno l'impianto di estrazione è realizzato con due elettroventilatori in grado di smaltire un carico di circa 6,0 kW dovuto principalmente a:

- rientrate esterne 1,0kW;
- carico apparecchiature 5,0 kW

La portata di aria è stata calcolata con la seguente formula:

$$Q_v = \frac{P_{pt}}{c_{p\text{ aria}} \cdot \Delta T}$$


Nella quale:

- Q Portata aria (mc/h)
- ΔT Salto termico minimo aria estratta pari a 4,0 °C
- $C_{p\text{ aria}}$ Calore specifico dell'aria a 20 °C (0,35 Wh/°C*m3)
- P_{pt} Potenza termica totale da dissipare in W

Dalle condizioni sopra indicate ne risulta che la portata necessaria a smaltire il carico richiesto è di 4286 mc/h. Al fine di prevedere anche un'opportuna ridondanza sono stati previsti due estrattori da 5000 mc/h, attivabili mediante un termostato ambiente, uno per estrattore, collegato al Q_PLC di gestione degli impianti meccanici, per garantire il salto termico indicato. Potrà essere previsto il funzionamento contemporaneo dei due estrattori o l'avvio del secondo estrattore superata una prestabilita soglia di temperatura.

I ventilatori, di tipo centrifugo, saranno installati a soffitto del locale; sulla parte esterna di affaccio saranno poste delle griglie per la protezione degli estrattori stessi. Il sistema sarà completato da serranda di taratura per il bilanciamento e giunti antivibranti per disgiungere gli elementi fissi da quelli mobili.

I ventilatori centrifughi previsti per l'estrazione dell'aria dall'interno dei locali tecnologici saranno del tipo ad alta efficienza direttamente accoppiati, con motore a tecnologia EC brushless e dotati di un sistema di regolazione elettronico che adatta automaticamente il numero di giri a seconda della portata prescelta.

	RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO APPALTO 2: PRG PONTE S. PIETRO E RADDOPPIO DELLA LINEA DA CURNO A BERGAMO					
	RELAZIONE TECNICA IMPIANTI MECCANICI	PROG. NB1R	LOTTO 02	TIPO DOC. D 17 RO	OPERA/DISCIPLINA IT 0000 001	REV. A

Temperatura massima di funzionamento 80 °C.

Tramite un sistema di regolazione elettronico adatto a questi motori i ventilatori dovranno essere in grado di cambiare automaticamente la loro velocità di rotazione per adeguarsi alle perdite di carico del sistema, compreso l'aumento delle perdite di carico derivanti dal progressivo intasamento dei filtri, garantendo così la portata prefissata.

Gli estrattori e la relativa sonda di temperatura dovranno comunque poter essere interfacciabili con il sistema di supervisione, sarà reso disponibile lo stato dell'estrattore stesso ed eventuali allarmi.

L'aria di make - up fluirà all'interno del locale mediante filtro rotativo installato a parete.

Per il manutentore è previsto un condizionatore tecnologico UNDER monoblocco da circa 7 kW che sarà in grado di gestire l'intero carico e che funzionerà secondo gli scenari di funzionamento indicati al paragrafo 3.11.

L'aria trattata dalla suddetta unità sarà immessa direttamente nel plenum costituito dal pavimento flottante e sarà distribuita nell'ambiente per mezzo di griglie pedonali a pavimento.

Lo scarico della condensa sarà convogliato mediante tubazione in PVC verso il pluviale del fabbricato.


V3 (Ventilatore di estrazione locale Centralina) Q=5000 m³/h H=350pa

CDZ Under per operatore 7KW

3.5.4 Sistema di raffrescamento per il locale Batterie

Il locale batterie è un locale normalmente non presenziato ed ospita le batterie per l'alimentazione di emergenza degli impianti, pertanto al fine di salvaguardare l'affidabilità di queste ultime è stato previsto, per il contenimento dei carichi termici interni, un impianto di condizionamento di precisione e un sistema di estrazione d'aria ridondato per evitare concentrazioni di idrogeno eccessive. Il sistema di condizionamento di precisione per il controllo della temperatura potrà essere attivato anche in caso di presenza degli operatori per la manutenzione.

Pertanto, per il locale in oggetto, il controllo dei carichi termici interni dovuti principalmente agli apparati ed alle rientrate termiche, è demandato all'impianto di raffrescamento configurato con un

	RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO APPALTO 2: PRG PONTE S. PIETRO E RADDOPPIO DELLA LINEA DA CURNO A BERGAMO					
	RELAZIONE TECNICA IMPIANTI MECCANICI	PROG. NB1R	LOTTO 02	TIPO DOC. D 17 RO	OPERA/DISCIPLINA IT 0000 001	REV. A

condizionatore ad armadio del tipo UNDER monoblocco ad espansione diretta, specificamente progettato per il controllo della temperatura in locali tecnologici.

L'aria trattata dalla suddetta unità sarà immessa direttamente nel plenum costituito dal pavimento flottante e sarà distribuita nell'ambiente per mezzo di griglie pedonali a pavimento.

La regolazione della temperatura in ambiente sarà demandata ai sistemi di bordo dell'unità, lo scarico della condensa sarà convogliato mediante tubazione in PVC verso il pluviale del fabbricato.

Per detto locale, sia a Ponte S. Pietro che a Curno è stato scelto di installare una macchina per condizionamento di precisione da circa 5kW potenza frigorifera sensibile resa.

3.5.4.1 Funzionalità smaltimento idrogeno

Essendo presenti in questo locale le batterie, di seguito viene esaminato la possibilità di formazione di idrogeno.

Per il locale in oggetto la concentrazione dell'idrogeno deve rimanere al di sotto del 4%vol della soglia del Limite Inferiore di Esplosione (LEL). Nel suddetto ambiente sono infatti presenti apparecchiature che possono emettere gas (idrogeno e ossigeno) nell'atmosfera circostante, i quali possono creare una miscela esplosiva se la concentrazione dell'idrogeno supera il 4%vol.

