



Novel building **I**ntegration **D**esigns for increased **E**fficiencies in **A**dvanced climatically tunable renewable energy **S**ystems

Work Package 5: Demonstration and Validation

*Documento preliminare delle opere per
l'installazione del prototipo IDEAS a
Ferrara*



This project is funded by the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No. 815271

This page has been intentionally left blank

Project Details

Program	Horizon 2020
Call	H2020-LC-SC3-2018-2019-2020
Theme	Building A Low-Carbon, Climate Resilient Future: Secure, Clean and Efficient Energy
Project Title	Novel Building Integration Designs for Increased Efficiencies in Advanced Climatically Tunable Renewable Energy Systems
Project Acronym	IDEAS
Project No.	815271
Coordinator	Trinity College Dublin (Dublin University)
Timeframe	01/05/2019 - 31/04/2022

Deliverable Details

Title of Deliverable	Documento tecnico fuori elenco
Work Package	WP5: Demonstration and validation
Partner Responsible	CFR
Partners Involved	UNIFE
Due Date	
Stage	Final

Dissemination Level

PU	Public, to be freely disseminated	
CO	Confidential, only for members of the consortium including the Commission	X



This page has been intentionally left blank

1	Introduzione.....	1
2	Descrizione dello stato di fatto	3
2.1	Stima del carico termico di progetto del locale bar	8
3	Descrizione generale dell'intervento e funzionalità del sistema.....	10
4	Gruppo termico.....	13
5	Campo geotermico.....	22
6	Pannelli solari PVT.....	30
7	Dry-cooler	36
8	Accumuli e pompe di circolazione	37
9	Pavimento radiante	38
10	Impianto elettrico e linee dati	42
11	Sistema di monitoraggio	45
12	Elenco preliminare delle principali opere, lavorazioni e forniture	48
12.1	Pavimento radiante	49
12.2	Circuito geotermico e piping esterno entro-terra.....	49
12.3	Circuito idraulico e piping fuori-terra.....	51
12.4	Opere elettromeccaniche e altre forniture	52
12.5	Impianto elettrico	52
12.6	Linee dati e sensoristica	53
12.7	Ulteriori forniture e servizi	54
13	Tempistiche e priorità dei lavori	55



1 Introduzione

Il presente documento descrive la proposta di intervento per la riqualificazione energetica – a scopo di ricerca – di un edificio adibito a snack bar, situato presso il Polo Chimico Biomedico dell’Università degli Studi di Ferrara, in Via Luigi Borsari, 46, 44124 Ferrara. L’intervento rientra nel progetto di ricerca *IDEAS – Novel building Integration Designs for increased Efficiencies in Advanced Climatically Tunable Renewable Energy Systems* – finanziato nell’ambito del Programma Quadro europeo Horizon 2020 per la Ricerca e l’Innovazione, che persegue gli obiettivi dell’Unione Europea in materia di energia: ridurre del 40% le emissioni di gas serra e aumentare l’utilizzo di fonti rinnovabili entro il 2030.

Lo scopo della ricerca, che impegna UNIFE (Università degli Studi di Ferrara) e CFR (Consorzio Futuro in Ricerca) insieme ad una cordata internazionale di 14 partner, è aumentare le prestazioni e l’autosufficienza elettrica e termica di edifici residenziali multifamiliari, commerciali e pubblici in diverse condizioni climatiche. IDEAS mira infatti alla progettazione e allo sviluppo di impianti avanzati in cui vengono impiegati sistemi e materiali a cambio di fase (PCM) per superare lo sfasamento tra domanda e offerta di energia termica, soprattutto nello sfruttamento di energie rinnovabili.

L’impianto pilota a piccola scala, progettato e sviluppato da UNIFE/CFR e attualmente operante presso il laboratorio TekneHub (Work Package n.3, WP3), utilizza come sorgenti termiche il terreno, mediante un nuovo scambiatore geotermico superficiale brevettato da UNIFE [IT0001401414, EP2418439A2] abbinato ai PCM, e l’aria, attraverso un aerotermo. La radiazione solare è quindi sfruttata termicamente ed elettricamente attraverso un nuovo pannello solare ibrido (PV/T) integrato con PCM, sviluppato dal Trinity College di Dublino (Irlanda) e dall’Ulster University (UK). Lato utenza, il condizionamento degli spazi viene svolto per mezzo di un pavimento radiante, anch’esso integrato con PCM per aumentare la sua inerzia termica. Durante l’estate 2020 il prototipo a piccola scala è stato messo in opera (obiettivo del WP3, di cui UNIFE è responsabile) (Figure 1.1 e 1.2), con lo scopo di testare e monitorare le prestazioni nella stagione estiva e invernale, e supportare la pianificazione dell’impianto a scala reale, oggetto del presente intervento (obiettivo del WP5).



Figura 1.1. Impianto pilota presso il laboratorio TekneHub (WP3)



Figura 1.2. Scavi degli scambiatori geotermici (WP3)

A seguito di un'attenta valutazione dell'efficacia degli innovativi componenti installati a piccola scala, il presente progetto prevede l'installazione degli stessi dispositivi su due edifici dimostrativi situati in zone climatiche diverse, Ferrara (Italia) e County Mayo (Irlanda), le cui prestazioni verranno poi continuativamente monitorate per 12 mesi.

La presente relazione costituisce il documento tecnico da impiegare per predisporre l'offerta da sottoporre al committente (CFR). Come tale, il dettaglio è preliminare e si limita a riportare quanto ritenuto sufficiente a formare il progetto complessivo delle opere da parte degli offerenti assieme alla stima dei costi. Tutte le funzionalità descritte per l'impianto sono da assumere come prescrittive. La valutazione delle offerte da parte di UNIFE/CFR prenderà in considerazione eventuali proposte alternative a quanto qui indicato, la qualità dei materiali e dei dispositivi offerti, il costo complessivo esposto, nonché il grado di esperienza del gruppo offerente.



2 Descrizione dello stato di fatto

La porzione di corpo edilizio oggetto di intervento è lo snack-bar comprensivo dei suoi locali accessori, a servizio del Polo Chimico Biomedico dell'Università di Ferrara (Figure 2.1 e Figure 2.2).



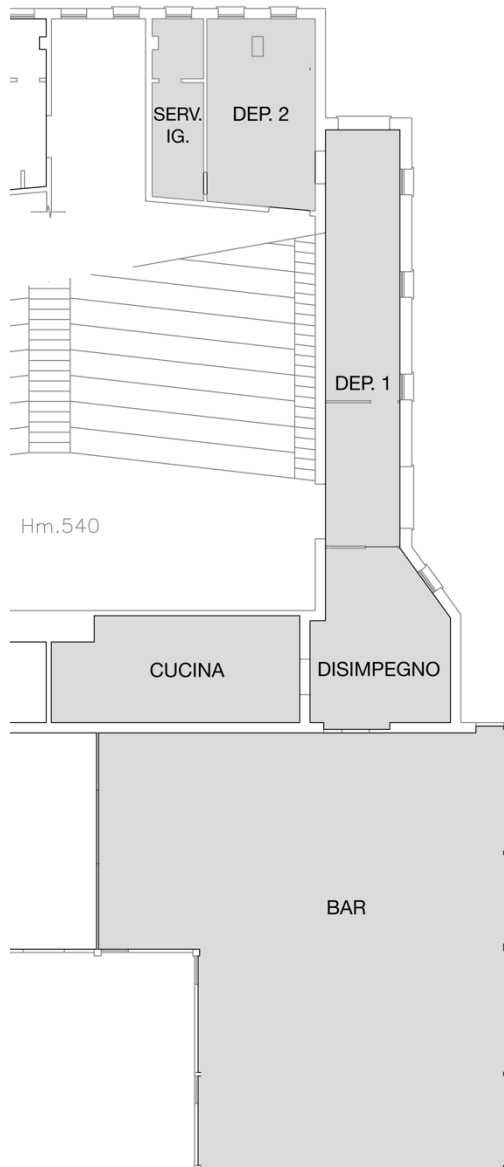
Figure 2.1 - Vista aerea e impronta dei locali oggetto di intervento



Figure 2.2 - Vista dall'esterno del bar

Il volume climatizzato può essere suddiviso in cinque zone: la zona bar, un disimpegno, il locale cucine, un corridoio utilizzato come deposito dai gestori e un ulteriore deposito utilizzato come spogliatoio per i dipendenti della suddetta attività, comprendente dei servizi igienici. Il locale principale, il cui accesso è consentito agli utenti della struttura sia dall'esterno che dall'interno del complesso universitario, ha un'impronta di forma pressoché rettangolare. Dal locale bar si accede poi alle zone di servizio passando attraverso il disimpegno. Una rappresentazione della distribuzione degli spazi e dei volumi oggetto di intervento è riportata in Figure 2.3. La copertura della porzione di edificio è di tipo piano e presenta due quote differenti, infatti la copertura del locale bar si trova ad una quota superiore rispetto alle restanti zone dei locali di servizio. Le pareti verticali del bar rivolte verso l'esterno sono di tipo vetrato con telaio in ferro verniciato e vetro singolo. Le lastre vetrate, da una prima ispezione visiva, presentano una superficie riflettente di cui però non si conoscono le caratteristiche ottiche. Le restanti zone presentano pareti verticali realizzate in muratura in laterizio e sono

confinanti con ambienti climatizzati, non climatizzati e verso l'esterno. Le pareti esterne presentano delle aperture sempre realizzate con serramenti di tipo vetrato. Una delle aperture è una porta di emergenza a due ante con maniglia antipanico che risulta a servizio di una delle aule del Polo Universitario.



<i>Locale</i>	<i>Superficie</i>	<i>Volume</i>
	[m ²]	[m ³]
BAR	134	423
CUCINA	22	55
DIS. + DEPOSITO 1	45	116
DEPOSITO 2	17	52
SERV. IG.	8	23

Figure 2.3 - Distribuzione degli spazi interni del bar e dei locali accessori/di servizio

La pavimentazione del locale bar presenta due quote differenti, una porzione della superficie del locale è destinata all'utenza, mentre la restante superficie è occupata dal bancone del bar. In particolare, quest'ultima porzione di pavimento è del tipo sopraelevato rispetto alla quota della restante superficie del bar.

La finitura della pavimentazione dove è stata prevista la demolizione della struttura esistente con il seguente rifacimento è realizzata in marmo (Figure 2.4). Le restanti finiture superficiali della pavimentazione sono anch'esse realizzate in marmo oppure in piastrelle.



Figure 2.4 - Pavimentazione esistente nella zona bar

La climatizzazione e il ricambio dell'aria all'interno del bar è affidata ad un impianto del tipo a tutta aria con ricircolo. L'unità di climatizzazione è del tipo a singola batteria con portata nominale di 6000 m³/h ed è posizionata in copertura a Nord - Nord-Est dell'edificio (Figure 2.5), al di sopra del disimpegno indicato in Figure 2.3. La distribuzione aerea avviene mediante canalizzazioni e diffusori d'aria alloggiati all'interno del controsoffitto in cartongesso presente nella struttura (Figure 2.6). Quanto riportato in figura non è stato verificato in sede di sopralluogo dato che l'attuale impianto a tutta aria non subirà nessun tipo di intervento. L'impianto a tutta aria continuerà a funzionare così come lo è stato fino ad oggi, con l'unica differenza che potrà essere pilotato e gestito diversamente da come veniva gestito in precedenza. La possibilità di gestire l'UTA consentirà di valutare più in dettaglio il funzionamento del sistema radiante e di verificare e perseguire quindi gli obiettivi del progetto.



Figure 2.5 - UTA a servizio del locale bar della struttura

Tutti i terminali di impianto, compresa l'UTA, sono alimentati mediante il fluido termovettore della rete di distribuzione collegata alla centrale termica e frigorifera del Polo Chimico Biomedico del complesso universitario (sola acqua come da informazioni dell'ufficio tecnico di ateneo). L'impianto è del tipo a due tubi e quindi richiede la commutazione dal

funzionamento estivo ad invernale a livello di centrale. Lo stacco dalla rete di distribuzione centralizzata del Polo Universitario si sviluppa lungo la copertura fino a raggiungere l'UTA (Figure 2.5), da questo punto a sua volta partono gli ulteriori stacchi a servizio dei terminali di impianto del tipo ad acqua presenti nei locali di servizio del bar.

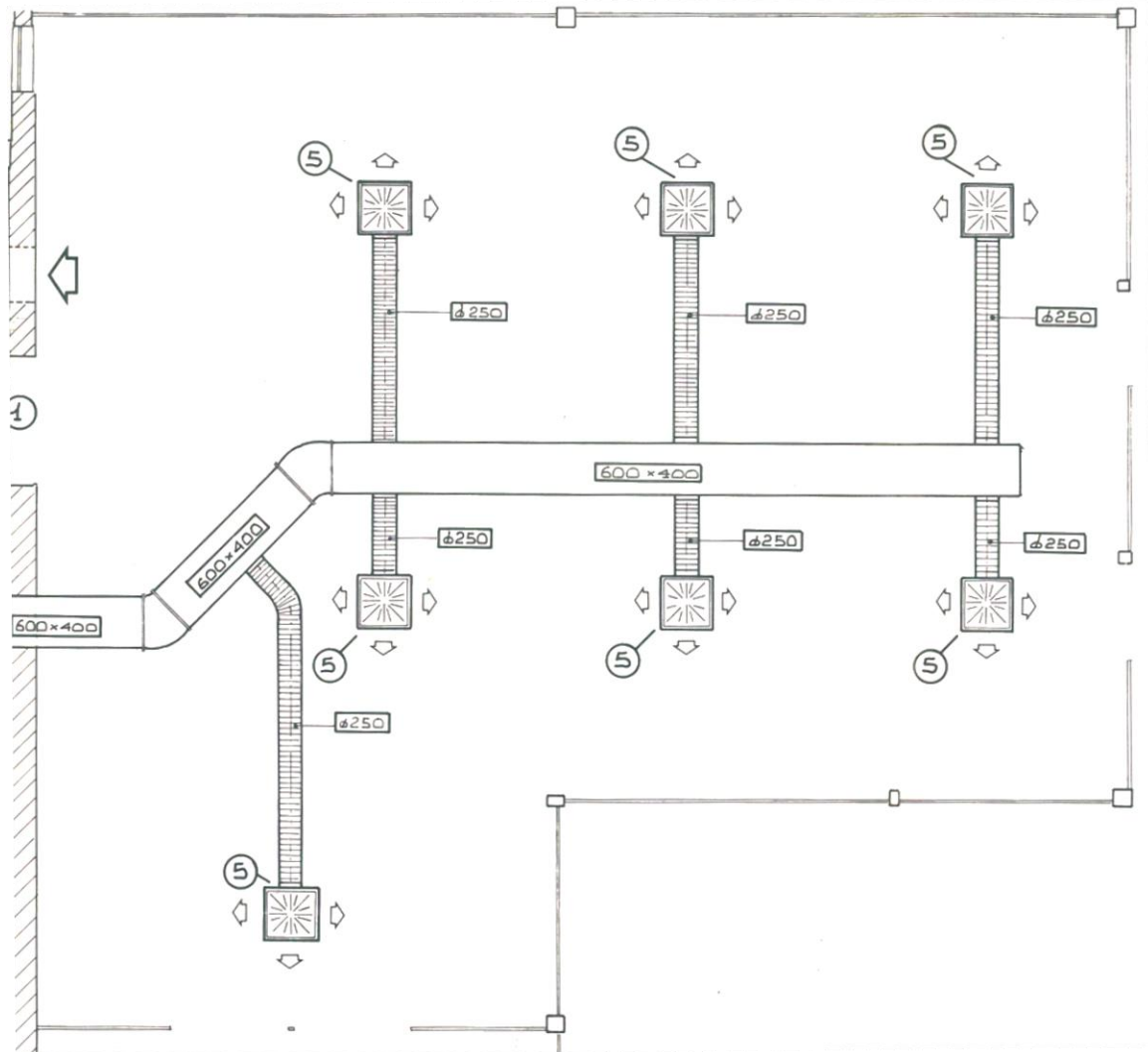


Figure 2.6 - Distribuzione dell'aria nel locale bar

Nei restanti locali di servizio del bar il riscaldamento e il raffrescamento avvengono mediante dei radiatori a pavimento e ventilconvettori installati a soffitto. I ventilconvettori (Figure 2.8), che vengono utilizzati per il raffrescamento estivo, sono posizionati solamente nel deposito/disimpegno immediatamente comunicante con il locale bar e nel locale cucina.



Figure 2.7 - Immagini dei ventilconvettori attualmente installati presso il sito

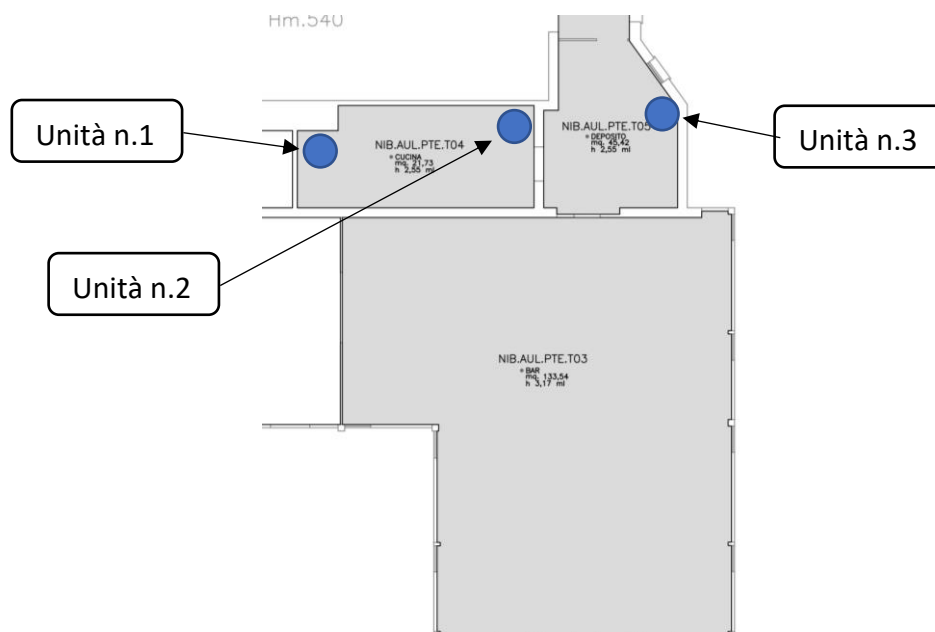


Figure 2.8 - Posizione delle tre unità terminali del tipo a ventilconvettore orizzontale a soffitto



Figure 2.9 - Sviluppo dello stacco dalla rete di distribuzione a servizio della climatizzazione del bar e dei locali accessori

2.1 Stima del carico termico di progetto del locale bar

Per valutare preliminarmente il carico termico e frigorifero di picco del locale bar sono state effettuate simulazioni numeriche esplorative. I risultati in termini di andamento della temperatura e del profilo di carico termico del locale sono riassunti nei grafici in Figure 2.10 e Figure 2.11. I risultati ottenuti servono in prima approssimazione per avere un'idea della taglia della pompa di calore e poter stilare un'offerta adeguata alla macchina che verrà effettivamente installata.

Dai grafici si può notare come il carico di picco massimo in riscaldamento sia paria a circa 24kW, mentre quello in regime di raffrescamento sia paria a circa 18 kW, che include sia il carico di tipo sensibile che quello di tipo latente. Nella simulazione è stato considerato un tasso di ricambio dell'aria pari 0.5 vol./h con dei profili di utilizzo verosimili legati all'uso della struttura.

Considerata la possibilità di sostenere il fabbisogno complessivo sia del nuovo intervento, sia l'integrazione della UTA, o eventualmente dell'intera UTA, è da ritenere che il gruppo termico debba possedere una potenza di picco prossima al valore massimo (24kW).