Secondo la norma CEI EN 50272-2 "Prescrizioni di sicurezza per batterie di accumulatori e loro installazioni – Parte 2: Batterie stazionarie", i locali contenenti elementi aperti di batterie al piombo, elementi VRLA di batterie al piombo ed elementi aperti di batterie al nichel-cadmio, devono essere provvisti di opportuni sistemi di ventilazioni naturale o forzata.

Per evitare tale rischio di esplosioni è stata calcolata la ventilazione necessaria a tale scopo. Come riportato nella Norma, la portata minima d'aria da assicurare per la ventilazione del locale batterie è data dalla formula:


$$Q = 0,05 \cdot n \cdot I_{\text{gas}} \cdot C_{\text{rt}} \cdot 10^{-3} \text{ [m}^3\text{/h]}$$

Dove:

Q = flusso d'aria di ventilazione in m³/h;

n = numero di elementi della batteria;

I_{gas} = corrente che produce gas espressa in mA per Ah;

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO APPALTO 2: PRG PONTE S. PIETRO E RADDOPPIO DELLA LINEA DA CURNO A BERGAMO					
	RELAZIONE TECNICA IMPIANTI MECCANICI	PROG. NB1R	LOTTO 02	TIPO DOC. D 17 RO	OPERA/DISCIPLINA IT 0000 001	REV. A

C_{it} = Capacità della batteria al piombo espressa in Ah

Tale funzionalità sarà assolta da apposito ventilatore assiale, dotato di opportuna ridondanza, che si attiverà in estrazione alla segnalazione della apposita sonda idrogeno.

EXTH1 (Ventilatori di estrazione locale Batterie) Q=500 m³/h

3.5.5 Sistema di raffrescamento per il locale ACC

Per il locale ACC è stato previsto un impianto di estrazione d'aria ridondato.

Per il fabbricato tecnologico di Ponte S. Pietro l'impianto di estrazione è realizzato con due elettroventilatori in grado di smaltire un carico di circa 10,2 kW dovuto principalmente a:

- rientrate esterne 1,7 kW;
- carico apparecchiature 8,5kW

La portata di aria è stata calcolata con la seguente formula:

$$Q_v = \frac{P_{pt}}{c_{p\text{ aria}} \cdot \Delta T}$$


Nella quale:

- Q Portata aria (mc/h)
- ΔT Salto termico minimo aria estratta pari a 4,0 °C
- $C_{p\text{ aria}}$ Calore specifico dell'aria a 20 °C (0,35 Wh/°C*m3)
- P_{pt} Potenza termica totale da dissipare in W

Dalle condizioni sopra indicate ne risulta che la portata necessaria a smaltire il carico richiesto è di 7285 mc/h. Al fine di prevedere anche un'opportuna ridondanza sono stati previsti due estrattori da 11000 mc/h, attivabili mediante un termostato ambiente, uno per estrattore, collegato al Q_PLC di gestione degli impianti meccanici, per garantire il salto termico indicato. Potrà essere previsto il funzionamento contemporaneo dei due estrattori o l'avvio del secondo estrattore superata una prestabilita soglia di temperatura.

Per il fabbricato tecnologico di Curno l'impianto di estrazione è realizzato con due elettroventilatori in grado di smaltire un carico di circa 7,0 kW dovuto principalmente a:

- rientrate esterne 1,2 kW;

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO APPALTO 2: PRG PONTE S. PIETRO E RADDOPPIO DELLA LINEA DA CURNO A BERGAMO					
	RELAZIONE TECNICA IMPIANTI MECCANICI	PROG. NB1R	LOTTO 02	TIPO DOC. D 17 RO	OPERA/DISCIPLINA IT 0000 001	REV. A

- carico apparecchiature 5,8 kW

La portata di aria è stata calcolata con la seguente formula:

$$Q_v = \frac{P_{pt}}{c_{p\text{ aria}} \cdot \Delta T}$$

Nella quale:

- Q Portata aria (mc/h)
- ΔT Salto termico minimo aria estratta pari a 4,0 °C
- $C_{p\text{ aria}}$ Calore specifico dell'aria a 20 °C (0,35 Wh/°C*m3)
- P_{pt} Potenza termica totale da dissipare in W

Dalle condizioni sopra indicate ne risulta che la portata necessaria a smaltire il carico richiesto è di 5000 mc/h. Al fine di prevedere anche un'opportuna ridondanza sono stati previsti due estrattori da 6000 mc/h, attivabili mediante un termostato ambiente, uno per estrattore, collegato al Q_PLC di gestione degli impianti meccanici, per garantire il salto termico indicato. Potrà essere previsto il funzionamento contemporaneo dei due estrattori o l'avvio del secondo estrattore superata una prestabilita soglia di temperatura.


Quanto descritto di seguito si riferisce sia al fabbricato tecnologico di Ponte S. Pietro che a quello di Curno.

Temperatura massima di funzionamento 80 °C.

I ventilatori, di tipo centrifugo, saranno installati a soffitto del locale; sulla parte esterna di affaccio saranno poste delle griglie per la protezione degli estrattori stessi. Il sistema sarà completato da serranda di taratura per il bilanciamento e giunti antivibranti per disgiungere gli elementi fissi da quelli mobili.

I ventilatori centrifughi previsti per l'estrazione dell'aria dall'interno dei locali tecnologici saranno del tipo ad alta efficienza direttamente accoppiati, con motore a tecnologia EC brushless e dotati di un sistema di regolazione elettronico che adatta automaticamente il numero di giri a seconda della portata prescelta.

Tramite un sistema di regolazione elettronico adatto a questi motori i ventilatori dovranno essere in grado di cambiare automaticamente la loro velocità di rotazione per adeguarsi alle perdite di carico

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO APPALTO 2: PRG PONTE S. PIETRO E RADDOPPIO DELLA LINEA DA CURNO A BERGAMO					
	RELAZIONE TECNICA IMPIANTI MECCANICI	PROG. NB1R	LOTTO 02	TIPO DOC. D 17 RO	OPERA/DISCIPLINA IT 0000 001	REV. A

del sistema, compreso l'aumento delle perdite di carico derivanti dal progressivo intasamento dei filtri, garantendo così la portata prefissata.

Gli estrattori e la relativa sonda di temperatura dovranno comunque poter essere interfacciabili con il sistema di supervisione, sarà reso disponibile lo stato dell'estrattore stesso ed eventuali allarmi.