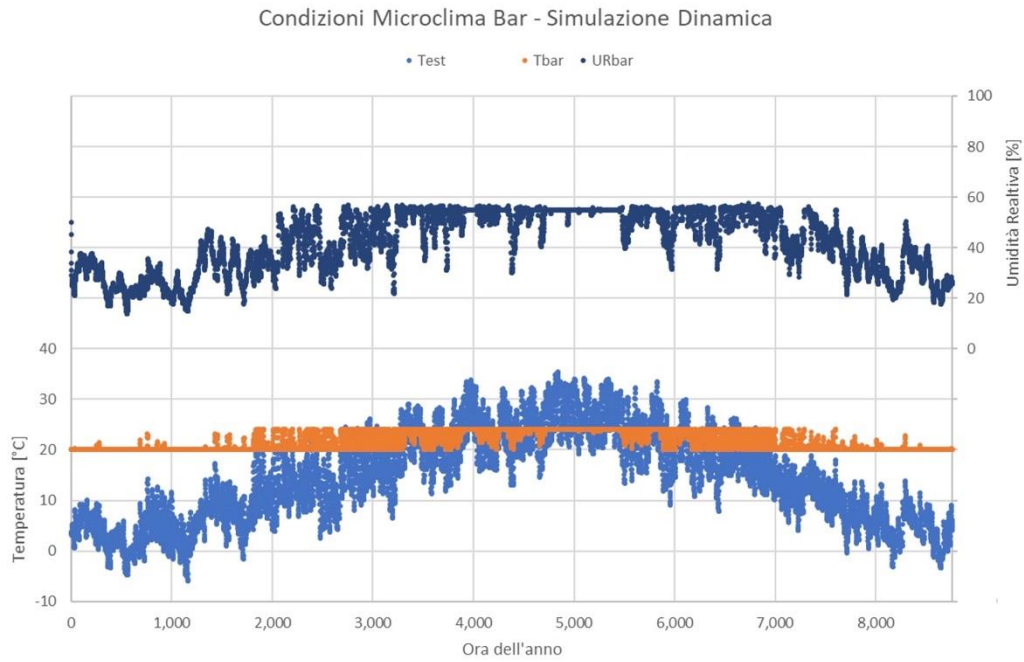


Figure 2.10 - Andamento della temperatura all'interno del locale bar

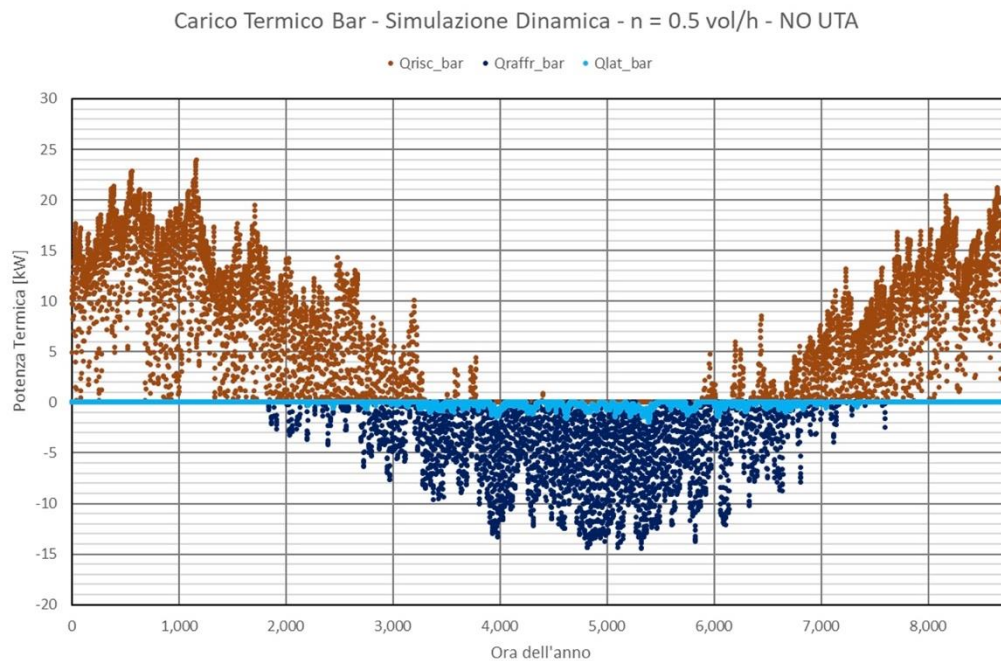


Figure 2.11 - Profilo di carico termico del locale bar

3 Descrizione generale dell'intervento e funzionalità del sistema

Sulla base degli obiettivi del progetto di ricerca IDEAS, il presente intervento prevede una serie di attività e opere da dover attuare nei seguenti ambiti: edilizio, impiantistico termico ed elettrico, con il fine di realizzare un caso studio su scala reale dotato di tutte le tecnologie oggetto di ricerca.

La presente indicazione progettuale ha alla base lo sviluppo di un sistema impiantistico di tipo integrato e dotato di un sistema di intelligenza artificiale in grado di massimizzare e allo stesso tempo ottimizzare l'utilizzo di fonti energetiche di tipo differente. In dettaglio, il fulcro del sistema è la pompa di calore del tipo acqua-acqua che, all'interno della ricerca, non è oggetto di studio come singolo componente di impianto, ma è il dispositivo in grado di rendere disponibile il carico termico e frigorifero all'impianto di climatizzazione utilizzando le fonti energetiche che il sistema di controllo è in grado di gestire. In particolare, le fonti energetiche utilizzate dall'impianto mediante la pompa di calore sono terreno, aria e sole.

La sorgente termica del terreno viene sfruttata utilizzando scambiatori a piastra di tipo superficiale che verranno installati in prossimità del bar in un terreno adiacente. Le caratteristiche e le particolarità di questa installazione sono descritte successivamente nel presente documento.

La sorgente aria, valorizzata mediante un dry-cooler, viene gestita e utilizzata dal sistema per diversi scopi. A titolo esemplificativo e non esaustivo, potrà essere utilizzata per lo smaltimento del calore in eccesso reso disponibile dalla sezione termo-fotovoltaica o per rigenerare il terreno, quando le condizioni climatiche esterne ne rendano conveniente l'utilizzo.

La fonte solare, mediante la conversione della radiazione incidente in energia elettrica e termica, viene sfruttata in maniera duale mediante l'utilizzo di moduli fotovoltaici-termici ibridi, comunemente descritti con l'acronimo PVT (hybrid PhotoVoltaic Thermal panels). Questi moduli sono in grado di produrre simultaneamente energia di tipo elettrico e termico. L'energia elettrica resa disponibile attraverso il quadro elettrico della struttura viene utilizzata per l'azionamento di dispositivi installati nel bar (frigoriferi, macchine da caffè, piastre, ...) e per l'azionamento dei componenti di impianto, mentre il calore scambiato con il fluido termovettore può essere utilizzato per diversi scopi. Nello specifico, ad esempio, il progetto prevede l'utilizzo della sorgente termica solare in accoppiamento alla pompa di calore lato evaporatore oppure per lo scambio con il terreno nell'ottica di poter gestire un'eventuale deriva termica della temperatura dello stesso, e quindi rigenerarlo termicamente quando le condizioni di lavoro sono idonee a questo scopo.

In abbinamento a quanto appena descritto sarà investigata l'efficacia dell'accoppiamento di materiali a cambio di fase alle sezioni di impianto, quali il pavimento radiante e i sistemi di accumulo termico.

Le tematiche che interessano il progetto di ricerca sono quindi riassunte come segue:



- sviluppo di un'intelligenza artificiale in grado di integrare le sorgenti/pozzi termici accoppiati alla pompa di calore reversibile (campo geotermico, fotovoltaico termico ibrido PVT, ...);
- ottimizzazione del funzionamento dell'impianto multi-sorgente in relazione alle previsioni metereologiche e al costo dell'energia elettrica;
- utilizzo di materiale a cambio di fase (Phase Change Material – PCM) applicato ad un sistema radiante e al sistema PVT per migliorare la prestazione energetica del sistema edificio-impianto in ragione dell'aumentata capacità termica.

Le principali funzionalità che il sistema dovrà soddisfare sono le seguenti:

1. in estate/inverno, l'organizzazione delle valvole proporzionali dovrà consentire l'impiego singolo o combinato delle sorgenti termiche per minimizzare/massimizzare la temperatura nell'accumulo lato sorgente (vedi Tabella 3.1);
2. in estate/inverno e in condizioni di HP non attiva, l'organizzazione delle valvole proporzionali dovrà consentire l'accumulo nella sezione geotermica di frigoriferie/calorie rese eventualmente disponibili dalle altre due sezioni (aria, sole);
3. in estate e per opportune temperature delle sorgenti, dovrà risultare possibile attuare una modalità *free-cooling*, ovvero raffreddare il pavimento radiante direttamente da una o più sorgenti, senza necessità di attivazione della HP;
4. in inverno e per opportune temperature delle sorgenti, dovrà risultare possibile attuare una modalità *free-heating*, ovvero riscaldare il pavimento radiante direttamente da una o più sorgenti, senza necessità di attivazione della HP;
5. in estate, dovrà essere attuabile la conversione della produzione elettrica dalla sezione PVT in frigoriferie, per l'accumulo nella sezione geotermica attraverso l'impiego della sezione aria per la dissipazione sia dell'apporto termico dalla sezione PVT, sia di quanto prodotto in condensazione dalla HP;
6. in estate/inverno, la UTA dovrà risultare comandabile per assolvere le seguenti funzioni:
 - completa sostituzione per disservizio del nuovo impianto (modalità stato attuale);
 - rinnovo volumi d'aria per specifica destinazione d'uso;
 - gestione del grado di umidità interna.

Le possibili configurazioni degli stati che individuano uno specifico layout dell'impianto sono riassunte in Tabella 3.1.

Tabella 3.1 – Possibili configurazioni del sistema e relativa descrizione

STATO	DESCRIZIONE
G	Sfruttamento della sola sorgente geotermica (G)
GA	Impiego combinato della sorgente geotermica e di quella dell'aria, non solo per integrare l'accumulo lato sorgente, ma anche per migliorare la condizione termica del terreno
GS	Impiego combinato della sorgente geotermica e di quella solare, non solo per integrare l'accumulo lato sorgente, ma anche per migliorare la condizione termica del terreno
GAS	Impiego combinato di tutte le sorgenti non solo per integrare l'accumulo lato sorgente, ma anche per migliorare la condizione termica del terreno
A	Sfruttamento della sola sorgente aria (A)
S	Sfruttamento della sola sorgente solare (S)

AS	Impiego combinato della sorgente solare e di quella dell'aria, non solo per integrare l'accumulo lato sorgente, ma anche per migliorare le prestazioni della conversione fotovoltaica
UTHS	Stoccaggio di calorie nella sezione geotermica
UTCS	Stoccaggio di frigorifici nella sezione geotermica mediante azionamento della HP
PVT	Raffrescamento della sezione PVT per incrementare la conversione elettrica
FREE_H	Riscaldamento diretto da parte delle sezioni termiche (S) con HP off
FREE_C	Raffrescamento diretto da una delle sezioni termiche (S e/o A) con HP off

La nuova installazione prevede pertanto attività, forniture e servizi necessari alla realizzazione di un impianto dotato di tutte le caratteristiche descritte in precedenza e di seguito elencate:

- attività di progettazione e di redazione della documentazione necessaria ai fini autorizzativi e per la realizzazione dell'impianto (relazioni tecniche e progettuali, conformità, etc.);
- fornitura (con esclusione di quanto fornito direttamente dalla committenza), installazione e avviamento di un impianto con pompa di calore reversibile, serbatoi inerziali e valvolame, come definito in fase progettuale in accordo con la presente relazione e comunque con la committenza;
- demolizione pavimentazione esistente nel locale bar, con successivo rifacimento comprensivo di progettazione e installazione di un impianto radiante a pavimento ed alloggiamento del PCM all'interno del sistema (fornito dal committente). La presente attività prevede anche la posa della finitura superficiale da definire concordemente al committente;
- fornitura, installazione e avviamento del sistema geotermico di tipo superficiale comprensivo della distribuzione orizzontale delle tubazioni di collegamento e con la fornitura da parte del committente dei soli scambiatori geotermici;
- predisposizione delle connessioni idrauliche ed elettriche del campo PVT (escluso dalla presente offerta) che verrà posizionato in copertura sul tetto piano del bar, comprensivo della installazione di inverter (fornito dalla committenza) e delle connessioni al quadro elettrico;
- installazione e avviamento di un dry-cooler da posizionare nelle immediate vicinanze della pompa di calore;
- eventuale adeguamento dell'impianto elettrico esistente per collegamento al nuovo impianto;
- installazione del sistema di monitoraggio dell'impianto (parte termica ed elettrica);
- adeguamento dell'impianto esistente al nuovo impianto, ove necessario;
- installazione e supporto avviamento rete elettrica e trasmissione dati per il monitoraggio e gestione impianto mediante modulo di intelligenza artificiale denominato "CUBICLE", fornito da un partner del progetto.

Per tutte le attività di cui sopra, parte della componentistica utilizzata per la realizzazione dell'opera verrà fornita dal committente (CUBICLE, container PCM, pannelli PVT, scambiatori geotermici, pompa di calore, dry-cooler, stazione meteo, circolatori P1 e P2, contacalorie, sensore interno T/UR, ...) e non sarà a carico dell'impresa. I dettagli saranno descritti di seguito nella presente relazione.



4 Gruppo termico

Il generatore a servizio dell'impianto di climatizzazione sarà una pompa di calore acqua-acqua invertibile a compressione di vapore, avente taglia non inferiore a 24kW in riscaldamento e 18kW in raffrescamento, fornita direttamente dal committente.

Le temperature lato utenza considerate sono tipiche di terminali di impianto in grado di fornire anche un carico di tipo latente. Nel layout impiantistico desiderato, l'unità dovrà essere in grado di fornire in futuro acqua refrigerata anche all'UTA.

La temperatura in mandata al sistema radiante dovrà essere gestita adeguatamente, mediante miscelazione, con il fine di evitare fenomeni di condensa sulla superficie della pavimentazione. La cassetta di distribuzione dovrà quindi essere dotata di un circolatore dedicato e di valvola miscelatrice idonei allo scopo. All'interno del locale si dovrà prevedere una sonda di temperatura e umidità (fornita dal committente).

In Tabella 4.1 sono riassunte le informazioni circa il dimensionamento dell'unità pompa di calore reversibile.

Tabella 4.1. Condizioni di progetto per la scelta del gruppo pompa di calore

	<i>Riscaldamento</i>	<i>Raffrescamento</i>
Potenza Termica [kW]	24	18
Temperature sorgente in/out [°C]	0/-4	30/35
Temperatura utenza in/out [°C]	40/45	12/7

La pompa di calore insisterà su due accumuli inerziali (BF1 - lato sorgente, BF2 - lato utenza) e lavorerà su di essi in maniera autonoma, controllandone la temperatura attraverso il circuito primario. La gestione remota dell'impianto, attuata attraverso l'intelligenza artificiale (CUBICLE), dovrà poter operare su di essa per impostare i parametri più significativi. Una lista indicativa, ma non esaustiva dei parametri è di seguito riportata:

- comandi di accensione e spegnimento dell'unità,
- modifica della configurazione di funzionamento estiva e invernale,
- setpoint di temperatura del serbatoio di accumulo lato utenza,
- velocità funzionamento dei circolatori presenti a bordo macchina,
- nonché gestione del compressore per ottimizzare lo sfruttamento della produzione elettrica del campo PVT limitando quanto più possibile il prelievo di energia elettrica dalla rete.

Il protocollo di comunicazione in lettura/scrittura sui parametri macchina sarà del tipo Modbus, compatibile con il protocollo di comunicazione utilizzato dall'intelligenza artificiale, descritto di seguito nel presente documento.

In Figure 4.1 si riporta una rappresentazione generale della configurazione dell'impianto a pompa di calore. Come si nota, il layout impiantistico, da utilizzare come riferimento per la fase di progettazione e offerta, prevede l'utilizzo di una serie di valvole attuate, di tipo proporzionale, e di circolatori sui circuiti secondari che hanno lo scopo di gestire le risorse

energetiche disponibili (terreno, aria, sole). Le differenti configurazioni e funzionalità dell'impianto così come descritte in Tabella 3.1 sono riportate in Figure 4.2.

Le tubazioni di mandata e ritorno della linea geotermica - PVT, del dry-cooler e dell'utenza (impianto radiante e predisposizione collegamento UTA) dovranno attraversare il muro divisorio tra centrale termica e locale DEP. 1 e poi correre a pavimento (Figure 4.3). Dovendo disporre le tubazioni a pavimento e poi in terra al di fuori del fabbricato sarà necessario eseguire un taglio sulla esistente pavimentazione bituminosa per poi eseguirne il ripristino. L'uscita delle suddette tubazioni e il loro interrimento avverranno quindi in corrispondenza della parete esterna del fabbricato che delimita il locale DEP. 1 raffigurata in Figure 4.4. Il sistema di gestione ("CUBICLE") piloterà quindi valvole e circolatori secondari per ottenere a livello impiantistico la configurazione individuata dal protocollo di gestione e sfruttare quindi la risorsa ritenuta energeticamente più efficiente. Tutte le valvole devono essere scelte in modo tale da consentire un'efficace modulazione di portate (3 vie proporzionali). Sulla base di questa considerazione le valvole dovranno avere k_v tali da esercitare un'autorità adeguata sul circuito. È prevista inoltre l'installazione di opportune valvole di non ritorno e di intercettazione ad azionamento manuale ove necessarie (non riportate nello schema funzionale) con il fine di consentire al sistema di lavorare adeguatamente nelle differenti configurazioni di funzionamento. Si dovranno prevedere adeguati filtri dove necessario e secondo le indicazioni dei produttori di macchine e componenti che verranno installati.