L'aria di makeup fluirà all'interno del locale mediante filtro rotativo installato a parete i.

V1 (Ventilatore di estrazione locale ACC Ponte S.Pietro) Q=11000 m³/h H=450pa

V3 (Ventilatore di estrazione locale ACC Curno) Q=6000 m³/h H=350pa

Per il manutentore è previsto un condizionatore tecnologico UNDER monoblocco da circa 15 kW a Ponte S. Pietro e di circa 7 a Curno che possa quindi gestire l'intero carico termico e che funzionerà secondo gli scenari di funzionamento indicati al paragrafo 3.11.

L'aria trattata dalla suddetta unità sarà immessa direttamente nel plenum costituito dal pavimento flottante e sarà distribuita nell'ambiente per mezzo di griglie pedonali a pavimento.


Lo scarico della condensa sarà convogliato mediante tubazione in PVC verso il pluviale del fabbricato.

CDZ UNDER Ponte S.Pietro per operatore 15 KW.

CDZ UNDER Curno per operatore 7 KW.

3.5.6 Sistema di raffrescamento per il locale BT

Il locale BT presente nel Fabbricato Tecnologico di Curno è un locale normalmente non presenziato ed ospita gli UPS con relative batterie per l'alimentazione di emergenza degli impianti, pertanto al fine di salvaguardare l'affidabilità di queste ultime è stato previsto, per il contenimento dei carichi termici interni, un impianto di condizionamento di precisione e un sistema di estrazione d'aria ridonato per evitare concentrazioni di idrogeno eccessive. Il sistema di condizionamento di precisione per il controllo della temperatura potrà essere attivato anche in caso di presenza degli operatori per la manutenzione.

	RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO APPALTO 2: PRG PONTE S. PIETRO E RADDOPPIO DELLA LINEA DA CURNO A BERGAMO					
	RELAZIONE TECNICA IMPIANTI MECCANICI	PROG. NB1R	LOTTO 02	TIPO DOC. D 17 RO	OPERA/DISCIPLINA IT 0000 001	REV. A

Pertanto, per il locale in oggetto, il controllo dei carichi termici interni dovuti principalmente agli apparati ed alle rientrate termiche, è demandato all'impianto di raffrescamento configurato con un condizionatore ad armadio del tipo UNDER monoblocco ad espansione diretta, specificamente progettato per il controllo della temperatura in locali tecnologici.

L'aria trattata dalla suddetta unità sarà immessa direttamente nel plenum costituito dal pavimento flottante e sarà distribuita nell'ambiente per mezzo di griglie pedonali a pavimento.

La regolazione della temperatura in ambiente sarà demandata ai sistemi di bordo dell'unità, lo scarico della condensa sarà convogliato mediante tubazione in PVC verso il pluviale del fabbricato.

Per detto locale è stato scelto di installare una macchina per condizionamento di precisione da circa 7 kW potenza frigorifera sensibile resa.

Funzionalità smaltimento idrogeno

Essendo presenti in questo locale le batterie dei gruppi UPS, di seguito viene esaminata la possibilità di formazione di idrogeno.

Per il locale in oggetto la concentrazione dell'idrogeno deve rimanere al di sotto del 4%vol della soglia del Limite Inferiore di Esplosione (LEL). Nel suddetto ambiente sono infatti presenti apparecchiature che possono emettere gas (idrogeno e ossigeno) nell'atmosfera circostante, i quali possono creare una miscela esplosiva se la concentrazione dell'idrogeno supera il 4%vol.

Secondo la norma CEI EN 50272-2 "Prescrizioni di sicurezza per batterie di accumulatori e loro installazioni – Parte 2: Batterie stazionarie", i locali contenenti elementi aperti di batterie al piombo, elementi VRLA di batterie al piombo ed elementi aperti di batterie al nichel-cadmio, devono essere provvisti di opportuni sistemi di ventilazioni naturale o forzata.


Per evitare tale rischio di esplosioni è stata calcolata la ventilazione necessaria a tale scopo. Come riportato nella Norma, la portata minima d'aria da assicurare per la ventilazione del locale batterie è data dalla formula:

$$Q = 0,05 \cdot n \cdot I_{\text{gas}} \cdot C_{\text{rt}} \cdot 10^{-3} \text{ [m}^3\text{/h]}$$

Dove:

Q = flusso d'aria di ventilazione in m³/h;

n = numero di elementi della batteria;

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO APPALTO 2: PRG PONTE S. PIETRO E RADDOPPIO DELLA LINEA DA CURNO A BERGAMO					
	RELAZIONE TECNICA IMPIANTI MECCANICI	PROG. NB1R	LOTTO 02	TIPO DOC. D 17 RO	OPERA/DISCIPLINA IT 0000 001	REV. A

I_{gas} = corrente che produce gas espressa in mA per Ah;

C_{rt} = Capacità della batteria al piombo espressa in Ah

Con le indicazioni fornite nel caso specifico:

$$I_{gas} = 8 ; n=120 ; C_{rt}=400$$

Tale funzionalità sarà assolta da appositi ventilatori che si attiveranno in estrazione alla segnalazione della apposita sonda idrogeno.

EXTH1 (Ventilatori di estrazione locale BT) Q=500 m³/h

3.6 Impianto di ventilazione sale d'attesa

All'interno della sala d'attesa dei fabbricati viaggiatori di Curno e Bergamo Ospedale sarà previsto un recuperatore entalpico a flussi incrociati la cui funzione principale sarà quella di immettere aria esterna (a temperatura adeguata) per garantire la ventilazione dell'ambiente, per una portata di circa 1500 mc/h


3.7 Impianto di raffrescamento locale SEM

All'interno del fabbricato viaggiatori di Bergamo Ospedale è stato previsto un locale dedicato ad alloggiare le apparecchiature per il sistema SEM (Smart Energy Management). Sarà previsto un condizionatore OVER di potenza frigorifera pari a 5 kW.

3.8 Impianto di riscaldamento per i servizi igienici

Per garantire gli standard sanitari richiesti per gli operatori e i viaggiatori dovrà essere garantita una temperatura interna al locale pari a 20°C (solamente nel periodo invernale). A tal fine è stato previsto un termoconvettore elettrico installato a parete.

Il funzionamento del termoconvettore, pertanto, dipenderà unicamente dal termostato ambiente (interno all'unità) con funzione di antigelo (avviamento automatico con temperatura al di sotto dei 5°C).

	RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO APPALTO 2: PRG PONTE S. PIETRO E RADDOPPIO DELLA LINEA DA CURNO A BERGAMO					
	RELAZIONE TECNICA IMPIANTI MECCANICI	PROG. NB1R	LOTTO 02	TIPO DOC. D 17 RO	OPERA/DISCIPLINA IT 0000 001	REV. A

3.9 Impianto estrazione forzata servizi igienici

Nei locali destinati ai servizi igienici, qualora non siano presenti aperture, sarà previsto un impianto di estrazione forzata al fine di mantenere condizioni salubri, considerando almeno 8 vol/h.

3.10 Calcoli di dimensionamento

Il dimensionamento degli impianti di climatizzazione (raffrescamento) è stato effettuato considerando strutture opache e trasparenti, assumendo i seguenti valori delle trasmittanze:

- chiusure trasparenti comprensive di infissi: 2,6 W/m²°C
- strutture verticali opache: 0,43 W/m²°C
- strutture orizzontali opache di pavimento: 0,7 W/m²°C
- chiusure verticali verso ambienti interni: 2 W/m²°C

Il carico termico è stato calcolato in funzione delle esposizioni dei vari ambienti e dell'andamento temporale delle condizioni climatiche esterne (temperatura aria esterna, radiazione solare), tenendo conto delle variabili interne ed esterne che concorrono alla definizione dei carichi termici stagionali dei singoli volumi.

3.11 Scenari di funzionamento per locali che ospitano apparecchiature a range esteso

Per i locali ACC e Centralina, in cui sono presenti apparecchiature di segnalamento, telecomunicazione o alimentazione con campo operativo esteso in termini di temperatura e umidità, è previsto un condizionatore tecnologico per consentire il raggiungimento di temperature idonee all'ingresso dell'operatore in caso di manutenzione. Esso sarà in grado di attivarsi in base al variare della temperatura interna e gestirà le segnalazioni di allarme e guasto mediante PLC.

Riepilogo carichi e macchine installate Fabbricato Tecnologico Ponte S.Pietro

Locale	Carico termico totale locale	Tipologia e numero condizionatori	Potenza frigor. cdz	Portata ventilatore
Locale TLC	1,8 kW	Condizionatore monoblocco under	1 x 5 kW	-
Locale batterie	4,0 kW	Condizionatore monoblocco under + estrattore idrogeno ridondato	1 x 5 kW	(1+1) x 500 m ³ /h
Sala centralina	6,0 kW	Ventilatore cassonato ridondato + Condizionatore monoblocco under	1 x 7 kW	(1+1) x 6000 m ³ /h
Locale Trafo	6,0 kW	Ventilatore cassonato ridond.	-	(1+1)x4000m ³ /h
Locale Trafo	6,0 kW	Ventilatore cassonato ridond.	-	(1+1)x4000m ³ /h
Cabina MT/BT	12,0 kW	Ventilatore assiale ridondato	-	(1+1) x 6000 m ³ /h
Sala ACC	10,2 kW	Ventilatore cassonato ridondato + Condizionatore monoblocco under	1 x 15 kW	(1+1) x 11000 m ³ /h


Riepilogo carichi e macchine installate Fabbricato Tecnologico Curno

Locale	Carico termico totale locale	Tipologia e numero condizionatori	Potenza frigor. cdz	Portata ventilatore
Locale TLC	1,8	Condizionatore monoblocco under	1 x 5 kW	-
Locale batterie	4,0	Condizionatore monoblocco under + estrattore idrogeno ridondato	1 x 5 kW	(1+1) x 500 m ³ /h
Sala centralina	6,0	Ventilatore cassonato ridondato + Condizionatore monoblocco under	1 x 7 kW	(1+1) x 5000 m ³ /h
Locale BT	6,0	Condizionatore monoblocco under + estrattore idrogeno ridondato	1 x 5 kW	(1+1) x 500 m ³ /h
Sala ACC	7,0	Ventilatore cassonato ridondato + Condizionatore monoblocco under	1 x 7 kW	(1+1) x 5000 m ³ /h

3.12 Funzionamento del filtro rotativo

Nei locali nei quali ne è prevista l'installazione l'aria di make up fluirà attraverso un filtro rotativo a svolgimento automatico del media filtrante, che avrà la funzione di un filtro piano in cui il media viene sostituito al raggiungimento del valore di soglia della caduta di pressione.

All'interno di un apposito carter di protezione sono presenti:

	RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO APPALTO 2: PRG PONTE S. PIETRO E RADDOPPIO DELLA LINEA DA CURNO A BERGAMO					
	RELAZIONE TECNICA IMPIANTI MECCANICI	PROG. NB1R	LOTTO 02	TIPO DOC. D 17 RO	OPERA/DISCIPLINA IT 0000 001	REV. A

- una bobina superiore (trascinata) che ospita il media nuovo, di classe ISO coarse 70% secondo ISO 16890;
- una bobina inferiore (trascinante) che raccoglie il media intasato;
- una finestra che contiene, entro apposite guide, la porzione di media esposto al flusso.

Il sistema filtrante sarà dotato di quadro di alimentazione e controllo completo di chiave e pulsante di sicurezza, un motore tubolare con disgiuntore termico posizionato all'interno del rullo inferiore, pressostati differenziali tarabili da 50 Pa a 500 Pa, un freno elettromagnetico e un microinterruttore di fine rotolo. Al raggiungimento del valore di soglia della caduta di pressione il pressostato comanda lo sblocco del freno e l'azionamento del motore di trascinamento, per sostituire la porzione di media filtrante esposta al flusso d'aria.


Il microinterruttore di fine rotolo interrompe il ciclo e dà segnalazione d'allarme quando la quantità di media nuovo scende sotto il limite di sicurezza, mentre il freno elettromagnetico evita lo svolgimento spontaneo della bobina pulita e mantiene tesa la porzione di media esposta al flusso.