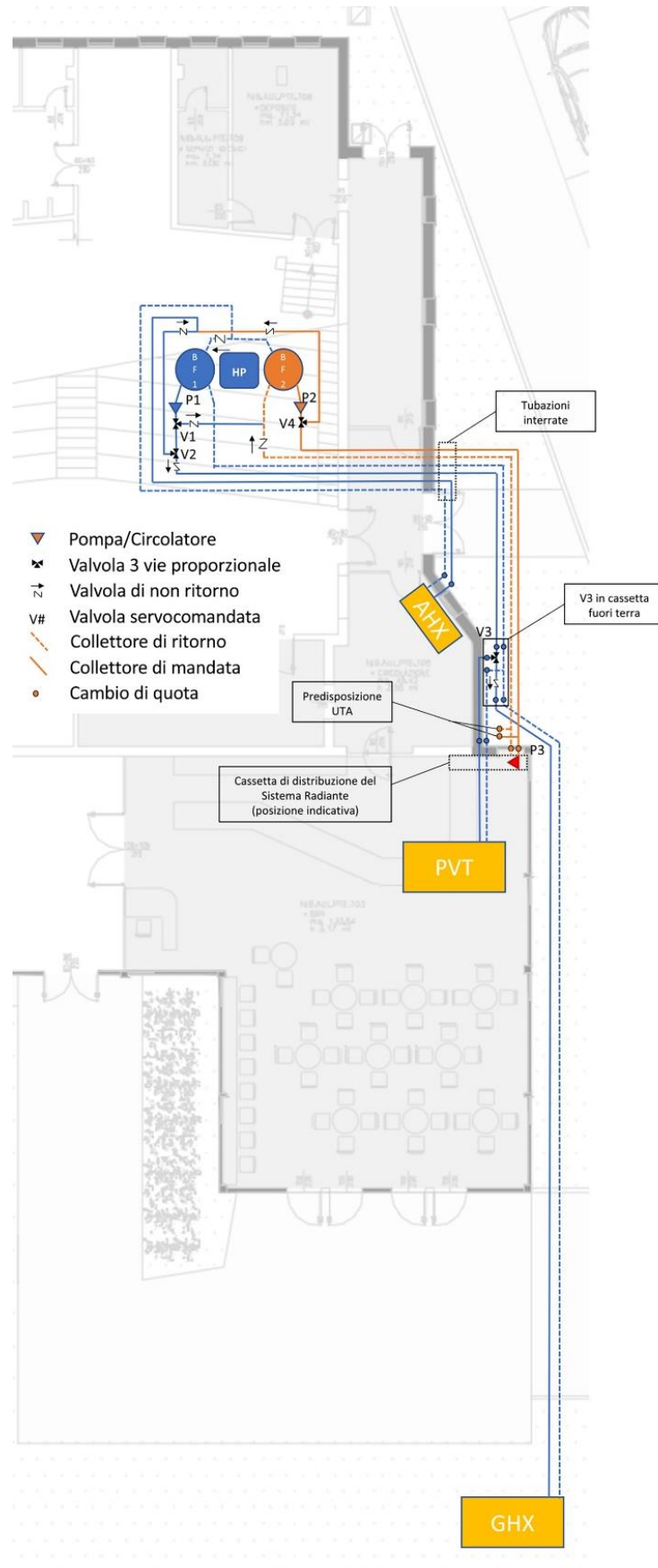


Figure 4.1 – Layout d'impianto

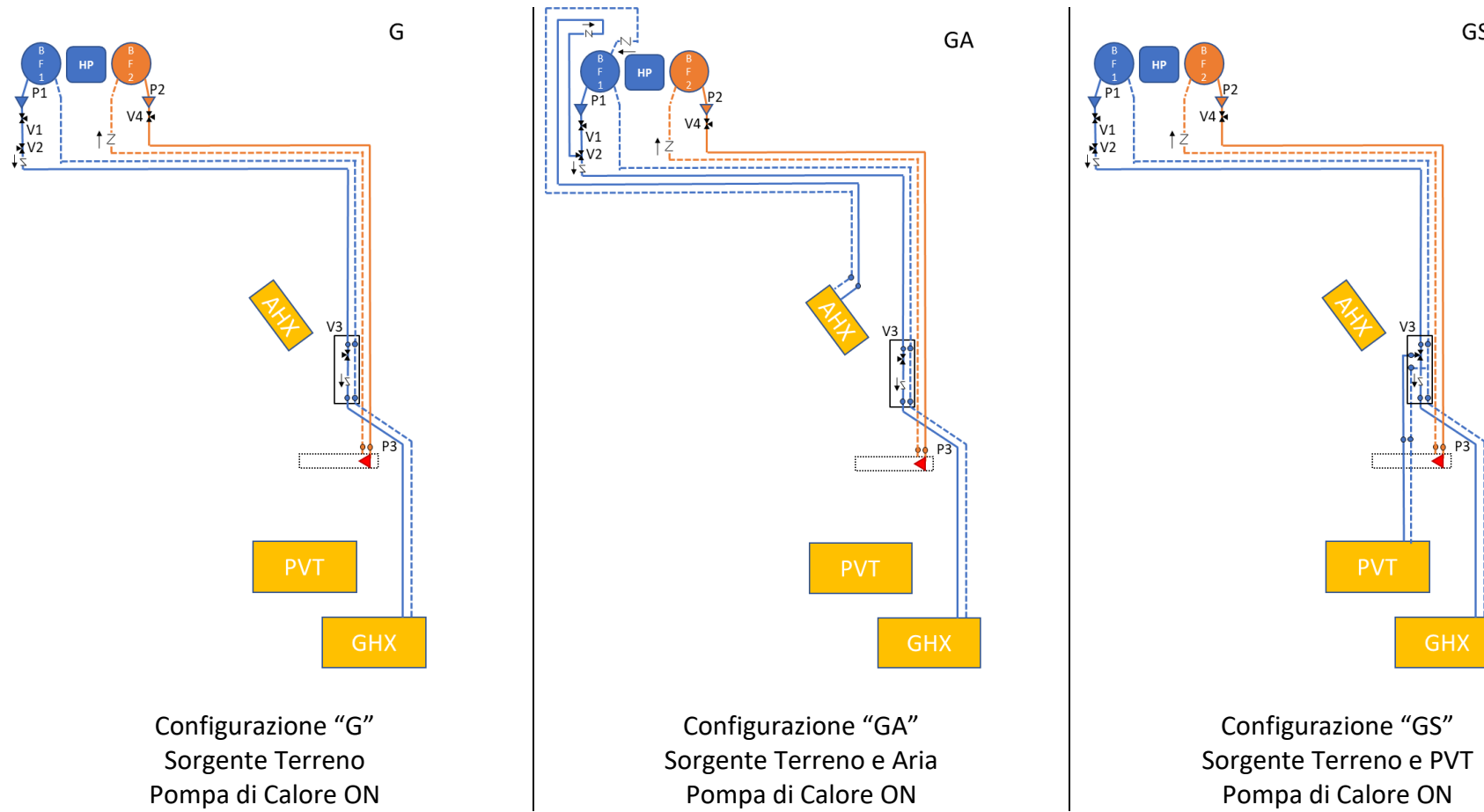


Figure 4.2 Configurazioni di funzionamento dell'impianto (descrizione in Tabella 3.1) – continua alla pagina seguente



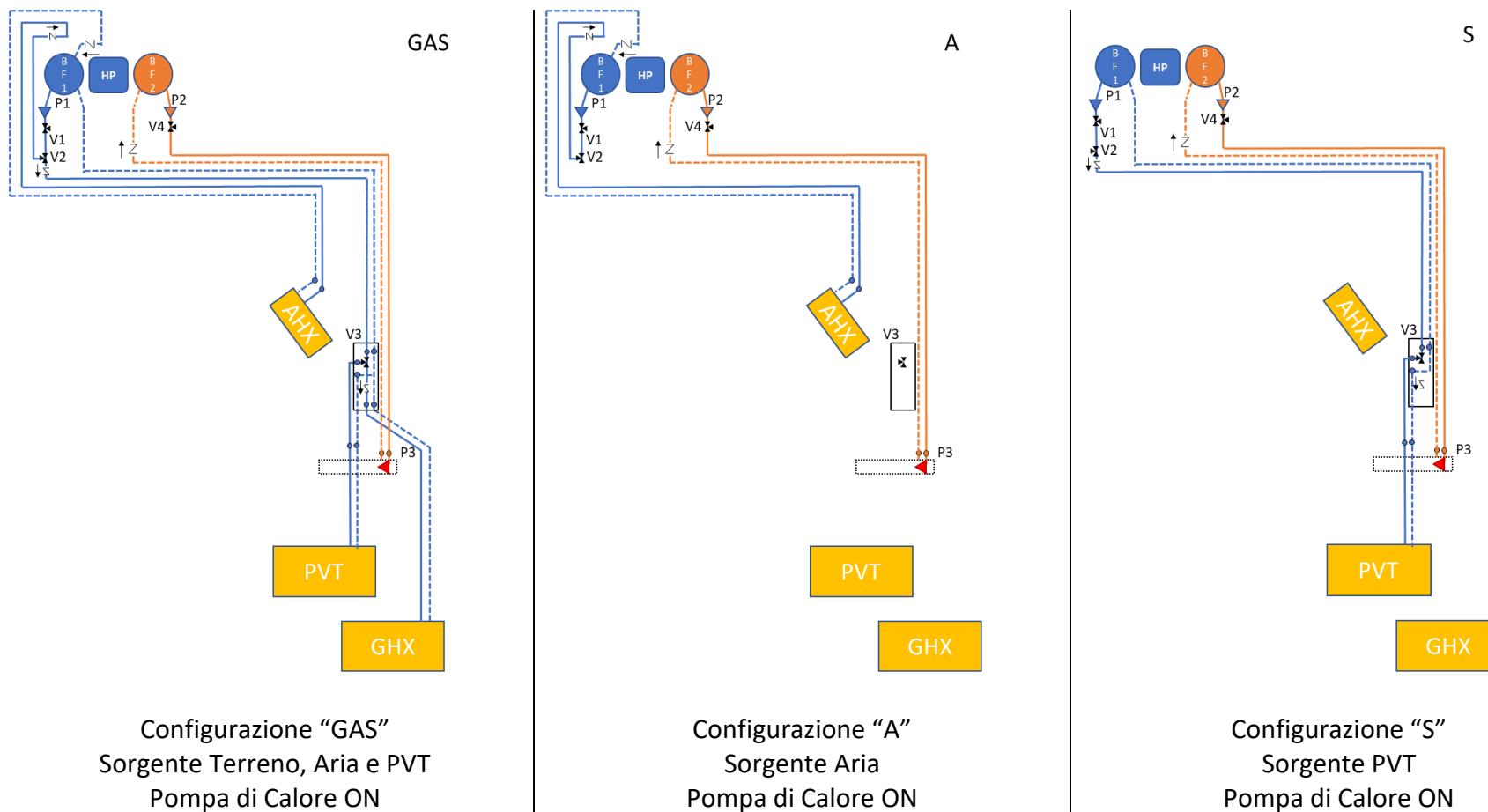
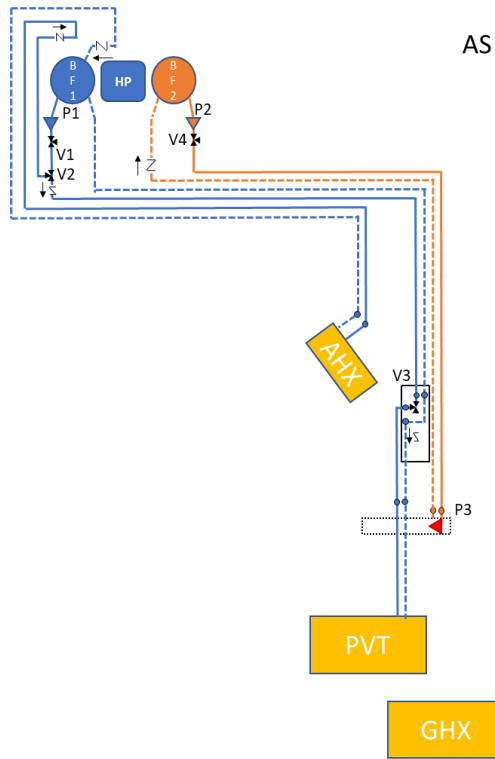
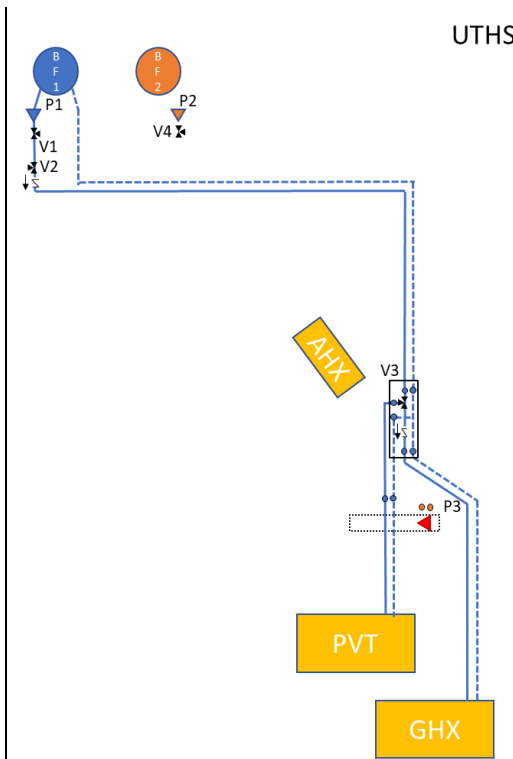


Figure 4.2 Configurazioni di funzionamento dell'impianto (descrizione in Tabella 3.1) – continua alla pagina seguente

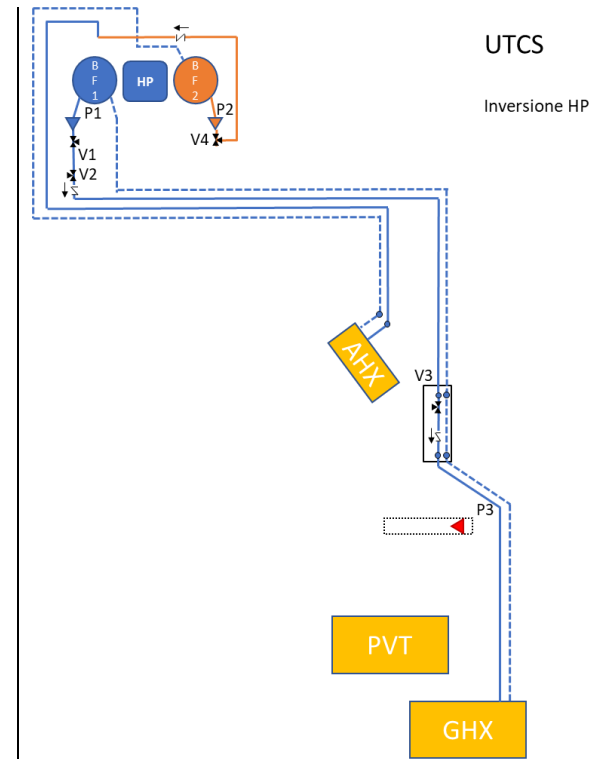




Configurazione "AS"
Sorgente Aria e PVT
Pompa di Calore ON



Configurazione "UTHS"
Rigenerazione terreno - riscaldamento
Pompa di Calore OFF



Configurazione "UTCS"
Rigenerazione terreno - raffreddamento
Pompa di Calore ON

Figure 4.2 Configurazioni di funzionamento dell'impianto (descrizione in Tabella 3.1) – continua alla pagina seguente

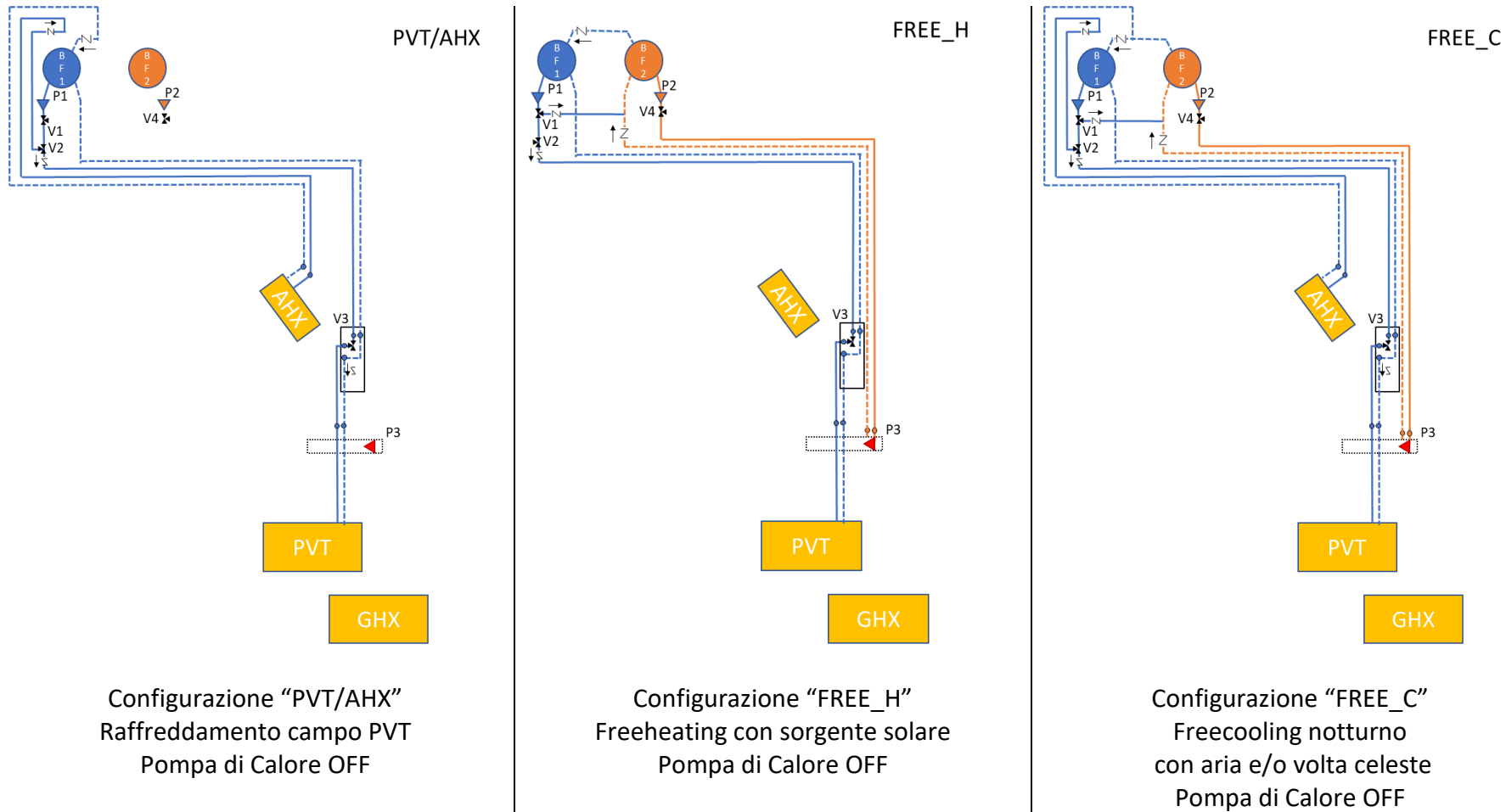


Figure 4.2 Configurazioni di funzionamento dell'impianto (descrizione in Tabella 3.1)



Figure 4.3 Punto di attraversamento su muratura di separazione tra centrale termica e locale adiacente con passaggio a pavimento



Figure 4.4 Parete in corrispondenza dell'uscita delle tubazioni mandata e ritorno delle varie linee di impianto

Il volume dei serbatoi inerziali è stato identificato indicativamente in un accumulo da 800l lato sorgente e in un accumulo da 800l lato utenza. I volumi saranno da confermare in funzione delle esigenze progettuali e della disponibilità di spazio verificata in fase di sopralluogo. Tali serbatoi dovranno consentire l'eventuale inserimento di contenitori di PCM; ulteriori dettagli sono riportati nelle sezioni successive del presente documento.

I dispositivi pompa di calore, circolatori, valvole servo-comandate e accumuli dovranno essere posizionati all'interno del locale identificato come centrale termica e dovrà inoltre essere consentita l'installazione di adeguata strumentazione di misura dedicata al monitoraggio energetico di ogni sezione di circuito presente nell'impianto con il fine di poter verificare il bilancio energetico del sistema (sorgente aria, terreno e sole e utenza). Nel caso in cui alcuni componenti non possano essere installati in centrale termica questi dovranno essere installati ed adeguatamente protetti mediante l'utilizzo di box idonei allo scopo e di adeguato IP. Ad esempio, nel caso della valvola V3, lo schema di impianto indica la sua installazione all'esterno, fuori terra in un cassetta/box di protezione (vedi **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**1).

In Figure 4.5 è raffigurata la zona prevista per il posizionamento della pompa di calore, degli accumuli termici e dei componenti di impianto. Nella stessa immagine è evidenziato lo sviluppo delle tubazioni di adduzione dell'impianto centralizzato del polo universitario verso l'UTA. Nell'ambito del presente intervento, per cui viene richiesta l'offerta, è previsto il collegamento del nuovo impianto con l'UTA esistente, nonché l'installazione di un contacalorie da posizionare nello stacco di adduzione all'UTA esistente dalla linea collegata alla rete dell'impianto centralizzato del polo universitario.



Figure 4.5 - Zona di posizionamento della centrale termica comprensiva di pompa di calore e accumuli e linea tubazioni UTA e ventilconvettori esistenti

5 Campo geotermico

I Flat-Panel (vedi Figure 5.1) impiegati come scambiatori superficiali per la realizzazione del campo geotermico (vedi

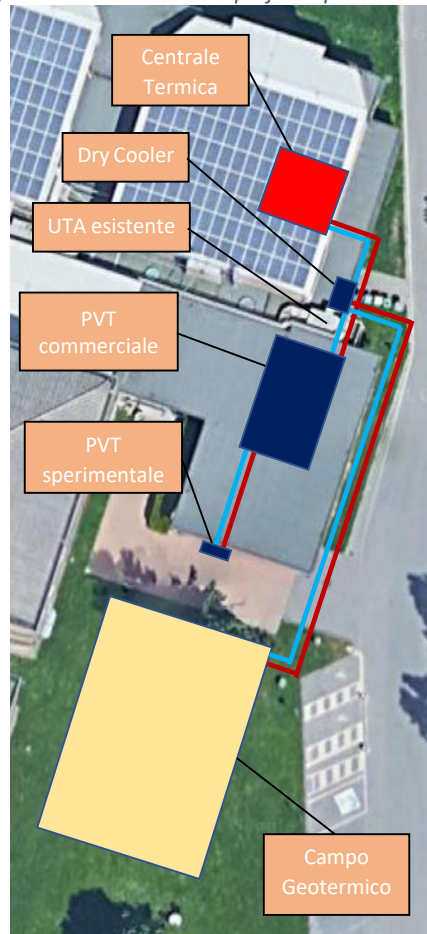


Figure 5.2) hanno una dimensione pari a 2,0 x 1,1 x 0,018 m. È richiesta l'installazione di un totale di n.48 pannelli, suddivisi in n.8 linee. Gli scambiatori dovranno essere collegati in gruppi da n.6 pannelli in serie attraverso connessioni DN25 e posizionati a una profondità di 2,4 m dal piano campagna, su sabbia di allettamento di spessore 10cm posata in scavo spinto a 2,5m. Le serie di n.6 pannelli avranno poi una configurazione idraulica in parallelo; il bilanciamento idraulico (vedi Figure 5.3) dovrà consentire un controllo della portata in ciascuna linea, da valutare quindi l'eventuale installazione di valvole di bilanciamento con attacchi di pressione differenziale se necessari.

La tecnica di connessione tra i pannelli è attualmente in fase di definizione. Nelle precedenti installazioni la connessione in serie tra i singoli pannelli è stata effettuata con manicotti oleodinamici e collari in acciaio tipo W2 e/o W5. Nell'ottica di migliorare questo tipo di connessione si sono studiate soluzioni alternative, tra cui l'uso di collari plastici industriali o la sostituzione dei collari con raccordi Tof in ottone; eventuali proposte alternative da parte degli offerenti saranno specificatamente valutate. Alcune immagini degli scambiatori Flat-Panel con il dettaglio del collegamento sono di seguito riportate in Figure 5.1.

La fornitura dei pannelli, dei manicotti oleodinamici e dei collari non deve essere inclusa nell'offerta in quanto questi verranno forniti dal committente alla ditta che eseguirà i lavori.

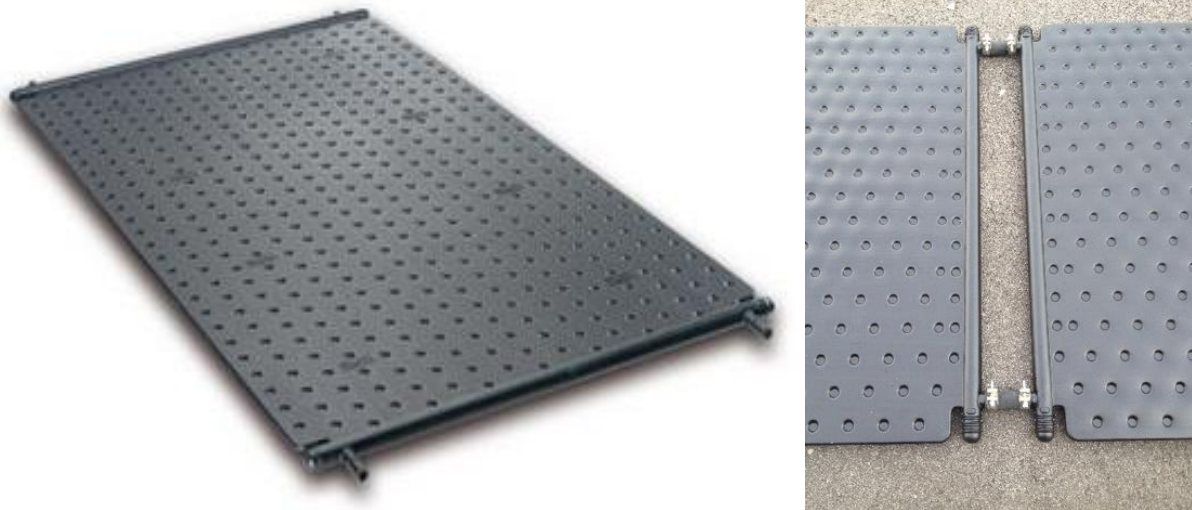


Figure 5.1 – Flat-Panel da utilizzare per la realizzazione del campo geotermico superficiale

Per l'installazione dei Flat-Panel è necessario realizzare per ogni linea di pannelli uno scavo a sezione obbligatoria della larghezza pari a circa 40-60 cm. Ogni singolo scavo dovrà avere una profondità di 250 cm per una lunghezza complessiva di circa 12-13 m; l'allargamento dello scavo a 80 cm eseguito su di un solo lato a partire dal bordo scavo e per una profondità analoga (80 cm) potrebbe consentire una più agevole lavorazione, consentendo peraltro la posa dei pozzetti di alimentazione e scarico (vedi Figure 5.4 e Figure 5.5).

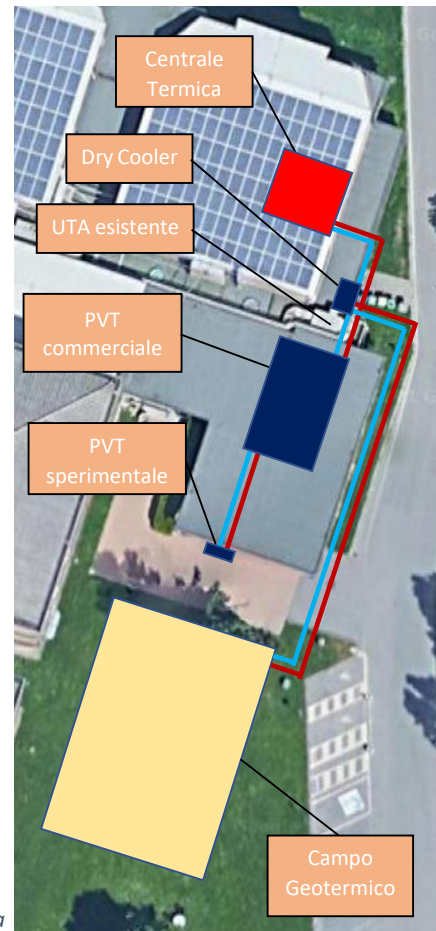
Stante la larghezza dello stesso, è da escludere in modo assoluto la presenza di manovalanza entro lo scavo. Ogni pannello (18kg) verrà disposto al bordo e opportunamente collegato; successivamente, l'intera linea sarà alloggiata entro lo scavo in una singola fase, attraverso l'azione contemporanea di un operaio per ogni giunzione.

In corrispondenza dei pannelli, la trincea realizzata durante lo scavo dovrà essere riempita con sabbia, inclusi 10 cm di allettamento e altrettanti in copertura. La tipologia di sabbia dovrà essere concordata con il committente in base al fuso granulometrico ritenuto più adeguato. Nei rinfiocchi dello scambiatore a circa metà altezza dovranno essere posizionati due tubi del tipo DN80 corrugato fessurato in HDPE doppia parete specifico per drenaggio, che consentirà di allagare la trincea con acque meteoriche provenienti dalla rete delle coperture limitrofe esistenti, al fine di aumentare lo scambio termico. Le tubazioni DN80 fessurate di allagamento delle trincee dovranno essere opportunamente collegate alla rete di scarico dei pluviali degli edifici circostanti (acque bianche), realizzando una connessione idraulica entro pozzetti predisposti ad hoc. Ogni linea richiede quindi l'installazione di due tubazioni di circa 12m per un totale di 16 tubazioni su tutto il campo geotermico (192m).

La rete di alimentazione delle acque meteoriche ai pozzetti di connessione con le linee geotermiche andrà realizzata mediante un collettore DN110 PVC SN4 da collegare ad un pozzetto esistente, ovvero realizzandone uno ad hoc; tale nuovo collettore confluirà in un nuovo pozzetto da cui sarà possibile svolgere la distribuzione in ciascuno dei pozzetti di alimentazione di linea. Le profondità sia del collettore DN110 in PVC che dei pozzetti sono da impostare sulla base dello sprofondamento del collettore di derivazione. I dettagli e le

indicazioni per il collegamento della rete di scarico delle acque piovane esistente con la rete di allagamento delle trincee sono riportati in Figure 5.5.

La schematizzazione del layout del campo geotermico e i dettagli dei collegamenti, nonché



dei pozzetti da realizzare, sono raffigurati nelle immagini seguenti dalla

Figure 5.2 alla Figure 5.6.

È richiesta la verifica della tenuta idraulica di ogni singola linea geotermica, condotta chiudendo il ritorno e mettendo in pressione a +1.5 bar la mandata (DN40) per almeno 12h. La verifica si dovrà ritenere superata in assenza del calo strumentale della pressione (<0.01 bar), svolto con manometro con accuratezza non inferiore a 0.01 bar.

Per la verifica della progettazione dei diametri dei collettori di mandata e ritorno al campo geotermico, si richiede di considerare una velocità attorno a 1 m/s e comunque non superiore a 1.5 m/s, a fronte dell'intero picco termico, un salto termico pari a 2K, una percentuale di glicole propilenico pari al 20% e una temperatura del fluido pari a 6°C. In tal senso, nelle figure è riportato il predimensionamento come DN63, che andrà comunque verificato in sede di progettazione.

Sono previste tubazioni in HDPE PE100 PN12.5 messe in opera come segue:

- fuori terra con tratti lineari termosaldati coibentati ($s > 15\text{mm}$, celle chiuse,) e rivestiti in lamierino di alluminio, garantendone la linearità con adeguati supporti;

- entro terra anche in rotoli termosaldati o con raccordi a compressione, non termicamente isolati. A tal fine, i collettori di mandata e ritorno dovranno risultare posati ad almeno 50 cm di profondità (cervello-piano campagna) e tra loro distanziati di almeno 30 cm.

La derivazione di ogni linea (12m) avverrà entro pozzetto in CLS con botola di accesso classe B125 (dettagli in Figure 5.4 e Figure 5.6). L'alimentazione avverrà mediante Tee cui seguirà una valvola DN40 in PVC-U, una croce DN40 in PVC-U, un pozzetto metallico per la predisposizione dell'alloggiamento di sensore di temperatura, uno sfiato, un raccordo DN40 filetto-compressione per il collegamento al primo scambiatore.

Analogamente, lo scarico di ogni linea avverrà entro pozzetto in CLS con botola di accesso classe B125 (dettagli in Figure 5.4 e Figure 5.6). Il collegamento avverrà mediante Tee sul DN63 di ritorno, cui seguirà una valvola DN40 in PVC-U, una croce DN40 in PVC-U, un pozzetto metallico per la predisposizione dell'alloggiamento di sensore di temperatura, una valvola di sfiato, un raccordo DN40 filetto-compressione per il collegamento all'ultimo scambiatore.

È inoltre da prevedere un collegamento di bypass mandata-ritorno regolato da valvola in PVC-U, da eseguire entro pozzetto in terra prima del raggiungimento del campo geotermico.

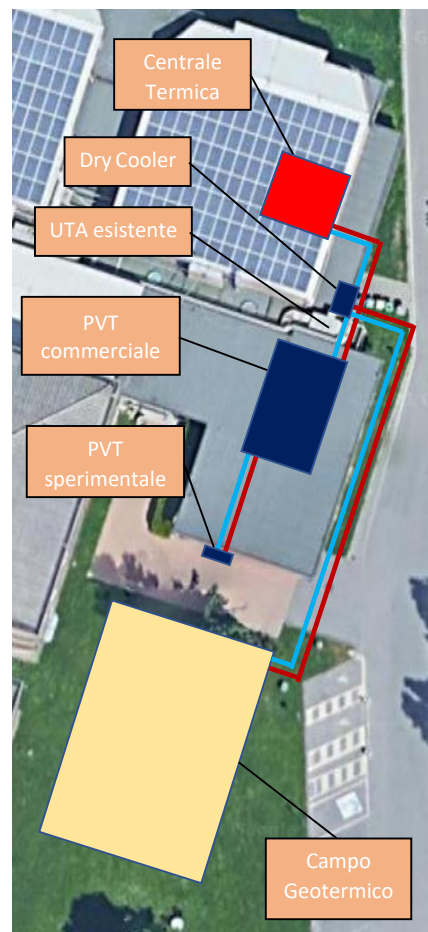


Figure 5.2 - Posizione del campo geotermico e percorso indicativo della distribuzione orizzontale del circuito fino alla centrale termica posizionata in copertura

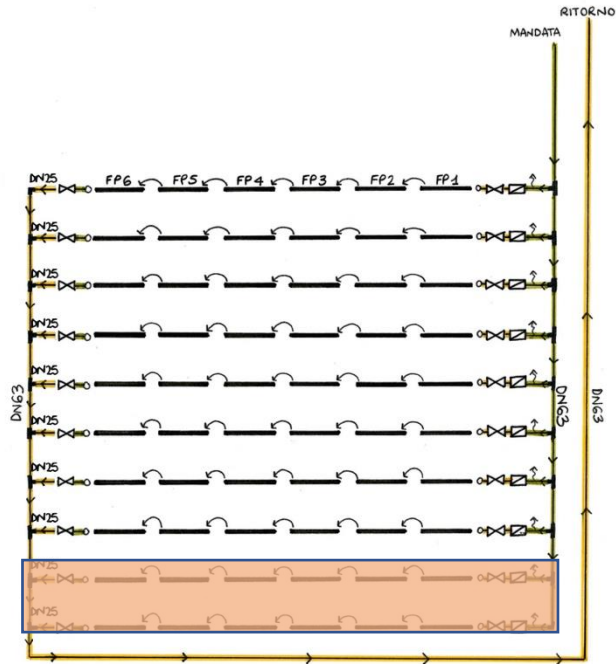


Figure 5.3 - Layout delle connessioni del campo geotermico originariamente previsto da n.10 linee, ora ridotte a n.8 linee

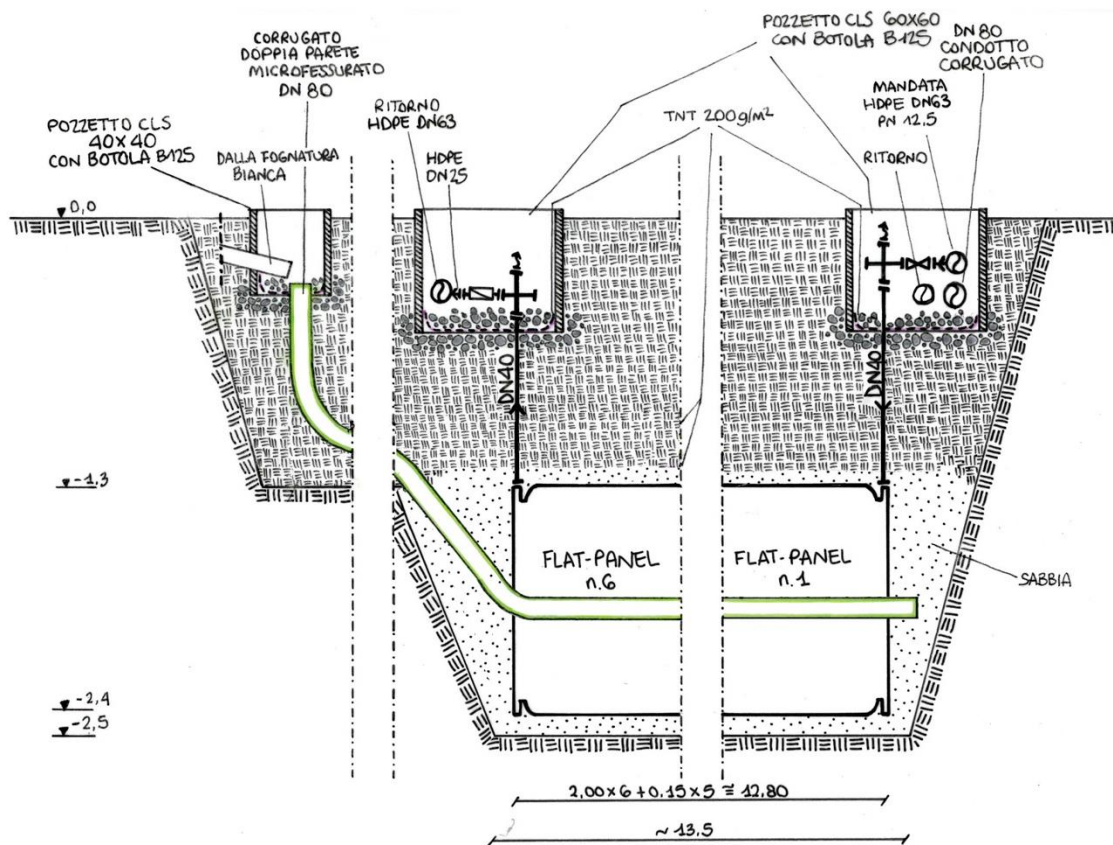


Figure 5.4 - Sezione linea Flat-Panels in serie del campo geotermico (n.8 linee)

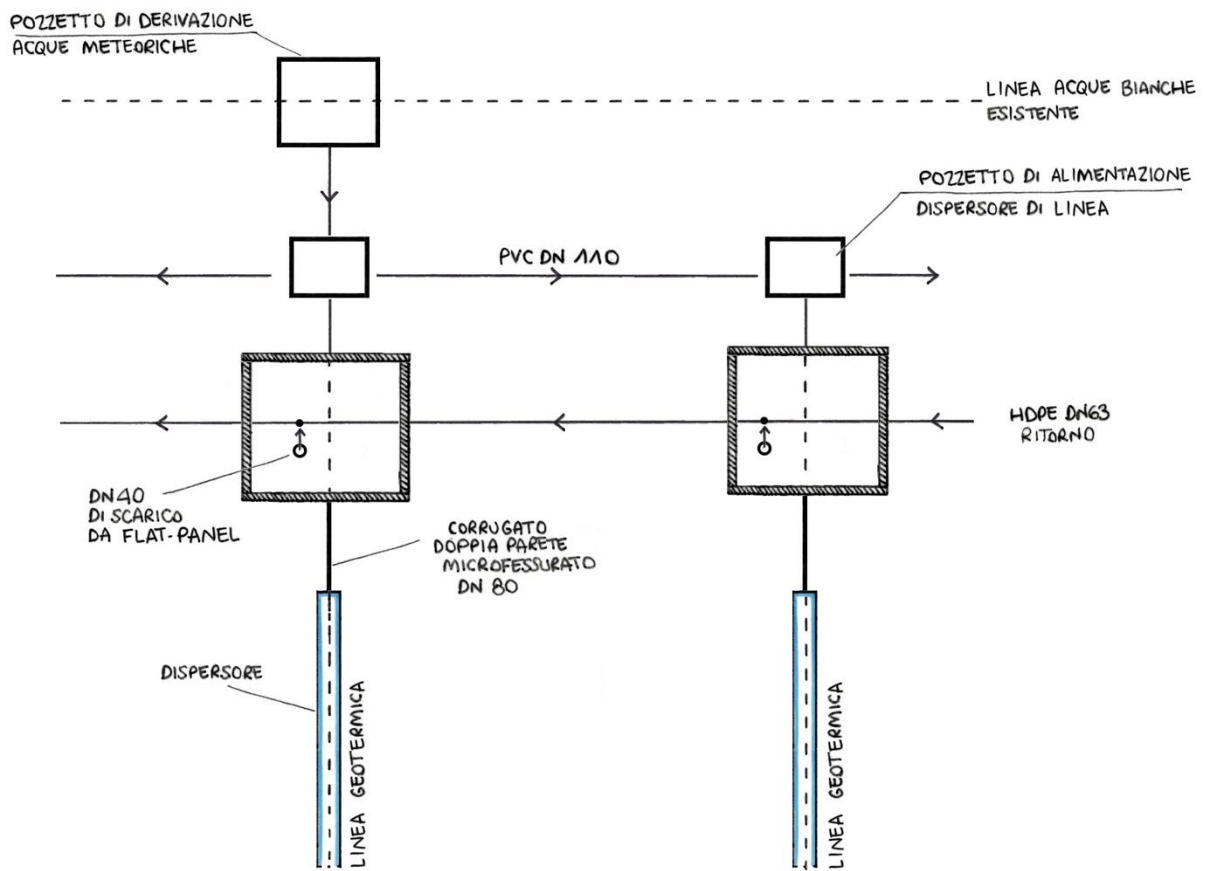


Figure 5.5 - Dettaglio collegamento pozzetto di derivazione acque meteoriche esistente con nuova rete di dispersori di linea per allagamento trincee