3.13 Interfacciamento con altri sistemi

3.13.1 Interfacciamento con altri sistemi dei condizionatori tecnologici di precisione

L'unità di controllo a bordo dei condizionatori permetterà l'interfacciamento con il sistema di controllo remoto per mezzo di linguaggi di comunicazione basati su protocolli standard non proprietari, quali:

- Mod Bus RTU Ethernet;
- OPC su rete;
- SNMP;
- protocolli non proprietari di provata diffusione industriale e debitamente documentati ad RFI;
- Saranno resi disponibili i seguenti segnali/comandi:
 - Il comando marcia/arresto
 - Il segnale di stato
 - L'allarme generale;
 - Reset.

	RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO APPALTO 2: PRG PONTE S. PIETRO E RADDOPPIO DELLA LINEA DA CURNO A BERGAMO					
	RELAZIONE TECNICA IMPIANTI MECCANICI	PROG. NB1R	LOTTO 02	TIPO DOC. D 17 RO	OPERA/DISCIPLINA IT 0000 001	REV. A

Occorrerà rendere disponibili anche i seguenti stati/allarmi:

- stato on/off della macchina
- segnalazione filtri intasati
- allarme generale macchina
- segnalazione ventilatore on/off
- segnalazione compressore on/off
- comando per spegnimento delle apparecchiature, a seguito di allarme antincendio.

Nel caso venga rilevato un incendio, la centralina Rivelazione Incendi invierà un comando di arresto ai condizionatori.


3.13.2 Interfacciamento con altri sistemi degli estrattori d'aria

L'impianto di ventilazione forzata sarà comandato automaticamente attraverso l'intervento di un termostato ambiente, posizionato a parete all'interno del locale stesso, il quale causerà la chiusura di un contattore (da predisporre sul quadro elettrico di comando del ventilatore) che a sua volta comanderà l'attivazione del ventilatore. Quindi l'impianto sarà gestito dal quadro locale, predisposto per essere controllato anche da postazione remota.

Le informazioni in merito al suo funzionamento saranno riportate al sistema di controllo remoto, il quale potrà anche azionare l'impianto stesso. Le informazioni relative agli stati/allarmi/comandi dei ventilatori saranno trasferite tramite l'utilizzo di contatti puliti resi disponibili sul quadro delle macchine stesse.

Occorrerà rendere disponibile i seguenti stati/allarmi:

- stato on/off del ventilatore;
- comando del ventilatore;
- scattato della protezione termica del ventilatore;
- selettore del ventilatore (AUTO/ON/OFF);
- misura della temperatura rilevata in ambiente;
- segnale proveniente da un pressostato differenziale montato a bordo macchina.

	RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO APPALTO 2: PRG PONTE S. PIETRO E RADDOPPIO DELLA LINEA DA CURNO A BERGAMO					
	RELAZIONE TECNICA IMPIANTI MECCANICI	PROG. NB1R	LOTTO 02	TIPO DOC. D 17 RO	OPERA/DISCIPLINA IT 0000 001	REV. A

L'impianto di estrazione dell'idrogeno invece sarà comandato automaticamente attraverso l'intervento di un apposito rivelatore in ambiente, posizionato a parete secondo le indicazioni del fornitore all'interno del locale stesso (generalmente a massimo 30cm dal soffitto).


Gli estrattori di idrogeno dovranno essere interfacciati con il sistema di controllo remoto mediante opportuni regolatori per rendere disponibili i seguenti stati/allarmi:

- stato off dell'estrattore;
- comando del ventilatore;
- scattato della protezione termica del ventilatore;
- selettore del ventilatore (AUTO/ON/OFF);
- allarme ventilatore avviato.

Nello specifico il funzionamento del quadro di comando e controllo HVAC viene così descritto:

1. dal sensore locale arriva il segnale al regolatore elettronico interno al quadro;
2. superata la soglia per la quale è impostato il regolatore, viene attivato il relè locale e contemporaneamente viene inviato in remoto il segnale di stato del regolatore;
3. il relè locale attiva l'alimentazione dei ventilatori;
4. in parallelo a tale circuito è inserito un relè preposto all'attivazione da remoto, nel caso di malfunzionamento del regolatore elettronico.

Deve altresì essere prevista dal quadro QGBT sia l'alimentazione (non oggetto dell'impiantistica meccanica) verso il quadro di comando e controllo HVAC, sia la remotizzazione (non oggetto dell'impiantistica meccanica) degli stati ed allarmi relativi ad ogni locale.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO APPALTO 2: PRG PONTE S. PIETRO E RADDOPPIO DELLA LINEA DA CURNO A BERGAMO					
	RELAZIONE TECNICA IMPIANTI MECCANICI	PROG. NB1R	LOTTO 02	TIPO DOC. D 17 RO	OPERA/DISCIPLINA IT 0000 001	REV. A

4 IMPIANTO IDRICO SANITARIO

4.1 Impianto di adduzione idrica

A servizio del locale WC previsto per i fabbricati sarà previsto l'impianto di adduzione dell'acqua fredda potabile alimentato da acquedotto. La rete di distribuzione acqua fredda avrà origine da un contatore (a carico dell'ente erogatore) e viaggerà interrata fino all'ingresso degli edifici, la distribuzione delle tubazioni ai sanitari sarà in parte inglobata nel massetto ed in parte sotto traccia a parete. Sulla linea di adduzione, in prossimità dei servizi igienici si prevede l'installazione di un rubinetto di intercettazione. L'impianto idrico (acqua fredda e calda) interno al servizio igienico sarà realizzato con apposite tubazioni multistrato, per sistemi di distribuzione idrosanitaria costituito da tubo multistrato in PEXb-AI-PEXb con saldatura dello strato metallico tipo TIG testa-testa lungo tutta la lunghezza del tubo con certificazione del processo di saldatura J rilasciato dall'IIS (Istituto italiano della saldatura) e reticolazione degli strati interno ed esterno mediante processo silanico. Tubo adatto al trasporto di fluidi, compatibilmente alla norma ISO TR 10358, ad una "temperatura massima in esercizio continuo di 95° ed una pressione massima di 10 bar.