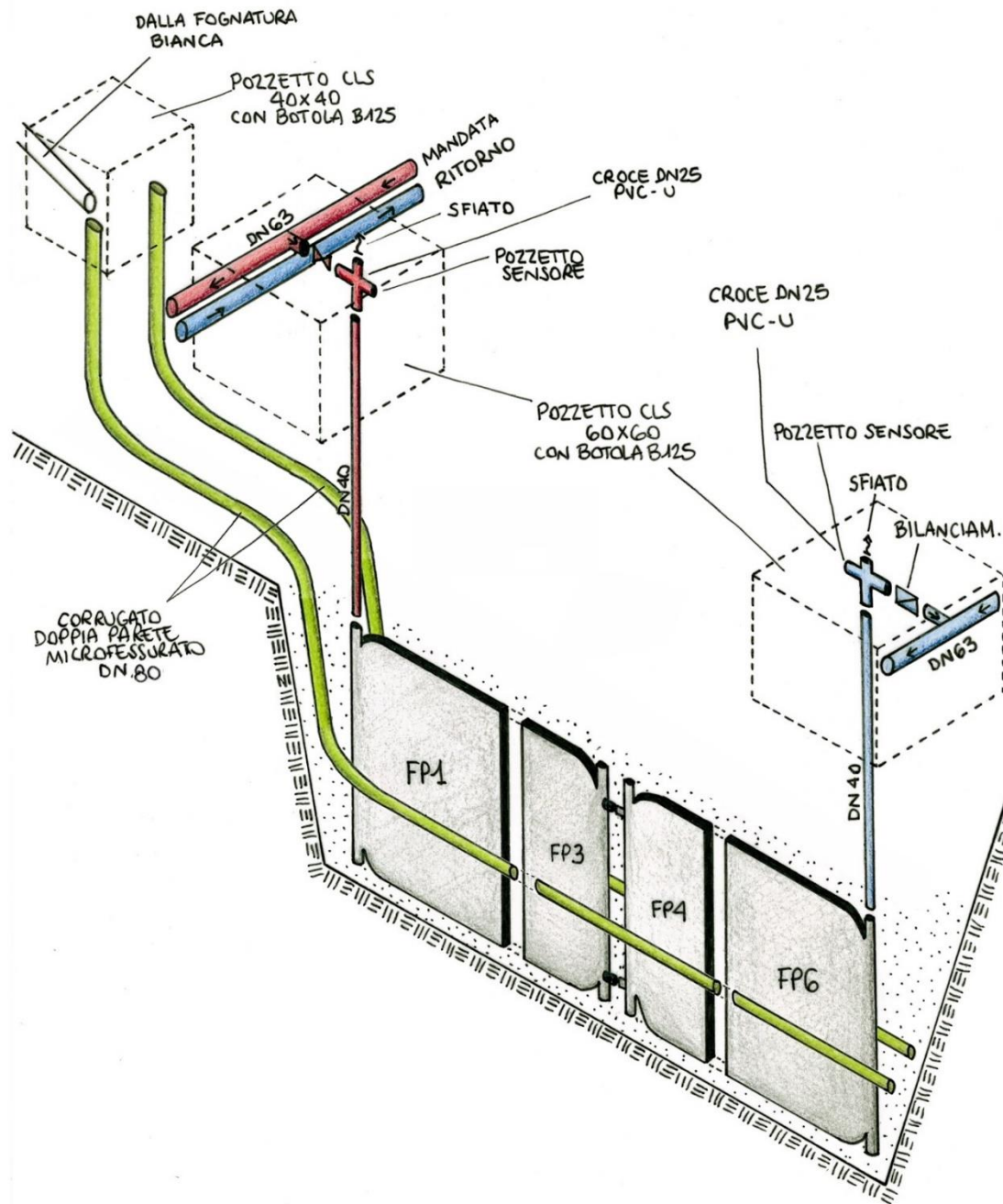


Figure 5.6 - Dettaglio pozzetti con linea di scarico acque bianche

In termini di caratteri geologici, fatta eccezione per un primo strato superficiale di 0.5 m in terreno pedogenizzato, lo scavo dovrebbe avvenire entro terreno limo-argilloso, sufficientemente compatto da escludere lo scavo a cassa chiusa, potendo contare sulla stabilità della parete di scavo. Nelle due successive immagini si riporta in tal senso la stratigrafia del pozzo pilota riportata nella Relazione Geologica a firma del Dott. Stavanin (2020) a supporto della domanda di derivazione per acque sotterranee (Figure 5.7). Tale relazione non riporta la soggiacenza della falda freatica che, in altre installazioni svolte in città,

è risultata mediamente a circa 2.5 m di profondità. Tuttavia, è da ritenere di limitato interesse tale informazione, giacché la presenza di terreno limo-argilloso rallenta l'eventuale allagamento dello scavo in cui, peraltro, l'alloggiamento degli scambiatori avverrà da bordo scavo, senza alcuna presenza entro trincea.

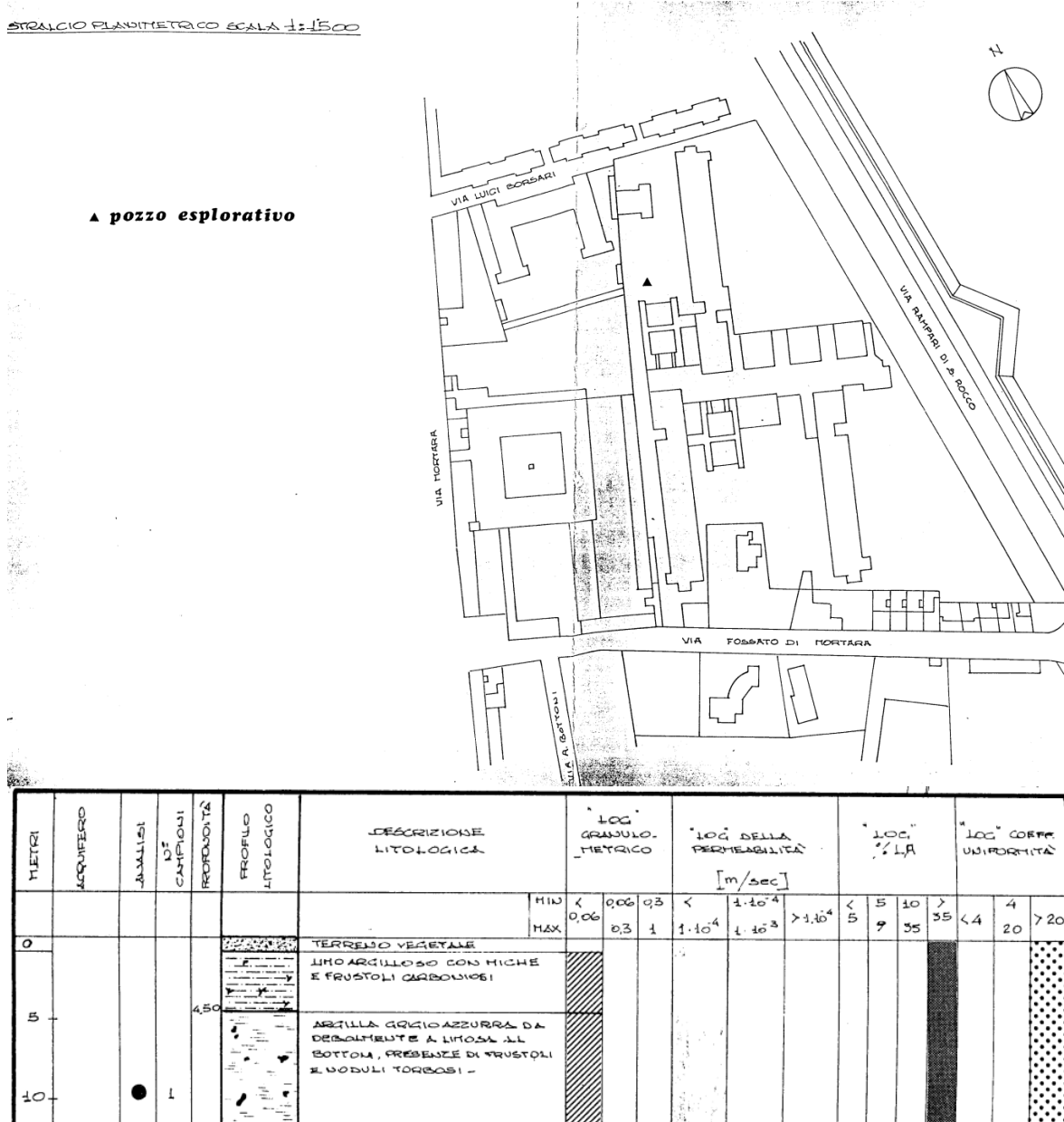


Figure 5.7 Estratto relazione geologica

Recenti attività di scavo condotte a 50m di distanza dall'area del campo geotermico hanno permesso di scattare le successive fotografie. Il fondo scavo è qui a circa 1.6m di profondità, ma sondaggi spinti sino a 2.3m hanno mostrato l'emersione di acqua di falda dopo alcuni giorni.



6 Pannelli solari PVT

Sebbene fuori dalla presente offerta, è qui descritto per completezza la sezione termoelettrica composta da pannelli PVT.

L'impianto comprende un campo fotovoltaico-termico ibrido (PVT), la cui produzione elettrica deve essere interamente utilizzata dall'impianto stesso e dai suoi ausiliari. In particolare, l'eventuale produzione elettrica in eccesso, rispetto alla richiesta dei dispositivi presenti nell'impianto, non potrà essere immessa in rete. In funzione di questa peculiarità, l'eccesso di energia elettrica verrà gestito e utilizzato dal sistema per differenti scopi. A titolo esemplificativo, ma non esaustivo, si potrà gestire l'attivazione di resistenze elettriche presenti all'interno degli accumuli di acqua tecnica e/o l'avviamento forzato della HP per incrementare la produzione di acqua calda o refrigerata. Chi gestirà le logiche necessarie a pilotare il sistema per lo scopo di cui sopra sarà il modulo "CUBICLE", parte integrante del progetto e fornito da uno dei partner del progetto IDEAS.

La produzione termica del campo PVT verrà utilizzata per differenti scopi o, qualora necessario, verrà dissipata in aria mediante l'utilizzo del dry-cooler già descritto nel presente documento. Il carico termico reso disponibile dal campo PVT potrà essere utilizzato per incrementare la temperatura dell'accumulo inerziale lato sorgente della PDC o lato utenza, o ancora, diversamente, per rigenerare il campo geotermico. La connessione idraulica del campo PVT con l'impianto è riportata schematicamente in Figure 6.4.

Per il campo PVT è prevista l'installazione di n.15 moduli commerciali PVT con potenza di picco 400 Wp e con scambiatore roll-bond in alluminio alloggiato sulla parte posteriore del modulo. E' inoltre prevista l'installazione di ulteriori n.2 moduli PVT di tipo sperimentale forniti da un partner del progetto IDEAS.

L'installazione è prevista in copertura al di sopra del locale bar. La struttura di sostegno dei moduli dovrà essere in appoggio sulla copertura con adeguati sistemi di ancoraggio/posa da definire in fase progettuale in accordo con il committente. La fornitura dei moduli PVT non dovrà essere inclusa nell'offerta, moduli e raccordi saranno forniti dal committente.

Da prevedere in offerta una quotazione dedicata per il supporto di fornitura e posa delle strutture di sostegno/ancoraggio per l'installazione dei moduli PVT di tipo sperimentale e per il successivo avviamento. Questa particolarità è richiesta trattandosi di una installazione non di tipo standard. Un render con un'ipotesi di installazione dei suddetti moduli è riportato in Figure 6.1.

In Figure 6.2 si riportano alcune informazioni tecniche del modulo PVT e le dimensioni di ingombro del modulo.





Figure 6.1 - Render installazione moduli PVT sperimentali (Posizione definitiva da definire)

PROPRIETÀ COSTRUTTIVE	
Dimensione modulo (L x H x P)	992 x 1640 x 40 mm
Peso modulo (a vuoto)	27 kg
Tipo di celle	Silicio monocristallino tecnologia PERC
Dimensione celle	156,5 x 156,5 mm
Numero celle	60
Layout celle	6 x 10
Vetro	Vetro a basso contenuto di ferro, spessore 3,2 mm
Incapulante	EVA (Etilene-Vinil acetato)
Cornice	Alluminio anodizzato a doppia parete
Scatola di connessione, classificata IP67	1500 V con 3 diodi di by-pass
Cavi di collegamento	sezione cavi da 4 mm ² lunghezza 900 mm tipo unipolare MC4

CONDIZIONE DI IMPIEGO	
Chicchi di grandine	Ø 28 mm a 86 km/h
Vento	2400 Pa
Carico massimo	Oltre 540 Kg/m ²

PARAMETRI FUNZIONALI TERMICI	
Efficienza istantanea assorbitore	η_a 0,593
Coefficiente di efficienza in funzione del vento	b_v 0,051 s/m
Coefficiente di dispersione termica	b_t 12,192 W/m ² *K
Dipendenza dal vento della dispersione termica	b_w 1,280 W/s/m ² *K
Variazione efficienza ottica con angolo di incidenza IAM	k8 (50°) 94%
Potenza termica di picco	950 W
Massima temperatura operativa consentita	80 °C
Massima pressione di esercizio	3 bar
Volume fluido nel modulo	0,81
Superficie lorda	1,88 m ²
Superficie di apertura	1,51 m ²
Superficie assorbitore	1,46 m ²
Dimetro attacchi di collegamento	Ø 10 x 1 mm x mm
Normativa di riferimento	ISO 9806
Parametri riferiti alla superficie dell'assorbitore.	

CARATTERISTICHE ELETTRICHE HNRG 300	
Potenza di picco P _m	300 W
Tolleranza di potenza	0/45 W
Tensione alla massima potenza V _{mp}	32,07 V
Corrente alla massima potenza I _{mp}	9,37 A
Tensione di circuito aperto V _{oc}	39,78 V
Corrente di circuito chiuso I _{sc}	9,87 A
Tensione massima di sistema	1000 VDC
Efficienza	18,44 %
Capacità di carico corrente inversa	14 A
Normativa	IEC 61215, IEC 61730
Classe 1 resistenza al fuoco	

COEFFICIENTI DI TEMPERATURA	
Coefficiente di temperatura di tensione V _{oc} %/°K	- 0,31 %/°K
Coefficiente di temperatura di corrente I _{sc} %/°K	+ 0,04 %/°K
Coefficiente di temperatura di potenza P _{mp} %/°K	- 0,41 %/°K
NOCT (Nominal Operating Cell Temperature)	
Intervallo di temperatura di lavoro	- 40° C; + 85° C

Condizioni standard di test (STC): 1000 W/m², temperatura 25°C, A.M. 1.5, NOCT a 800 W/m² temperatura 20°C, A.M. 1.5.
 Dati e caratteristiche possono essere modificati in qualsiasi momento senza alcun preavviso.

PRODUZIONE ACS*	
Portata consigliata	1,00 l/min
Perdite di carico	160 mbar

ABBINAMENTO PDC*	
Portata consigliata	1,67 l/min
Perdite di carico	294 mbar

* Leggere attentamente le LINEE GUIDA DI PROGETTAZIONE e il MANUALE DI INSTALLAZIONE.

GARANZIA LINEARE SULLA POTENZA	
Anni di operatività	Prestazioni garantite in %
1	97,0
5	94,2
10	94,2
15	94,2
20	94,2
25	94,2

Figure 6.2 – Datasheet del modulo PVT da 300Wp, ora fuori produzione e sostituito dal modello 400Wp

A titolo esemplificativo, in Figure 6.3 è riportato lo schema della connessione idraulica da realizzare tra i moduli PVT commerciali e quelli sperimentali, mentre in Figure 6.4 è rappresentato lo schema della linea di distribuzione verso la centrale termica dell'impianto.



Dalla linea di distribuzione del sistema solare termico si dovrà prevedere uno stacco dedicato alla linea di moduli PVT di tipo sperimentale. Tutte le linee dovranno prevedere le opportune valvole di bilanciamento e di sezionamento per poter escludere uno dei due circuiti in caso di necessità.

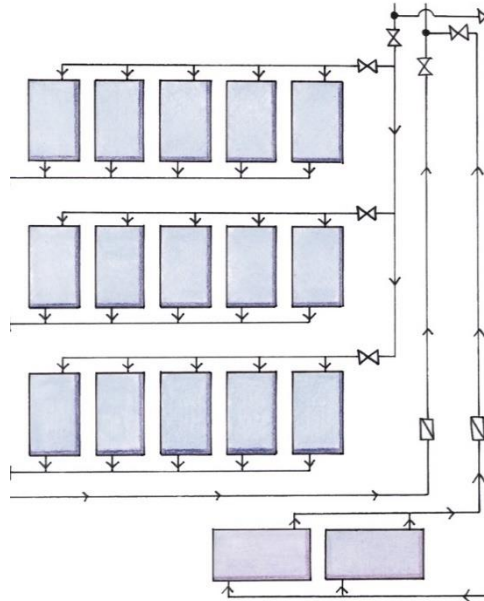


Figure 6.3 – Possibile layout idraulico del campo PVT con moduli commerciali e sperimentali

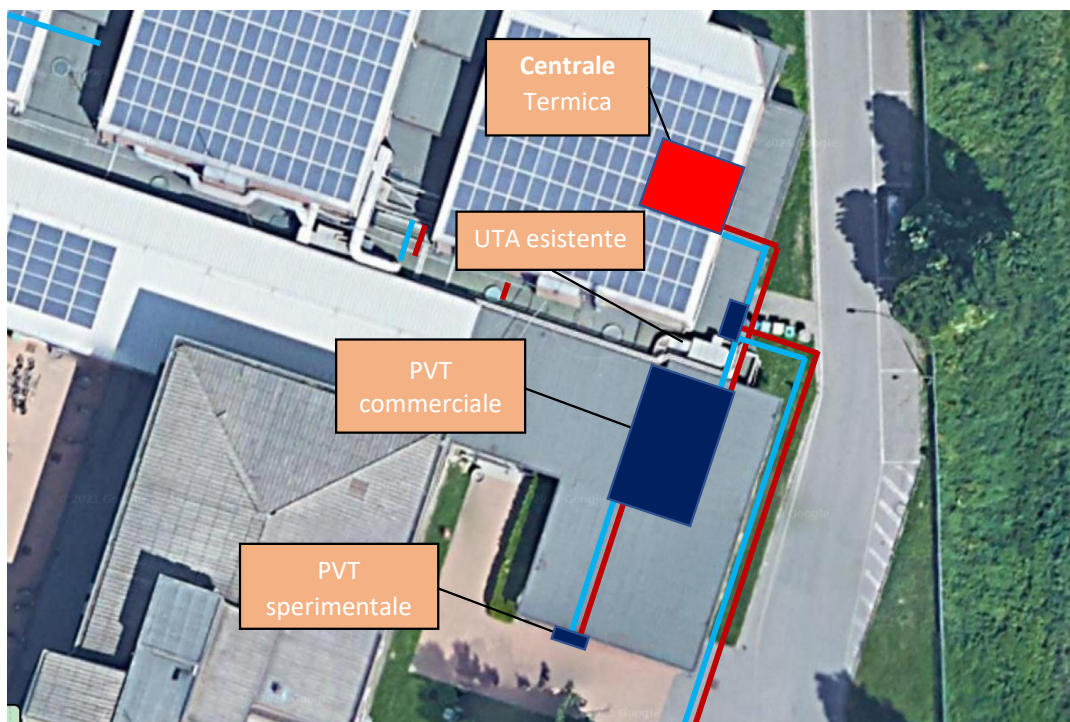


Figure 6.4 – Passaggio indicativo linee di distribuzione verso centrale termica

La connessione elettrica del modulo fotovoltaici sarà in serie attraverso una singola stringa o due stringhe indipendenti, a seconda della tipologia di inverter che verrà adottata. La taglia dell'impianto fotovoltaico (6.0 kWp) e degli utilizzatori è tale da richiedere un inverter da 10 kWp con connessione trifase. L'interruttore magnetotermico (o sezionatore con fusibili) è normalmente integrato all'interno dell'inverter, tuttavia abbiamo previsto la possibilità di utilizzare un teleruttore con capacità di isolamento di 20 A, collegato ad una serie di scaricatori di sovra-tensione.

I moduli fotovoltaici possono essere montati su supporti in alluminio in gradi di inclinarli all'angolo ottimale per la nostra latitudine. Una seconda opzione è quella che i pannelli vengano montati inclinati a 0 gradi, completamente integrati nella copertura dell'edificio. Tutti i calcoli di producibilità dell'impianto e i calcoli di dimensionamento della batteria sono stati effettuati in questa ipotesi sono quindi da considerarsi stime peggiorative. L'impianto fotovoltaico sperimentale coprirà solo parzialmente i consumi elettrici del sito di test (Bar dei nuovi istituti biologici dell'Università di Ferrara). Al fine di garantire in ogni condizione di irraggiamento la copertura dal fabbisogno energetico del Bar è indispensabile poter drenare dalla rete elettrica la potenza eventualmente non fornita dall'impianto fotovoltaico.

Un ulteriore vincolo è quello di non immettere in rete alcuna potenza elettrica in modo da evitare lunghi iter autorizzativi, poco riconducibili ad un impianto sperimentale. Allo stato attuale la configurazione circuitale che appare essere più adatta è quella che adotta un inverter connesso in rete dotato di un con dispositivo anti-immissione (anti-reverse power controller). In questo caso le utenze sono collegate direttamente alla rete elettrica e la potenza che possono drenare non è limitata dalla taglia dell'inverter. L'inverter è di fatto collegato in parallelo sulle tre fasi ed immette l'energia proveniente dai pannelli PVT in fase con la rete.

Il dispositivo anti-reverse power controller misura la potenza elettrica importata dalla rete e quella esportata verso la rete, in caso le utenze non siano sufficiente a drenare la corrente fornita dal sistema fotovoltaico, comunica con l'inverter spostando il punto di lavoro dei moduli e riducendo la potenza immessa in rete. Molti inverter di questa tipologia non sono conformi con la normativa CEI 0-21 e per questo motivo abbiamo previsto un dispositivo di interfaccia in grado di scollegare l'inverter dalla rete in caso la tensione o la frequenza della corrente non siano all'interno delle tolleranze previste dalla normativa. Una possibilità per evitare questo fenomeno è quella di adottare un dispositivo di interfaccia come il Bytronic BY2537 che effettua un costante monitoraggio della corrente immessa in rete e provvede a pilotare un teleruttore in caso di necessità. Una seconda possibilità è invece quella di utilizzare un inverter certificato CEI 0-21 come, ad esempio, AZZURRO INVERTER 10000TL prodotto dalla Zucchetti Centro Sistemi S.p.a. La taglia di questo inverter è di 10 kW e i range di tensione MPPT appaiono essere in linea con la tensione erogata da 25 moduli fotovoltaici HNRG300. Uno schema generale di un impianto fotovoltaico basato su inverter connessi in rete con dispositivo ARPC è mostrato in Figure 6.5



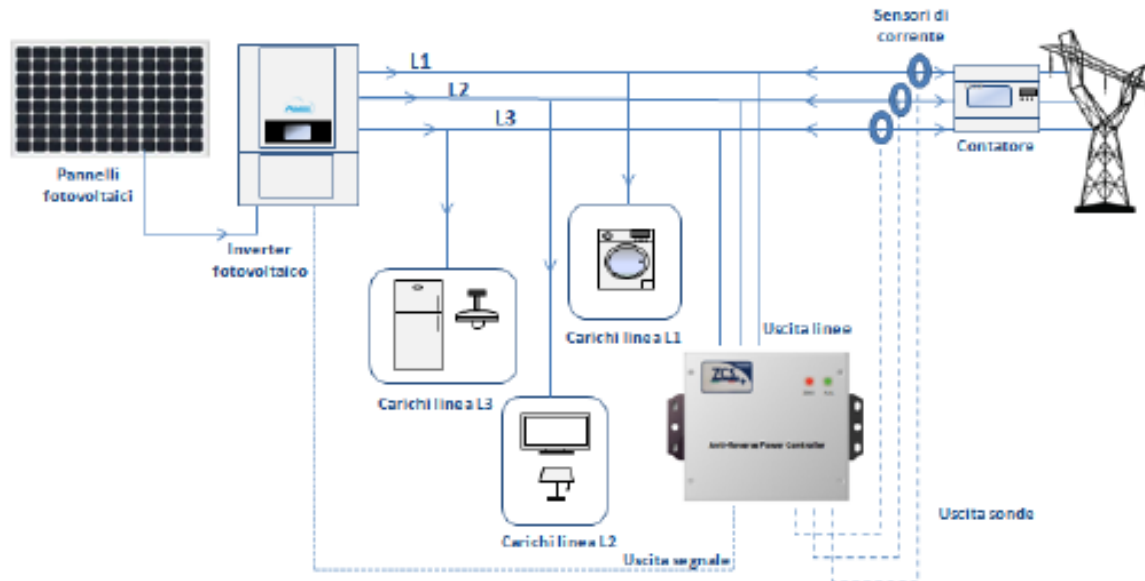


Figure 6.5 – Rappresentazione grafica di un sistema fotovoltaico basato su inverter connesso in rete con dispositivo ARPC.

Il modello AZZURRO INVERTER 10000TL è dotato di 2 MPPT indipendenti, che permetterebbe in linea di principio di suddividere il campo fotovoltaico in 2 metà al fine di minimizzare le eventuali perdite dovute ad un ombreggiamento parziale dei moduli che potrebbe avvenire nel tardo pomeriggio (vedere Figure 6.6). La stringa o le stringhe possono essere disconnesse dall'inverter tramite un teleruttore comandabile tramite un modulo di digital output dotato di interfaccia RS485. Un secondo teleruttore provvede a deviare i cavi provenienti dal campo fotovoltaico verso un carico DC o un tracciacurve che provvede ad analizzare e memorizzare la curva IV della stringa analizzata. Il test richiede mediamente 5 secondi e, in ragione della capacità termica del modulo, è ragionevole assumere che la temperatura del modulo si mantenga costante durante questo test e che sia identica a quella che aveva quando era connesso all'inverter. La caratterizzazione della curva IV fornisce informazioni molto più affidabili sulle condizioni operative dei moduli, sul parziale ombreggiamento di alcuni di essi, e sulla dipendenza delle resistenze serie e parallelo dalla temperatura. È tuttavia possibile collegare l'inverter ad un datalogger tramite interfaccia RS485 per avere una serie di parametri relativi al punto di lavoro effettivo dell'inverter (che non necessariamente potrebbe coincidere con il reale punto di massima potenza dei singoli moduli).

Il collegamento elettrico dei moduli avverrà tramite un collegamento a 4 fili due dei quali dovranno essere da 6 mm² e due possono eventualmente avere una sezione inferiore (4 mm²).

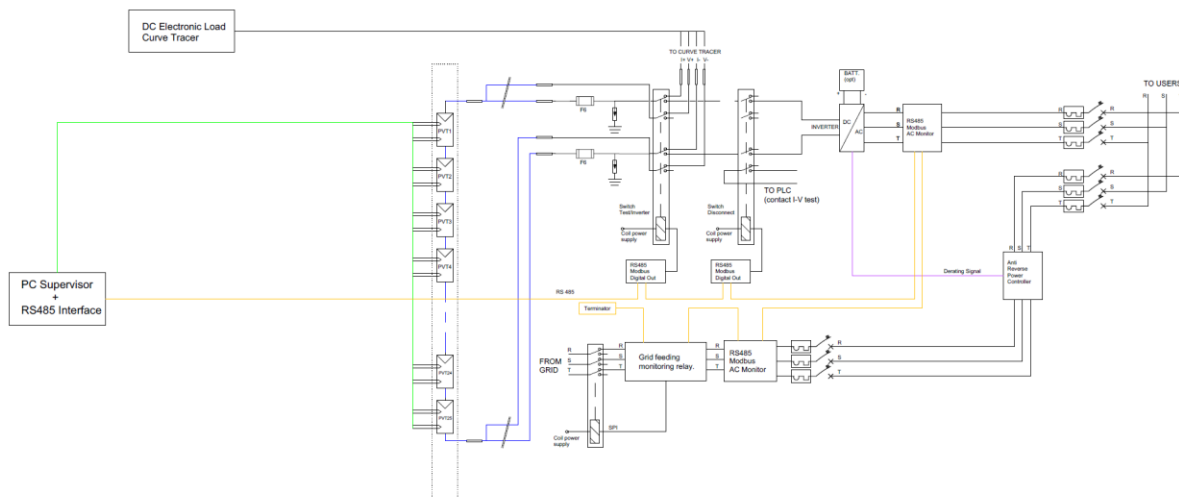


Figure 6.6 – Schema dell’impianto PVT a singola stringa collegato ad un inverter connesso in rete e dotato di dispositivo ARPC e interfaccia di protezione di rete.

In Figure 6.7 viene mostrata una immagine dell’orizzonte visto dal piano di installazione dell’impianto fotovoltaico. Come è possibile vedere dall’immagine è attendibile nel pomeriggio un ombreggiamento della porzione ad ovest dell’impianto ad opera degli edifici presenti in direzione SSW. Questa immagine è stata utilizzata per generare un “horizon file” che è stato utilizzato per calcolare la producibilità dell’impianto attraverso lo strumento PVGIS 5. La potenza elettrica immessa o drenata dalla rete dovrà essere misurata e contabilizzata attraverso degli analizzatori di rete trifase con interfaccia ModBus su RS485.

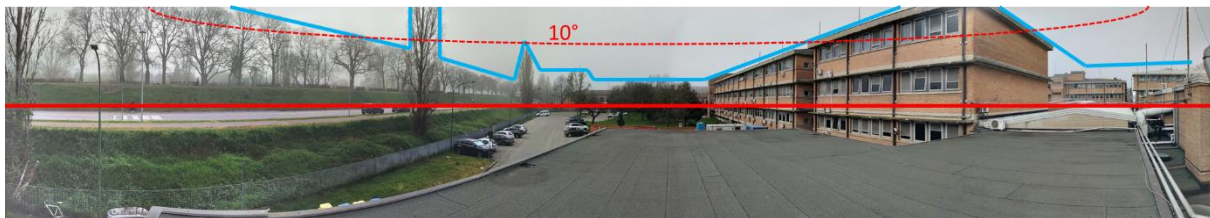


Figure 6.7 – Orizzonte (azzurro) visto dal piano di installazione dei pannelli fotovoltaici

Al riguardo, le principali attività da ricomprendere nell’offerta saranno:

- il collegamento elettrico in DC dal campo fotovoltaico all’ubicazione decisa per l’inverter (fornito dalla committenza);
- ogni collegamento in AC al nuovo quadro elettrico (ricompreso nell’offerta);
- il collegamento idraulico sulla linea di mandata e di ritorno al campo geotermico (DN63), composto da Tee e valvola di sezionamento;
- l’estensione della conformità dell’impianto elettrico.

7 Dry-cooler

Il dry-cooler fornito dal committente richiesto in offerta dovrà avere una taglia non inferiore a 20kW in condizioni di aria a 30°C e fluido termovettore in ingresso pari a 50°C. Il motore dovrà essere dotato di inverter e pilotabile via Modbus.

In Figure 7.1 si riporta un'immagine con il posizionamento indicativo del dry-cooler. Questo sarà posizionato comunque nelle immediate vicinanze della centrale termica compatibilmente con lo spazio disponibile o in prossimità dell'UTA esistente.

In fase di preventivazione sarà necessario valutare il costo di installazione di "quinte" per ridurre l'impatto visivo del dry-cooler e della UTA presenti sulla copertura piana. Indicativamente, si ritiene che una lamiera stirata di dimensioni 3.0mx1.5m e opportuna colorazione (ovvero anche in acciaio Corten), fissata con opportuni elementi al cordolo strutturale in c.a. possa risultare sufficiente.

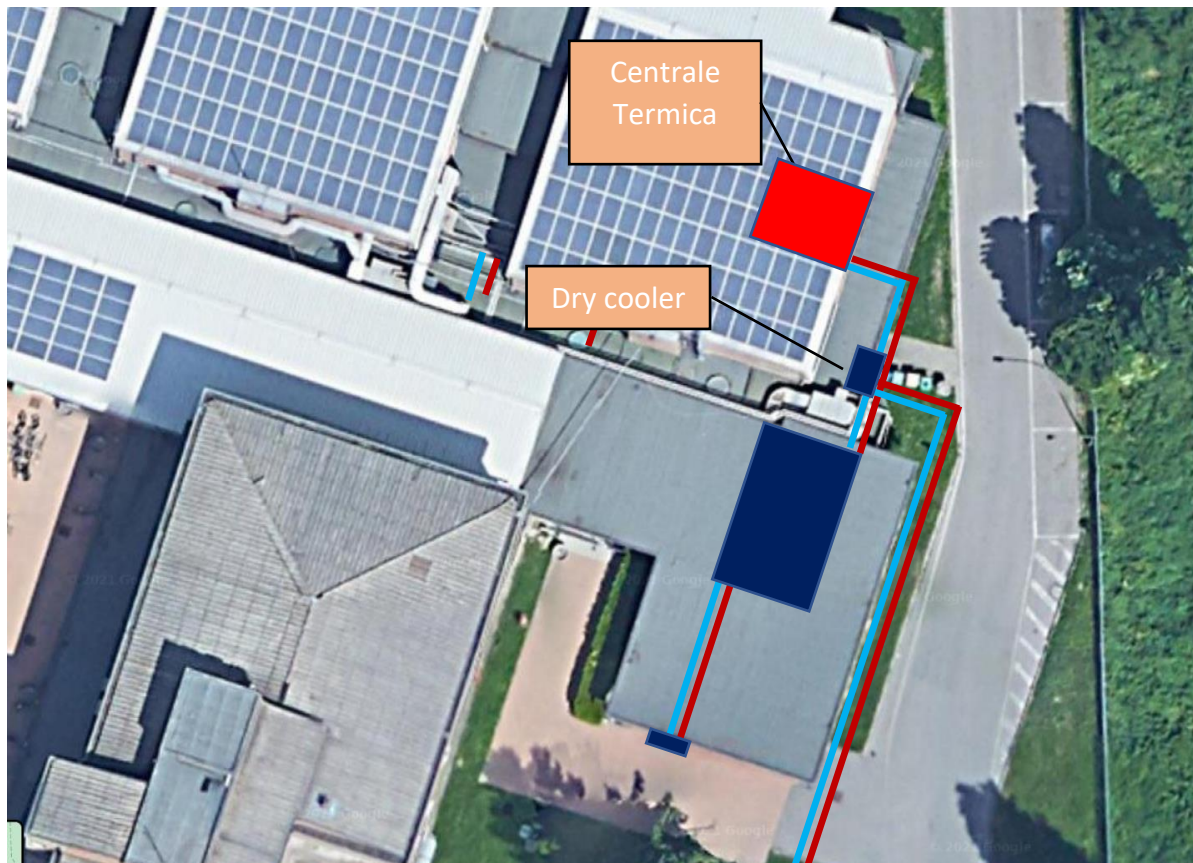


Figure 7.1 – Indicazione della zona di installazione del dry-cooler

8 Accumuli e pompe di circolazione

Nella centrale termica sono previsti 2 accumuli termici (BF1, BF2) e due pompe di circolazione (P1, P2).

I due accumuli sono posti a servizio della pompa di calore, che opera su due circuiti primari:

- il primo, lato sorgente (AHX, GHX, PVT), riferisce all'accumulo denominato BF1;
- il secondo, lato impianto (Pavimento radiante, predisposizione futuro collegamento UTA), riferisce all'accumulo denominato BF2.

Entrambi i serbatoi saranno coibentati ($s=10\text{cm}$) e adeguati per una installazione in interno.

Entrambi i serbatoi dovranno risultare da 800l e dovranno essere scelti per essere compatibili con l'alloggiamento successivo di container HeatStixx attraverso i manicotti (vedi Figura 8.1 e Figura 8.2). Il diametro libero di passaggio di almeno un attacco superiore dovrà essere di 50mm (diametro interno).

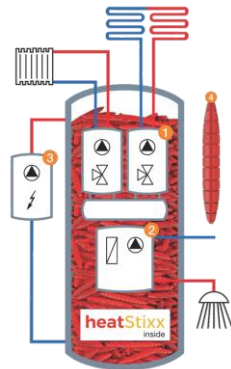


Figura 8.1. Esempio di serbatoio verticale riempito con HeatStixx

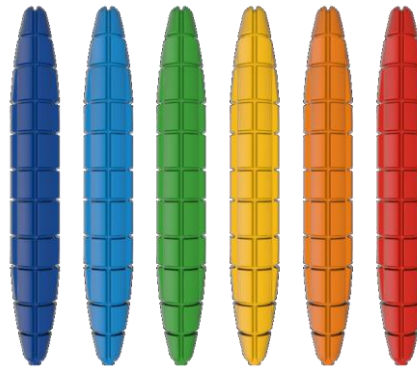


Figura 8.2. HeatStixx (www.heatstixx.de)

Per quanto attiene alle pompe di circolazione, valutazioni preliminari relative ai carichi termici operanti e alle perdite di carico dei circuiti suggeriscono le seguenti soluzioni, da verificare in sede di progetto:

- P1, pompa gemellata di prestazione pari a $10\text{ m}^3/\text{h}$ a 10 m.c.a, del tipo DAB EVOPLUS D 180/250 40 M, da alloggiare all'interno del box contenete la HP;
- P2, pompa gemellata di prestazione pari a $10\text{ m}^3/\text{h}$ a 10 m.c.a, del tipo DAB EVOPLUS D 180/250 40 M, da alloggiare all'interno del box contenete la HP;

Tutte le pompe dovranno risultare con inverter e pilotabili con protocollo Modbus.

9 Pavimento radiante

Il sistema radiante a pavimento da realizzare nel locale bar sarà un impianto di tipo tradizionale, con inserito all'interno del massetto di livellamento del PCM contenuto in appositi contenitori (Figure 9.1). Nell'ambito della presente attività, la fornitura dei contenitori di PCM non deve essere inclusa nella quantificazione economica dell'offerta, in quanto il prodotto verrà fornito direttamente dalla committenza.

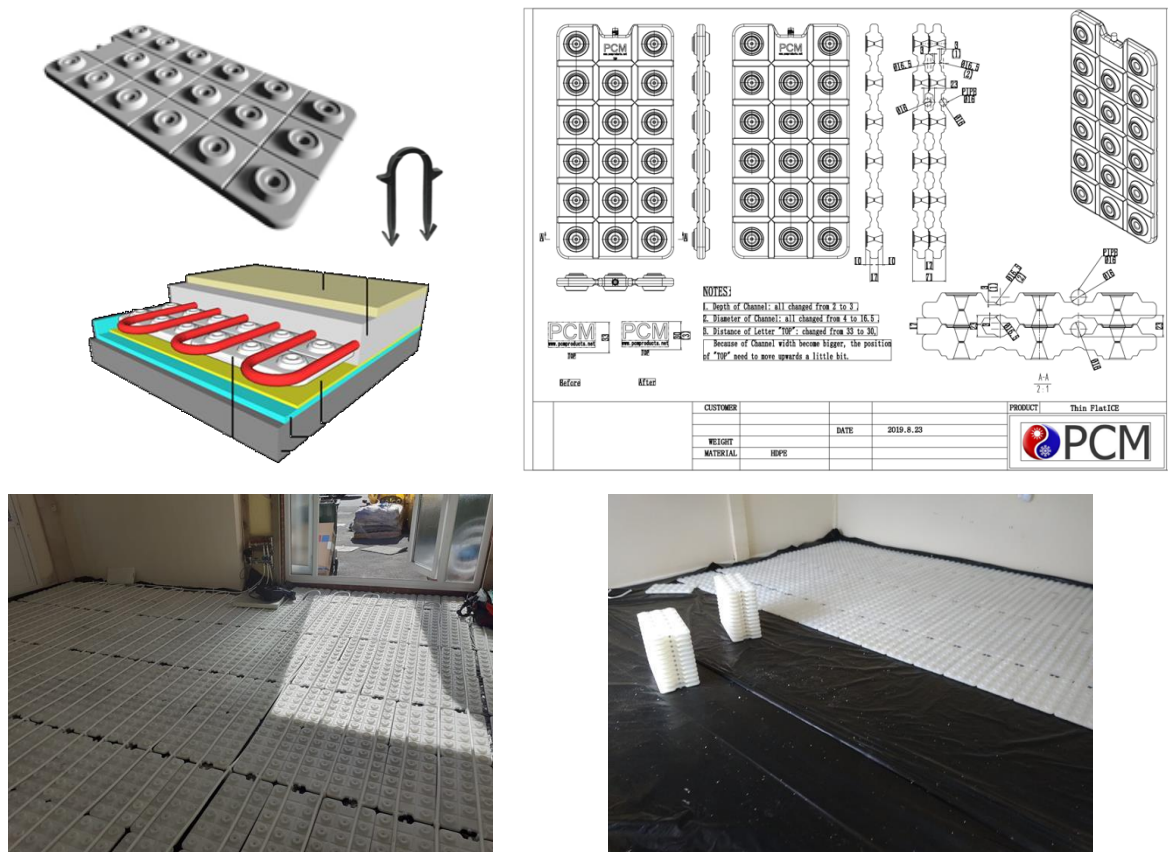


Figure 9.1 - Contenitore PCM ThinICE (PCM Products Ltd.)