Raccordi del tipo ad avvitamento o press-fitting, realizzati in lega CW602N e CW617N ottenuti per stampaggio a caldo e successiva lavorazione meccanica, dotati di o-ring in elastomero. Sistema con certificazione di prodotto rilasciato da enti accreditati e conforme alle disposizioni in vigore relative alla potabilità.

Tutte le tubazioni staffate a parete, sotto traccia o annegate nel massetto saranno adeguatamente coibentate per prevenire fenomeni di condensa sulla rete di acqua fredda o dispersioni di calore sulla rete di acqua calda.

4.1.1 Servizi dei Fabbricati Tecnologici e Viaggiatori


All'interno del bagno, in entrambi i fabbricati viaggiatori, la linea di adduzione andrà ad alimentare i sanitari ed un boiler elettrico da 90 l per la produzione di acqua calda sanitaria. Il boiler elettrico sarà dotato di valvole di intercettazione e di valvola di non ritorno sulla mandata. Dal boiler, le tubazioni di acqua fredda e di acqua calda, andranno direttamente alla dorsale che andrà ad alimentare le singole utenze.

In tutti i servizi igienici previsti le tubazioni saranno installate sotto traccia a parete sino ai singoli apparecchi sanitari (quest'ultimi esclusi dalla fornitura degli impianti meccanici).

Per ogni stacco presente a valle dei montanti verticali prima di annegare la tubazione nel massetto saranno installate valvole di intercettazione che consentiranno di isolare i singoli apparecchi sanitari a monte della distribuzione secondaria orizzontale.

Le velocità massime ammesse nelle tubazioni sono riportate nella Tabella successiva:

Velocità massima ammessa nei circuiti aperti (tubazioni di acciaio zincato)		
Diametro esterno	DN	Velocità [m/s]
1/2"	16	0,7
3/4"	20	0,9
1"	25	1,2
1 1/4"	32	1,5
1 1/2"	40	1,7
2"	50	2,0
2 1/2"	65	2,3
3"	80	2,4
4"	100	2,5
5"	125	2,5
6"	150	2,5

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO APPALTO 2: PRG PONTE S. PIETRO E RADDOPPIO DELLA LINEA DA CURNO A BERGAMO					
	RELAZIONE TECNICA IMPIANTI MECCANICI	PROG. NB1R	LOTTO 02	TIPO DOC. D 17 RO	OPERA/DISCIPLINA IT 0000 001	REV. A

Unità di carico (UC) per le utenze idriche:

Tabella delle Unità di Carico (UC)				
Apparecchio	Alimentazione	Unità di Carico [-]		
		Acqua fredda	Acqua calda	Totale
Lavabo e bidet	Gruppo a miscelatore	1,5	1,5	2,0
Vaso	Cassetta	5,0	-	5,0

4.2 Impianto di raccolta e scarico

L'impianto di raccolta acque nere sarà costituito da:


- Diramazioni orizzontali all'interno del servizio igienico.
- Pozzetto di raccolta acque nere.

Le diramazioni orizzontali saranno posate nel massetto con una pendenza del 1,0 % e saranno realizzate in PEAD. Tale tubazione convoglierà gli scarichi nel pozzetto di raccolta delle acque nere appositamente previsto all'esterno.

Il dimensionamento del sistema di scarico viene effettuato secondo la norma UNI EN 12056. È previsto un sistema di scarico con colonna di scarico e diramazioni di scarico riempite parzialmente, con singola colonna di scarico e diramazioni di scarico per la ventilazione della colonna.

Alla rete di scarico in oggetto viene attribuito il tipo "SISTEMA I" secondo la classificazione proposta dalla Norma UNI EN 12056-2 "Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici - Impianti per acque reflue, progettazione e calcolo" ovvero: "Sistema di scarico con colonna di scarico unica e diramazioni di scarico riempite parzialmente".

Gli apparecchi sanitari sono connessi a diramazioni di scarico riempite parzialmente. Tali diramazioni sono dimensionate per un grado di riempimento uguale al 50% e sono connesse ad un'unica colonna di scarico.


	RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO APPALTO 2: PRG PONTE S. PIETRO E RADDOPPIO DELLA LINEA DA CURNO A BERGAMO					
	RELAZIONE TECNICA IMPIANTI MECCANICI	PROG. NB1R	LOTTO 02	TIPO DOC. D 17 RO	OPERA/DISCIPLINA IT 0000 001	REV. A

Il dimensionamento del sistema di scarico viene effettuato con il metodo delle unità di scarico (DU), che rappresentano la portata media di scarico degli apparecchi sanitari espresso in litri al secondo [l/s] (riportate in prospetto nella norma UNI EN 12056-2).

Tabella delle unità di scarico	
Apparecchio	Unità di scarico US [-]
Lavabo	0,5
Vaso	2

dove la portata calcolata (Q_{ww}) è espressa in l/s ed il coefficiente di frequenza K è stato assunto pari a 0,5, ovvero come tipologia in “uso intermittente, per esempio uffici”.

Il calcolo delle tubazioni di scarico è stato fatto, partendo dalla portata calcolata (Q_{ww}), utilizzando la formulazione di Colebrook-White con un coefficiente di scabrezza pari ad 1,0 mm ed una viscosità dell’acqua di $1,31 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$.

	RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELO APPALTO 2: PRG PONTE S. PIETRO E RADDOPPIO DELLA LINEA DA CURNO A BERGAMO					
	RELAZIONE TECNICA IMPIANTI MECCANICI	PROG. NB1R	LOTTO 02	TIPO DOC. D 17 RO	OPERA/DISCIPLINA IT 0000 001	REV. A

5 IMPIANTI DI SOLLEVAMENTO

5.1 Estensione dell'impianto


Le opere comprese nel presente intervento sono costituite, essenzialmente, da gruppi di elettropompe destinati al sollevamento delle acque meteoriche dai sottopassi pedonali di stazione e da alcuni sottopassi carrabili da realizzare a servizio delle nuove viabilità previste in progetto.