In Figure 9.2 è rappresentata la schematizzazione della sezione tipo del pavimento con la posizione dei container di PCM alloggiati nel massetto; gli strati che ne compongono la stratigrafia sono riportati in Tabella 4.1. La stratigrafia definitiva del sistema radiante potrà discostarsi da quella riportata nel presente documento in funzione di eventuali esigenze realizzative che ne rendano necessaria la modifica. Qualsiasi variazione dovrà necessariamente essere comunicata preventivamente e concordata con la committenza per la verifica delle funzionalità richieste al sottosistema di impianto. A titolo di esempio, i container di PCM rappresentati ad una distanza di 2cm dalla superficie superiore del pannello isolante, potranno essere disposti in appoggio su quest'ultimo prevedendo comunque il riempimento dei vuoti della parte sottostante, ad esempio con sabbia, per garantire la ripartizione del carico del pacchetto radiante.

L'installazione del sistema prevede la demolizione del pavimento e del sottofondo esistente, su cui verrà realizzato un nuovo sottofondo in cls magro 200q.li/m3 armato con rete e.s.

10x10 (layer n.11). Su quest'ultimo verrà posata una membrana impermeabilizzante (layer n.10), il pannello isolante ad alta densità (layer n.9), e nuovamente un telo impermeabilizzante (layer n.8). Uno strato di sabbia umida debolmente miscelata con cemento (layer n.7), o altra soluzione proposta dall'offerente, sarà disposto sulla membrana; con strato ancora fresco, verranno posizionati i contenitori plastici di PCM (layer n.6) con azioni adeguate alla compenetrazione e appoggio al sottostante strato di isolante. Una volta completato e asciugato, sarà installato il tubo (layer n.5) con passo 8 cm, che passerà in corrispondenza delle scanalature presenti tra le bugne dei contenitori di PCM e fissato con clip, come illustrato nella Figure 9.1 e Figure 9.2. In seguito, verrà posata una ulteriore rete elettrosaldata 10x10 (layer n.4) e sarà realizzato il massetto finale (layer n.3). Nel caso di pavimentazione non incollata su massetto, previa posa di apposito tappetino sottopavimento (layer n.2), il sistema sarà completato con la finitura selezionata (layer n.1). Anche la finitura proposta nella sezione tipo può essere sostituita con altre tipologie che rispettino i requisiti di utilizzo del locale come ambiente ad uso pubblico.

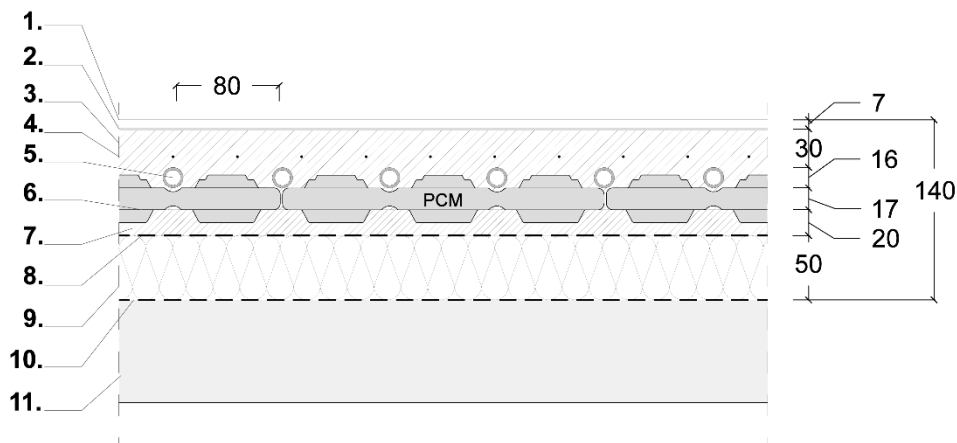


Figure 9.2 - Sezione tipo del sistema radiante con PCM

Tabella 9.1 – Stratigrafia indicativa del pavimento radiante con PCM

Layer	Descrizione
1	Finitura
2	Tappetino sottopavimento
3	Massetto
4	Rete elettrosaldata
5	Tubi Ø 16x2 mm
6	PCM
7	Massetto autolivellante
8	Membrana impermeabilizzante
9	Pannello isolante
10	Membrana impermeabilizzante
11	Sottofondo esistente su cui eseguire eventuale livellamento se necessario

La resa del sistema radiante in condizioni di funzionamento stazionario è stata valutata indicativamente in 74 W/m^2 in riscaldamento e in 42 W/m^2 in regime di raffrescamento, per valori di differenza di temperatura equivalente tra la temperatura media del fluido termovettore e quella dell'aria ambiente pari a 13°C e 13°C rispettivamente (DT

mandata/ritorno 4°C in riscaldamento e 2°C in raffrescamento). Lo scambio termico lato acqua è stato valutato in 84 W/m² in riscaldamento e in 56 W/m² in raffrescamento, considerando una temperatura media del terreno pari a 14°C.

In Figure 9.3 si riportano gli andamenti di resa del sistema radiante in funzione della differenza di temperatura tra fluido termovettore e aria ambiente. Il punto di lavoro nel grafico rappresenta le condizioni richiamate al paragrafo precedente della presente sezione del documento. In ascissa il valore riportato è la differenza di temperatura media logaritmica equivalente.

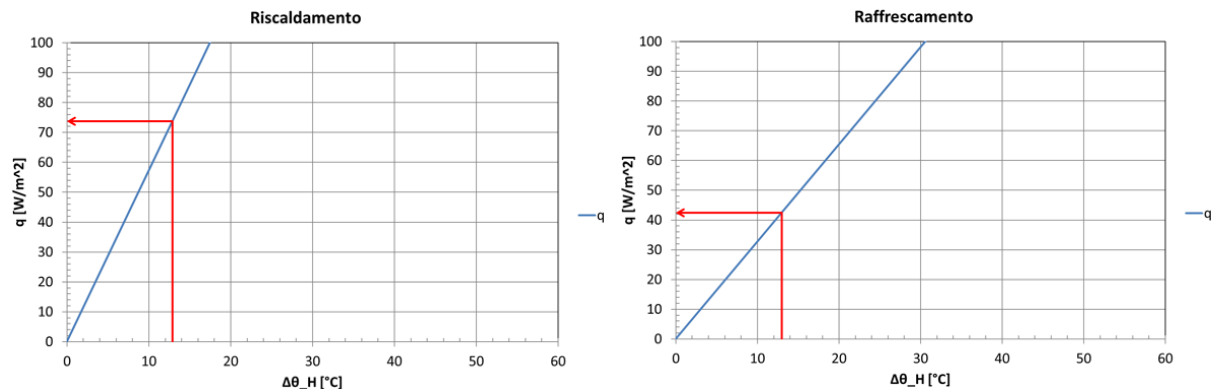


Figure 9.3 - Resa del sistema radiante in funzione del salto termico tra fluido termovettore e aria ambiente.

In Tabella 9.2 sono riassunte le proprietà termiche e geometriche del sistema radiante utilizzate come riferimento per la valutazione della resa termica del pacchetto costruttivo.

Tabella 9.2 - Caratteristiche tecniche indicative del sistema radiante

Grandezza	Valore	u.m.
Spessore Pannello Isolante	50	[mm]
Conduttività termica isolante	0.04	[W/(m K)]
Diametro interno tubi	12	[mm]
Diametro esterno tubi	16	[mm]
Conduttività termica tubi	0.35	[mm]
Passo dei tubi	80	[mm]
Spessore massetto sopra tubi	30	[mm]
Conduttività termica massetto	1.2	[W/(m K)]
Spessore finitura	5	[mm]
Conduttività termica finitura (da confermare in fase finale)	0.35	[W/(m K)]

Il sistema radiante dovrà essere realizzato nella sola zona bar con esclusione della zona occupata dal bancone (per un'estensione superficiale pari a circa 110 m²). Quest'ultimo, durante le opere di demolizione, non verrà rimosso e si dovrà quindi seguirne il profilo dello stesso durante la rimozione della pavimentazione esistente, per poi operare con la posa del sistema ed eventualmente valutare l'esigenza di dover incrementare di qualche centimetro il nuovo livello della pavimentazione rispetto al livello attuale.

La zona occupata dalla pavimentazione radiante è riportata indicativamente in Figure 9.4.

Considerando una superficie utile radiante di circa 100m², durante la fase di realizzazione della pavimentazione si dovranno installare un totale di 900 ThinICE all'interno del pacchetto radiante, circa il 50% dei quali saranno caratterizzati da una temperatura di melting adatta a

sfruttare l'effetto del PCM in regime estivo, mentre il restante 50% avrà una temperatura di melting appropriata per il regime invernale. La distribuzione spaziale delle due tipologie, che avranno comunque la stessa forma, verrà fornita dalla committenza durante lo svolgimento delle attività.

Durante la fase progettuale la committenza supervisionerà lo svolgimento dei lavori. In questa prima fase sono state fatte alcune ipotesi sui passaggi delle tubazioni di mandata e ritorno e sul posizionamento del collettore di distribuzione (vedi Figure 4.2). Tutte queste ipotesi dovranno essere vagliate e confermate a seguito del sopralluogo e del conferimento di incarico delle presenti attività che includono anche la progettazione definitiva.

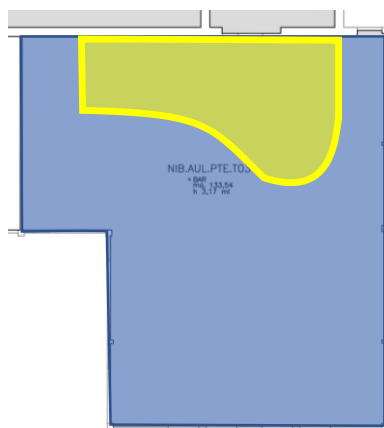


Figure 9.4 - Pavimento radiante (area blue) e bancone (area gialla); esempio di posa dei ThinICE.

Il collettore di distribuzione, come da schema riportato in precedenza potrà essere installato sul lato Dx del bancone del bar presso la vetrata mediante un mobiletto esterno in appoggio o simile. Le tubazioni di mandata e ritorno e la linea elettrica per l'alimentazione del circolatore integrato passeranno esternamente all'edificio per poi accedere al locale in corrispondenza del perimetro del bar. Un'immagine della zona di ingresso delle tubazioni è riportata in Figure 9.5.

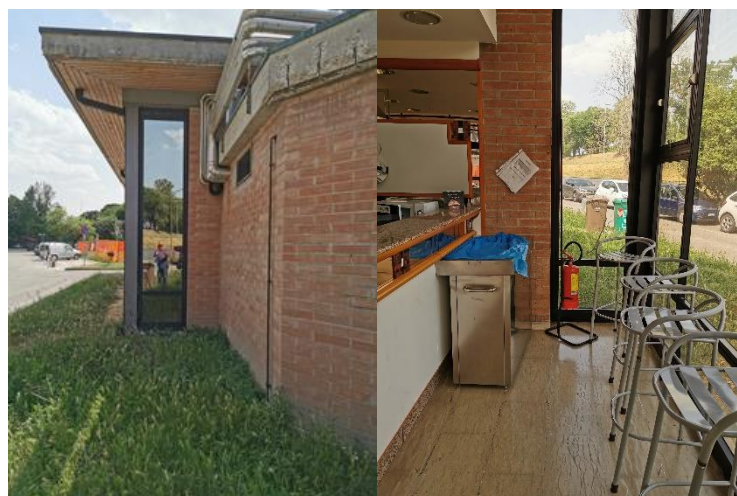


Figure 9.5 Zona di ingresso tubazioni di adduzione al sistema radiante

10 Impianto elettrico e linee dati

Nell'offerta deve essere inclusa la realizzazione dell'impianto elettrico e di trasmissione dei dati dedicato al sistema che verrà realizzato presso il sito. L'offerta dovrà inoltre includere la fornitura, posa e avviamento di un quadro elettrico che abbia caratteristiche coerenti con l'impianto elettrico che verrà realizzato.

Il posizionamento e la disposizione del quadro elettrico verranno concordate con la committenza.

Le caratteristiche principali richieste per questa parte dei lavori sono di seguito riassunte:

- dispositivi con bus di campo tipo Modbus RTU e/o Modbus TCP o Mbus;
- cavi di segnale tipo LiYCY;
- tutti i dispositivi "complessi" (pompe, pompa di calore, aerotermo etc) protetti da magnetotermici dedicati e controllati da contattore o relè in 24Vdc, dotati anche di energy meter con comunicazione in Modbus (stile Easton SDM 120);
- tutte le protezioni (magnetotermici e differenziali) con contatto ausiliario per collegamento a PLC terze parti;
- diodi soppressori tipo Schneider LAD4D3U per ogni relè/contattore in 24Vdc;
- 24Vdc e ground riportati su almeno 4 morsetti a testa su morsettiera facilmente accessibile;
- se in 24Vdc, valvole protette da fusibile con portafusibile da barra DIN, facilmente accessibile;
- comando valvole proporzionali in bus di campo Modbus;
- morsettiera accessibili per poter connettere/disconnettere le linee di comunicazione;
- morsettiera libere per eventuali modifiche/test durante il debug dell'impianto;
- switch ethernet con almeno 16 porte;
- spazio aggiuntivo nel quadro (almeno una barra DIN libera);
- luce interna al quadro per visibilità;
- presa Schuko interna al quadro, per collegamento pc / altro;
- trasformatore 230Vac / 24 Vac - 2A, per evenienze.

È da valutare assieme alla committenza la possibilità di splittare le linee di comunicazione in più sezioni diverse, laddove le specifiche della comunicazione non siano identiche per tutti i dispositivi (es baudrate, stop bits, parità etc.).

In Figure 10.1 è riportata un'immagine del sistema CUBICLE (fornito da uno dei partner del progetto IDEAS) che dovrà essere installato e collegato alla rete di gestione dell'impianto (ingombro 600 x 1000 x 300). Il sistema gestisce l'impianto mediante protocollo di comunicazione Modbus, consentendo di pilotare in modalità automatica o manuale gli attuatori e i dispositivi del sistema, e dovrà interfacciarsi con la pompa di calore per gestire i parametri principali di funzionamento. In Figure 10.2 sono riportate alcune immagini esemplificative della Graphical User Interface (GUI) del sistema CUBICLE.



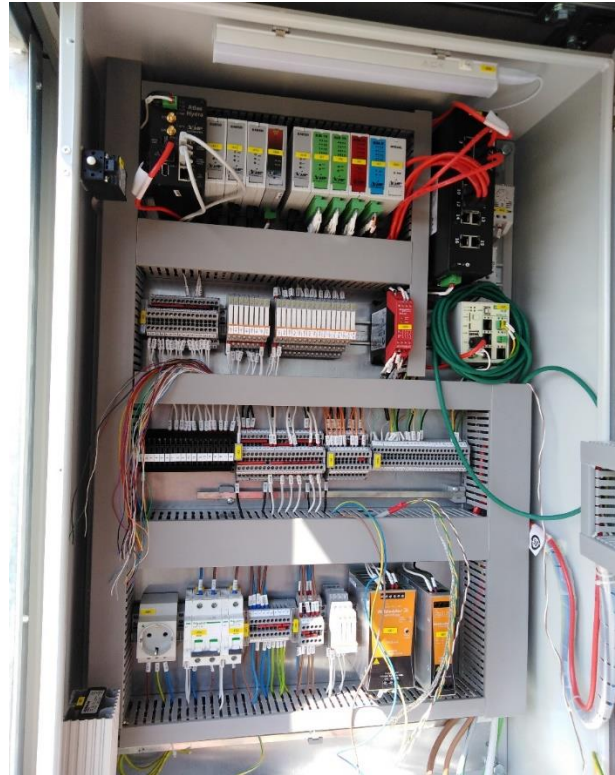


Figure 10.1 - Immagine del quadro elettrico del sistema di gestione CUBICLE (dim. 600 x 1000 x 300mm)

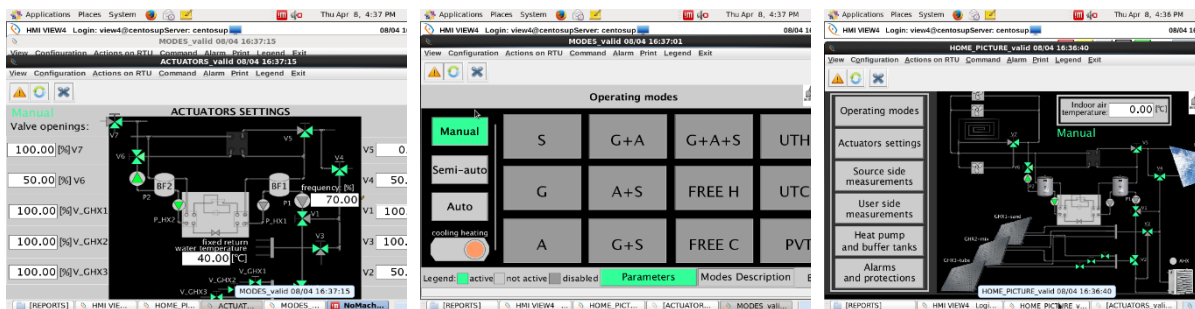


Figure 10.2 - Graphical User Interface (GUI) del sistema CUBICLE

Il quadro elettrico a servizio della centrale termica e il CUBICLE sono previsti alloggiati nel sotto-aula dove verrà realizzata la centrale termica dell'impianto. Da questa posizione risulta possibile collegarsi all'ambiente dei quadri elettrici generali dell'intero complesso (Figure 10.3) attraverso il cunicolo presente sotto l'aula (Figure 10.4). Nella struttura è inoltre presente un accesso presidiato alla copertura soprastante attraverso cui potrebbero essere collegati i nuovi pannelli PVT.



Figure 10.3 - Locale Quadri elettrici della struttura



Figure 10.4 - Cunicolo al di sotto dell'aula a gradoni

11 Sistema di monitoraggio

L'offerta deve includere la fornitura, posa e avviamento della strumentazione di monitoraggio, che comprende i seguenti dispositivi con protocollo ModBus:

- contacalorie (flow meter);
- energy meter;
- sensore di temperatura e umidità da installare entro il bar;
- n.10 Pt100 a 4 fili da collegare al CUBICLE;

A cura del committente è inoltre prevista la installazione di una stazione meteo DAVIS (e relativo convertitore MODBUS) con centralina di controllo interno, in grado di leggere temperatura e umidità (anche interni), irraggiamento, piovosità, vento (direzione e velocità), dotata anche di sensori digitali di temperatura multipunto, in grado di rilevare la temperatura del terreno a diverse profondità (almeno 4 profondità).

Uno schema del posizionamento delle sonde e della strumentazione di cui prevedere l'installazione è riportato in Figure 11.1. Si evidenzia che un contacalorie andrà installato per contabilizzare la UTA esistente.

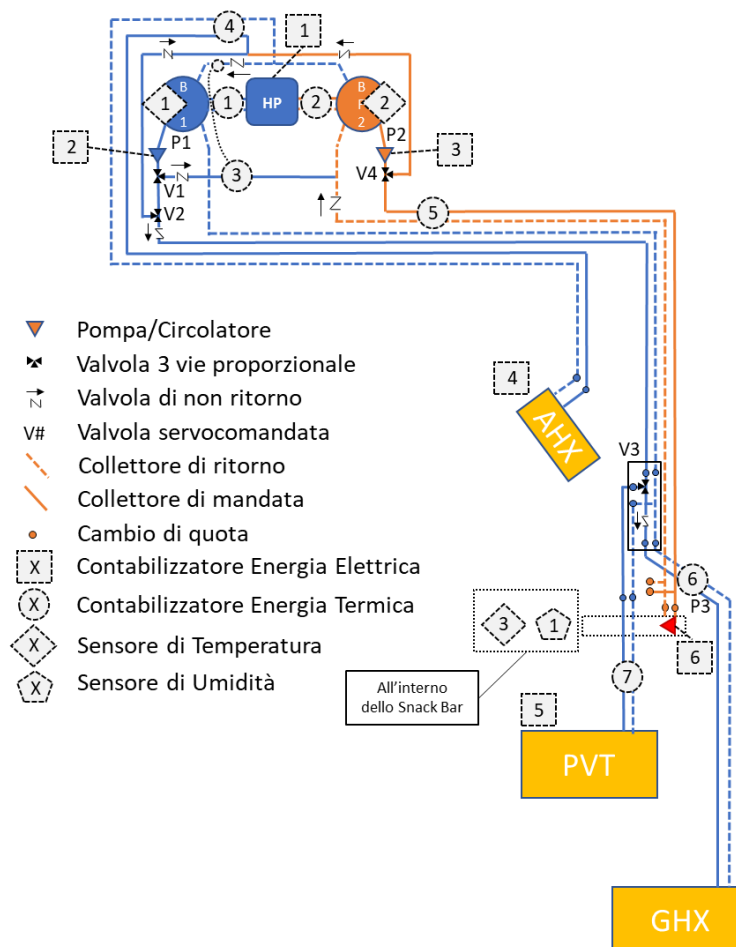


Figure 11.1 - Schema sistema di monitoraggio impianto

Le caratteristiche richieste alla strumentazione da utilizzare sono riportate in Tabella 11.1.