Di seguito sono elencati i suddetti impianti e la composizione dei gruppi di pompaggio:

- Sottopassi di stazione:
 - Portata da smaltire 10l/s
 - Gruppo costituito da n°2 elettropompe sommergibili (1 in servizio ed 1 in riserva);
- Sottopasso km 7+741:
 - Portata da smaltire 210l/s
 - Gruppo costituito da n°4 elettropompe sommergibili (3 in servizio ed 1 in riserva);
- Sottopasso km 8+978:
 - Portata da smaltire 250l/s
 - Gruppo costituito da n°4 elettropompe sommergibili (3 in servizio ed 1 in riserva);
- Sottopasso km 5+182:
 - Portata da smaltire 30l/s
 - Gruppo costituito da n°3 elettropompe sommergibili (2 in servizio ed 1 in riserva);
- Sottopasso km 4+241:
 - Portata da smaltire 210l/s
 - Gruppo costituito da n°4 elettropompe sommergibili (3 in servizio ed 1 in riserva).

5.2 Caratteristiche e consistenza dell'impianto

La funzione dell'impianto sarà quella di impedire l'innalzamento del livello d'acqua nella vasca interrata oltre un livello massimo stabilito. Alla luce di quanto previsto nelle rispettive relazioni idrauliche, le portate d'acqua totali di dimensionamento da smaltire sono quelle riportate al paragrafo precedente. Per fronteggiarle ed affrontare al meglio anche gli eventuali carichi variabili, sono stati scelti gruppi di sollevamento costituiti da 2, 3 o 4 elettropompe, di cui una unità in riserva.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO APPALTO 2: PRG PONTE S. PIETRO E RADDOPPIO DELLA LINEA DA CURNO A BERGAMO					
	RELAZIONE TECNICA IMPIANTI MECCANICI	PROG. NB1R	LOTTO 02	TIPO DOC. D 17 RO	OPERA/DISCIPLINA IT 0000 001	REV. A

La geometria della vasca per l'alloggiamento delle pompe è stata definita al fine di evitare l'esistenza di zone non interessate dall'aspirazione e, parimenti, al fine di originare un flusso regolare, disareato e libero da vortici. Tali studi, supportati dall'analisi di analoghi impianti in esercizio, hanno portato a definire per ciascun impianto una vasca a pianta rettangolare, avente dimensioni nette riportate negli elaborati di progetto; l'individuazione della volumetria della vasca, invece, non è oggetto del presente progetto.

L'impianto sarà caratterizzato da livelli minimi necessari alle esigenze tecniche di funzionamento delle pompe e livelli operativi che derivano dai desiderati livelli d'acqua da voler garantire all'interno delle vasche.

I livelli previsti saranno pertanto i seguenti :

- Livello di arresto (denominato livello L_{OFF}): rappresenta l'altezza minima delle acque essere raggiunta per garantire l'adescamento ed il corretto funzionamento della pompa. Tale altezza è pari a 0,40 - 0,45 metri dal fondo della vasca di accumulo (si faccia riferimento alla tabella riassuntiva per i diversi impianti) e corrisponde anche al livello di arresto delle pompe. L'individuazione di tale altezza è stata effettuata al fine di consentire alle pompe di rimanere sempre sommerse nel liquido così da poter disperdere calore dal motore elettrico (e quindi raffreddarsi in modo corretto) e di mantenere, sopra la carcassa della girante, quell'altezza liquida minima che permetta alla pompa di non cavitare e di non risentire dei vortici in superficie.
- Livello di attivazione della pompa 1 (denominato livello L_{1ON} si veda la tabella riassuntiva per i diversi impianti): tale livello rappresenta la soglia di attivazione della prima pompa prevista in funzione (al fine di una economicità di funzionamento ed affidabilità del sistema tutto l'impianto di sollevamento sarà gestito secondo una logica ciclica di attivazioni come spiegato più avanti). Tale livello è funzionale alla definizione del volume utile richiesto per il corretto esercizio delle elettropompe, il quale a sua volta è funzione della portata nominale smaltibile dalla pompa Q_p (mc/h), del numero di avviamenti ora z_p supportabile dal motore elettrico e, avendo assunto un funzionamento con rotazione ciclica logica, del numero n_p delle pompe installate. Pertanto si avrà:

$$V = \frac{Q_p}{4 * n_p * z_p} [m^3]$$

PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 17 RO	IT 0000 001	A	36 di 39

Da quanto sopra deriva che, per ottenere il volume in oggetto, si avrebbe bisogno di un dislivello $L=V/A$, dove A è la superficie in pianta della vasca

In altre parole, partendo dal livello minimo di arresto (livello L_{OFF}), la vasca dovrebbe presentare un'altezza tale da garantire almeno un livello di liquido che vada a coprire il volume utile relativo ad un'unica pompa.

In considerazione di quanto sopra, essendo verificata la disponibilità di altezze sufficienti per un corretto funzionamento dei gruppi, considerando una corretta economicità di funzionamento degli impianti, i livelli di attivazione di ciascuna impianto di sollevamento sono quelli riportati nella tabella che segue:

Impianto	Q_{nom} [l/s]	H (mca)	Z_p	N_p	Dim. Vasca [m]	V [m ³]	L_{off} [m]	L_{1-ON} [m]	L_{2-ON^*} [m]	$L_{3-ON^{**}}$ [m]	L_{4-ON} (ALLARME) [m]
Sott. Stazione	10	30	10	1+1	1,50x1,50	0,90	0,45	0,95	1,45	1,55	-
Sott. km 5+182	30	10,5	10	2+1	3,00x2,00	1,35	0,40	0,96	1,40	1,80	-
Sott. km 4+241	210	17	10	3+1	5,00x3,00	6,30	0,45	1,71	2,50	2,90	3,05

* L_{2ON} costituisce il livello di allarme per gli impianti formati da due pompe, di cui una normalmente in servizio e una di riserva

** L_{3ON} costituisce il livello di allarme per gli impianti formati da tre pompe, di cui due normalmente in servizio e una di riserva

5.3 Descrizione dell'automatismo delle pompe

Gli impianti di sollevamento saranno gestiti da quadri di comando e controllo, con annesso PLC, installati all'interno dei locali gruppo di pompaggio. Gli elementi costitutivi dell'impianto saranno:

- Pompe di sollevamento sommergibili specificamente progettate per il sollevamento di acque meteoriche cariche;
- Trasduttori piezometrici per la misura dei vari livelli di attivazione delle pompe;
- Interruttori a galleggiante per il livello di arresto;
- Un interruttore a galleggiante per il livello di allarme;
- Comando di avviamento in emergenza con selettore in posizione manuale;

RELAZIONE TECNICA IMPIANTI MECCANICI	PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
	NB1R	02	D 17 RO	IT 0000 001	A	37 di 39


- Selettore a quadro automatico/0/manuale per attivazione del ciclo di sollevamento della pompa 1;
- Selettore a quadro automatico/0/manuale per attivazione del ciclo di sollevamento della pompa 2;
- Selettore a quadro automatico/0/manuale per attivazione del ciclo di sollevamento della pompa 3 (per gli impianti composti da due pompe in servizio e una di riserva);
- Selettore a quadro automatico/0/manuale per attivazione del ciclo di sollevamento della pompa 4 (per gli impianti composti da tre pompe in servizio e una di riserva);
- PLC con tastiera per il pannello operatore di visualizzazione allarme e misure.

Gli interruttori a galleggiante saranno collegati agli ingressi digitali del PLC per consentire l'alimentazione e la gestione delle pompe nelle condizioni di funzionamento in emergenza.

La gestione dei livelli di accumulo nelle vasche sarà implementata mediante la sonda piezometrica, con segnale analogico variabile tra 4 e 20 mA, connessa con il PLC per la configurazione delle soglie d'intervento per la marcia e l'arresto delle pompe. Per evitare errori di rilevazione causati da moti turbolenti all'interno della vasca, la sonda sarà installata all'interno di una "camera di calma".

Sono stati previsti gruppi di sollevamento costituiti da n+1 elettropompe (una di riserva) al fine di consentire migliori economie di gestione dell'impianto: dal momento che, infatti, nella maggior parte dei casi la portata da smaltire sarà sensibilmente inferiore a quello di dimensionamento, con la soluzione adottata viene ridotto il numero totale di avviamenti/annui delle pompe.

Il PLC di ciascun impianto sarà programmato con una logica di funzionamento di tipo ciclico e pertanto, ad ogni avviamento successivo, il sistema di comando e controllo provvederà a ruotare l'ordine di marcia delle pompe. In caso di disfunzionamento di un'elettropompa, il PLC provvederà in automatico all'avviamento della pompa successiva e, mediante l'invio di un sms e/o segnale di allarme mediante collegamenti diretti basati su protocolli di comunicazione non proprietari, provvederà a segnalare il guasto alle squadre di emergenza. Gli impianti di sollevamento sono progettati per funzionare con n pompe attivate contemporaneamente, ciascuna dimensionata per smaltire una portata massima pari a Q_{nom}/n l/s. Pertanto, il livello della vasca non dovrebbe mai pervenire a quota $L_{ALLARME}$ e, qualora l'evento dovesse manifestarsi, il PLC comanderà l'avvio anche della pompa di riserva ed invierà una segnalazione alle squadre di emergenza; in

	RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO APPALTO 2: PRG PONTE S. PIETRO E RADDOPPIO DELLA LINEA DA CURNO A BERGAMO					
	RELAZIONE TECNICA IMPIANTI MECCANICI	PROG. NB1R	LOTTO 02	TIPO DOC. D 17 RO	OPERA/DISCIPLINA IT 0000 001	REV. A

particolare, al raggiungimento di tale livello il PLC comanderà l'attivazione del colore rosso al semaforico degli imbocchi per indicazione di interdizione al sottovia.

Il PLC provvederà all'avvio in modo diretto delle pompe; nelle logiche di automazione del PLC sarà prevista anche la funzione di svuotamento completo della vasca pompe (fino al livello di minimo adescamento) con frequenza impostabile (giornaliera/settimanale). Per realizzare tale logica, il PLC consentirà l'attivazione delle pompe oltre la soglia d'intervento del sensore a galleggiante per l'arresto mediante rilevazione proveniente dal sensore piezometrico (in alternativa l'arresto potrà essere attuato sulla base della soglia di minimo assorbimento di corrente). Tale accorgimento consentirà di evitare che l'acqua stagnante diventi maleodorante o che possano formarsi dei sedimenti sul fondo della vasca.

Nel PLC sarà anche prevista una funzione di anti grippaggio tale da consentire, con frequenza impostabile, un'attivazione temporanea delle pompe per alcuni secondi. Tale logica permetterà, nei periodi estivi di afflusso esiguo o inesistente, di limitare gli intervalli di inattività con possibili blocchi della girante.

Il quadro di comando e controllo sarà provvisto di sistema di telegestione mediante interfaccia seriale RS422/485 con protocollo Modbus RTU e modem GPRS integrato e gestirà i seguenti allarmi/controlli:

- Disfunzione centralina gestione pompe (un ingresso per ogni pompa) – invio segnalazione;
- Mancanza Energia Elettrica - invio segnalazione;
- Intervento interruttore generale – invio segnalazione;
- Intervento protezione termica avvolgimenti Pompa 1 – invio segnalazione;
- ...
- Intervento protezione termica avvolgimenti Pompa n – invio segnalazione;
- Intervento sonda di rilevamento acqua nella camera olio Pompa 1 – invio segnalazione;
- ...
- Intervento sonda di rilevamento acqua nella camera olio Pompa n – invio segnalazione;
- Interruttore pompa 1 in posizione automatica/manuale – Pompa 1 in ciclo di sollevamento automatico;
- ...



**RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO - MONTELLO
APPALTO 2: PRG PONTE S. PIETRO E RADDOPPIO DELLA LINEA DA
CURNO A BERGAMO**

RELAZIONE TECNICA
IMPIANTI MECCANICI

PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
NB1R	02	D 17 RO	IT 0000 001	A	39 di 39

- Interruttore pompa n in posizione automatica/manuale – Pompa n in ciclo di sollevamento automatico;
- Raggiungimento livello di allarme $L_{ALLARME}$ – invio segnalazione;
- Misura Livelli vasca mediante sensori piezometrici;
- Esclusione/reset degli allarmi;
- Interfaccia con impianto semaforico, se previsto. L' impianto semaforico non è oggetto del progetto degli impianti di sollevamento.