Tabella 11.1. Caratteristiche principali richieste per la strumentazione di monitoraggio da installare nell'impianto

	Contacalorie (flow meter)	Energy meter	Sensori di temperatura	Stazione meteo
Grandezze misurate	portata istantanea e massima, potenza istantanea e massima, temperatura di mandata, temperatura di ritorno, salto termico, conteggio progressivo delle calorie e frigorie	assorbimento istantaneo e storico cumulativo dei kWh	temperatura	In esterno: <ul style="list-style-type: none"> - temperatura aria - umidità aria - velocità e direzione vento - radiazione solare - UV - temperatura terreno (n.4) In interno: <ul style="list-style-type: none"> - temperatura aria umidità aria
Protocollo di comunicazione trasmissione dati richiesti	Modbus RTU o Modbus TCP o Mbus	Modbus RTU o Modbus TCP o Mbus	–	Radio tra stazione e console interna, Modbus tra console e CUBICLE attraverso apposito convertitore
Precisione e accuracy	temperatura: precisione fino ad almeno la prima cifra decimale, accuracy > 0.3°C portata: 1% della massima portata di linea Precisione globale della misura di energia: ±5%	+/-5W	accuracy < 0.3°C	varie a seconda del sensore
Alimentazione	batteria	–	–	Solare e batteria tampone
Installazione	possibilità di installazione su tubazioni con diametri diversi, in caso di installazione all'esterno prevedere l'alloggiamento in apposite cassette di derivazione a protezione IP65	–	predisporre alloggiamento adatto ad ospitare il sensore all'interno del serbatoio e nei pozzetti geotermici	Stazione: su palo in terreno Console: a parete in interno E' da ricomprendere l'eventuale software di visualizzazione su PC. Nel caso di DAVIS: <i>WEATHERLINK</i>

Prodotto di riferimento ¹	<p><u>Per circuiti con DT > 3°C (n. 5 unità per misuratori M1, M2, M3, M7, M8)</u></p> <p>Maddalena, Microclima U link al prodotto: https://www.maddalena.it/prodotti/energiatermica/microclima-u/95</p> <p>Bmeters HYDROSONIS-ULC link al prodotto: https://www.bmeters.com/it/bm_product/hydrosonis-ulc/</p> <p>ISOIL IFX-E3 Link al prodotto: https://www.isoil.it/prodotto/contabilizzatore-di-energia-termica-ifx-e3-isoflux/ - (solo per applicazioni con acqua pura)</p> <p><u>Per circuiti con DT ≤ 3°C (n.3 unità per misuratori M4, M5, M6)</u></p> <p>ISOIL IFX-M4-04 Link al prodotto: https://www.isoil.it/prodotto/isoflux-contabilizzatore-di-energia-ifx-serie-04/</p> <p>ISOIL IFX-M4-03 Link al prodotto: https://www.isoil.it/prodotto/isoflux-contabilizzatore-di-energia-ifx-serie-03/</p>	<p>EASTRON, SDM120M link al prodotto: https://www.eastroneurope.com/products/vi-ew/sdm120modbus Carlo Gavazzi, EM112DINAV01XS1X link al prodotto: https://it.farnell.com/carlo-gavazzi/em112dinav01xs1x/misuratore-energia-digitale-1fa/dp/2672858</p>	<p>PT100 Classe A da pozzetto Link al prodotto: https://www.geass.com/pt100-industriale-a-pozzetto-din-b-geass/</p>	<p>DAVIS VANTAGE PRO 2</p>
Quantità	n.8	n.7	n.10	n.1

¹ i link riportati hanno lo scopo di fornire un riferimento, per la selezione definitiva della strumentazione, le cui prestazioni dovranno essere preventivamente condivise con la committenza e da questa approvate. Verificare la compatibilità con miscela acqua/glicole dove presente nei circuiti.

12 Elenco preliminare delle principali opere, lavorazioni e forniture

Fatte salve attività e soluzioni offerte in alternativa e miglioramento delle funzionalità e prestazioni dell'impianto, le opere, le forniture e i servizi più rilevanti da ricomprendere nell'offerta sono qui ripartiti nelle seguenti categorie:

- edile, che comprende la realizzazione del pavimento radiante e le opere di carpenteria e lattoneria;
- circuito geotermico, che comprende gli scavi per la realizzazione delle trincee nella quale verranno posizionati i pannelli geotermici, il piping delle connessioni superficiali e il drenaggio;
- circuito idraulico, comprendente le opere di scavo e demolizione per collegare il nuovo impianto e il piping di collegamento;
- opere elettromeccaniche (HP, valvole attuate, etc.);
- circuito elettrico e automazione;
- formazione di linee dati e sensoristica;
- forniture specifiche.

All'interno della centrale termica dovranno essere alloggiati i seguenti componenti di impianto:

- la pompa di calore (fornita dal committente);
- gli accumuli termici BF1 e BF2;
- i circolatori P1 e P2;
- il quadro di gestione del CUBICLE (fornito dal committente);
- il nuovo quadro elettrico con i centri di costo dell'energia elettrica.

Le principali forniture del Committente saranno:

- gli scambiatori geotermici;
- la pompa di calore;
- i due circolatori P1 e P2;
- il dry-cooler;
- i contacalorie;
- una stazione meteorologica completa di sensori terreno e filtro di conversione Modbus
- un sensore di temperatura e umidità.

Nelle tabelle successive sono riportate le quantità sommariamente stimate sulla base del metaprogetto qui presentato e messo a disposizione, assieme ai principali servizi previsti.

Sebbene l'offerta sia da considerare a corpo per le diverse attività descritte, la committenza si riserva la possibilità di ridurre/aumentare le quantità in ragione di specifiche esigenze.

Nel rispetto delle funzionalità descritte per l'impianto nel presente documento, rimane unicamente a carico dell'offerente una valutazione di maggior dettaglio, proponendo nel caso



anche differenti soluzioni tecniche, in ragione del progetto complessivo che lo stesso dovrà comporre per lo svolgimento delle opere, come previsto nell'offerta stessa.

12.1 Pavimento radiante

<i>Lavorazione</i>	<i>Fattore x N x (lung. x alt. x larg.)</i>	<i>Quantità</i>	<i>Importo offerto</i>
Demolizione del pavimento e del sottofondo esistente entro l'area pubblica dello snack-bar per circa 20cm dall'attuale piano di calpestio e comunque sino ad una profondità adeguata alla realizzazione di una sottofondazione, compreso lo smaltimento in discarica delle macerie	120m ² x 0.18m	22m3	
Formazione di sottofondazione di livellamento (s>6cm) realizzata con cls magro (2.0 q.li/m ³) e rete elettrosaldata 10x10	120m ²	120m2	
Fornitura e posa di membrana impermeabilizzante e strato isolante (>5cm) in materiale adeguato al carico sovrastante (container PCM), come da schema progettuale	120m ²	120m2	
Realizzazione di pavimento radiante a passo 8 cm, eseguito come da schema progettuale con la posa di piping PE-Xa 16mm disposto a contatto dei container di PCM (forniti dal committente), i container dovranno essere disposti in appoggio su letto cementizio per consentire una distribuzione uniforme del carico della pavimentazione, getto di massetto ad elevata conducibilità termica idoneo per pavimentazioni di tipo radiante (>5 W/mK), eventualmente anche del tipo autolivellante, finitura in doghe in PVC autoposante adatto per aree pubbliche, tipo <i>Gerflor</i> , e relativo battiscopa. Eventuali differenti finiture per la pavimentazione posso essere proposte in alternativa.	120m ²	120m2	
Formazione dell'alloggiamento del collettore di distribuzione al pavimento radiante, pompa di alimentazione (P3) e gruppo di regolazione termica a punto fisso per il riscaldamento e il raffrescamento, eseguito mediante realizzazione sopra pavimento di un volume chiuso e accessibile per manutenzione, installato in angolo tra il bancone e le vetrate (area Nord-Est del bar). Considerata la superficie occupata, tale volumetria dovrà consentire la disposizione di un piano orizzontale per l'appoggio e la fruizione da parte degli avventori	1	1	
TOTALE			

12.2 Circuito geotermico e piping esterno entro-terra

<i>Lavorazione</i>	<i>Fattore x N x (lung. x alt. x larg.)</i>	<i>Quantità</i>	<i>Importo offerto</i>
Esecuzione di scavo a sezione obbligatoria (0.4-0.6 m) per l'alloggiamento degli scambiatori geotermici (n.8 linee da 6 pannelli ciascuna), spinto sino ad una profondità massima di 2.5m dal piano campagna, in assenza di armatura dello scavo e con l'esclusione assoluta di accesso allo stesso. È ricompresa ogni attività di rinterro finale con materiale di scavo eventualmente vagliato, lo smaltimento in discarica delle terre eccedenti, la piantumazione finale per il ripristino a prato	1.2 x 8 x (13m x 2.5m x 0.5m)	156m3	
Formazione e alloggiamento entro scavo predisposto e computato a parte di linea geotermica composta da n.6 pannelli in HDPE (forniti dal	8	8	



<p>committente) comprensiva delle opere per la formazione della connessione idraulica eseguite con manicotti DN25, di quelle per il collegamento dei collettori verticali DN40 sui pannelli di alimentazione/scarico di linea e delle attività necessarie per l'alloggiamento entro scavo (compensato a parte). Ciascuna linea andrà assemblata a bordo scavo, collaudata con prova di tenuta idraulica ad almeno 1.5bar (nessuna variazione nelle 12h successive) e quindi alloggiata su allettamento in sabbia (s=10cm, compensato a parte) in una unica fase al centro della trincea mediante adeguate imbragature</p>			
<p>Fornitura e posa di sabbia per allettamento e rinfiando degli scambiatori geotermici</p>	<p>1.1 x 8 x (13m x 1.3m x 0.5m)</p>	<p>74.4m³</p>	
<p>Fornitura e posa di doppio tubo corrugato doppia parete DN80 LDPE fessurato, disposto su ogni lato e per ogni linea geotermica. Il corrugato verrà collegato a pozzetto di confluenza, compensato a parte, disposto in testa alla linea geotermica.</p>	<p>2 x 1.15 x 8 x 13m</p>	<p>257.6m</p>	
<p>Fornitura e posa di pozzetti aperti di alimentazione/scarico alle singole linee geotermiche (n.8), comprensivo dello scavo, della fornitura e posa di ghiaia di drenaggio posto al fondo del pozzetto su TNT 200 g/m², del pozzetto in cls con chiusino B125, e più in dettaglio come da particolare tecnico riportato in relazione. La dimensione del pozzetto è legata alla praticità di installazione e manovra del piping in pressione di alimentazione alla linea geotermica (DN63, DN40). È ricompresa ogni attività di rinterro con materiale di scavo eventualmente vagliato, lo smaltimento in discarica delle terre eccedenti, la piantumazione finale per il ripristino a prato</p>	<p>2 x 8</p>	<p>16</p>	
<p>Fornitura e posa dei pezzi speciali per il collegamento della linea geotermica alla mandata/ritorno generale svolto entro pozzetto (compensato a parte), comprensivo di manicotto di derivazione dalla mandata/confluenza al ritorno, valvola DN40 di sezionamento in PVC-U, croce DN40 in PVC-U, sfiato, pozzetto metallico per l'eventuale alloggiamento di sensore, manicotto per il collegamento al tubo DN40 di alimentazione/scarico al pannello geotermico di testa/coda di ogni linea, compreso ogni ulteriore pezzo speciale e lavorazione per dare il lavoro finito come precisato in relazione</p>	<p>2 x 8</p>	<p>16</p>	
<p>Formazione di sistema fognario di alimentazione ai dispersori di trincea composto da: - linea DN110 in PVC SN4 di derivazione delle acque meteoriche dei NIB eseguita intervenendo su pozzetto esistente e disponendo una confluenza entro nuovo pozzetto in cls (n.1, 60x60) - linea DN110 in PVC SN4 di distribuzione a nuovi pozzetti (n.8, 40x40) per l'alimentazione delle linee geotermiche, disposti in prossimità dei rispettivi pozzetti di alimentazione della linea DN63 in pressione E' ricompresa la fornitura, posa e svolgimento di ogni elemento e attività necessari al completamento del lavoro con esclusione di chiusi B125, la cementazione degli imbocchi/sbocchi dei collettori DN110 nei pozzetti, lo scavo e rinterro con materiale di scavo eventualmente vagliato, lo smaltimento in discarica delle terre eccedenti, la piantumazione finale per il ripristino a prato</p>	<p>1</p>	<p>1</p>	
<p>Fornitura e posa dei collettori generali per l'alimentazione del campo geotermico (tratto esterno) del tipo DN63 in HDPE PE100 PN12.5, alloggiati entro scavo (profondità > 0.7m) qui ricompreso assieme ad ogni attività di rinterro con materiale di scavo eventualmente vagliato, lo smaltimento in discarica delle terre eccedenti, la piantumazione finale per il ripristino a prato. Sono compresi tutti i pezzi speciali necessari a seguire il tracciato progettuale. Il solo collettore di ritorno andrà coibentato con isolante a celle chiuse</p>	<p>80m +120m</p>	<p>200m</p>	



(16mm) e posto entro corrugato in HDPE a doppia parte di adeguata dimensione			
Taglio e ripristino di pavimentazione stradale di tipo bituminoso interessata dal passaggio dei collettori geotermici generali di mandata e ritorno, comprensivo dello scavo e del rinterro di alloggiamento dei collettori	10m	10m	
TOTALE			

12.3 Circuito idraulico e piping fuori-terra

<i>Lavorazione</i>	<i>Fattore x N x (lung. x alt. x larg.)</i>	<i>Quantità</i>	<i>Importo offerto</i>
- Fornitura e posa di collettori generali di mandata/ritorno DN63 in HDPE PE100 PN12.5 con isolamento a celle chiuse (16mm). I collettori si intendono rivestiti in lamierino di alluminio quando posati in esterno, mentre in foglio di PVC quando posati in ambienti interni. Sono ricomprese tutte le forniture e opere di attraversamento, aggancio e fissaggio alle superfici di transito, nonché tutti i pezzi speciali per seguire il tracciato progettuale, indicativamente così sintetizzabile: - dal vano tecnico posto sotto l'aula alla sezione PVT - dal vano tecnico alla sezione aria (dry cooler) - dalla sezione PVT alla sezione geotermica per il tratto fuori-terra	1.2 x 2 x 30m + 1.2 x 2 x 20m + 1.2 x 2 x 15m	154m	
Formazione di predisposizione su mandata e ritorno generale lato sorgenti (DN63) per il successivo collegamento della sezione PVT, eseguito mediante fornitura e installazione di pezzo speciale a Tee e valvola di sezionamento	1	1	
Fornitura e posa dei collettori di mandata e ritorno dalla centrale termica alla cassetta del pavimento radiante. I collettori saranno di diametro interno non inferiore a DN50 sino alla predisposizione per la derivazione alla UTA (circa 30m) e quindi di diametro non inferiore a DN40 sino alla cassetta di distribuzione del pavimento radiante (circa 15m). Tutti i collettori dovranno risultare coibentati (spessore >6mm) e protetti con guaina in PVC (se interni) o alluminio (se esterni). L'installazione in ambienti interni è prevista fuori traccia e condotta mediante collari a parete/soffitto	DN 40 15m DN 50 30m	45m	
Collegamento della UTA esistente eseguito su mandata e ritorno generale lato utenza (DN50) mediante fornitura e installazione di pezzo speciale a Tee e n.2 valvole di sezionamento, sezionamento dei collettori esistenti di alimentazione mediante n.2 valvole di sezionamento	1	1	
Fornitura e posa di piping inteso come tubi, pezzi speciali, sistemi di ancoraggi ed isolamento termico, così come previsto alla centrale termica per la conduzione della centrale termica secondo tutti gli stati operativi previsti in relazione tecnica. Il tipo di tubazione dovrà essere preferibilmente di tipo metallico (compatibile con l'utilizzo di miscela acqua e glicole come fluido termovettore) e di diametro adeguato al funzionamento della HP in accoppiamento con gli accumuli termici. La tubazione dovrà essere adeguatamente coibentata per limitare dispersioni termiche e i fenomeni di condensa. E' ricompreso anche tutto il valvolame necessario allo smontaggio delle diverse parti elettromeccaniche (pompe, valvole, contacalorie,	1	1	



...), al sezionamento degli accumuli e delle sezioni termiche al fine di procedere al sezionamento idraulico per motivi di manutenzione.			
Formazione di carotaggi murali per il passaggio interno-esterno dei collettori di mandata/ritorno alle diverse sezioni termiche, comprensivi anche di quanto necessario per la linea utenza interna ai locali	1	1	
TOTALE			

12.4 Opere elettromeccaniche e altre forniture

Lavorazione	Fattore x N x (lung. x alt. x larg.)	Quantità	Importo offerto
Installazione di pompa di calore a compressione di vapore (>24 kW) del tipo acqua-acqua, invertibile caldo/freddo, eventualmente dotato di inverter e controllabile via Modbus, come da specifiche riportate in relazione tecnica. La macchina sarà pilotabile via remoto nei suoi parametri essenziali e pertanto è richiesta l'assistenza per l'individuazione dei rispettivi registri Modbus. (OEM fornita da CFR)	1	1	
Fornitura e installazione di accumulo tecnico da 800l (BF1, BF2), isolato (10cm) per installazione in interno (vano tecnico), con almeno n.6 attacchi non inferiori a 2"	2	2	
Installazione di n.2 pompe di circolazione (P1, P2) per impianto termoidraulico (-10°C/+70°C) con punto di lavoro a 10 m ³ /h - 11 m.c.a., dotata di inverter e protocollo di comunicazione in Modbus, del tipo DAB EvoPlus D 180/250, del tipo gemellare. (OEM fornita da CFR)	2	2	
Fornitura e posa di valvola DN40 3 vie proporzionale servocomandata in DC24V a passaggio totale, di opportuno kv e IP, nonchè pilotabile in Modbus (preferibilmente BELIMO per compatibilità di controllo) da installare su mandata/ritorno generale (DN63). Sono ricompresi eventuali supporti per l'installazione	4	4	
Installazione di dry-cooler (AHX) per il condizionamento termico in grado di smaltire totalmente il carico termico lato condensatore in regime di raffrescamento estivo e in condizioni di progetto. L'unità sarà dotata di inverter e controllo Modbus. Per evitare problematiche di natura acustica il livello di pressione sonora deve essere <70dB). E' compresa la fornitura e posa di quinta di lamiera metallica stirata o forata, opportunamente verniciata per la schermatura. (OEM fornita da CFR)	1	1	
Fornitura e installazione di resistenza elettrica di backup (5kW) con termostato da installare su accumulo tecnico (BF1, BF2)	2	2	
Fornitura e miscelazione di glicole propilenico (20%) nel circuito sorgenti termiche (BF1)	2 x 0.2 (8 x 30l + 2 x 150m x 2.55l/m + 800l)	722 l	
Gruppo automatico di riempimento con contatore, comprensivo del collegamento alla linea acqua esistente mediante tubo multistrato	1	1	
TOTALE			

12.5 Impianto elettrico

Lavorazione	Fattore x N x (lung. x alt. x larg.)	Quantità	Importo offerto
-------------	---	----------	--------------------



Cablaggi e modifiche al quadro elettrico esistente per la derivazione della linea di potenza e il controllo di rimando al nuovo quadro posto a servizio della pompa di calore. In alternativa al quadro elettrico presso i locali del bar, dovrà essere valutata l'opportunità di derivare la potenza direttamente dai quadri generali del NIB raggiungibili attraverso i locali di servizio posti sotto l'aula	1	1	
Fornitura e installazione di un nuovo quadro elettrico presso il vano di installazione della pompa di calore, completo dei diversi dispositivi necessari al corretto sezionamento di tutti i carichi, come ad esempio la pompa di calore, le resistenze elettriche, l'inverter dei PVT, le pompe idrauliche. Ogni carico dovrà essere protetto da magnetotermico e controllato da releè/contattore (bobina in 24Vdc) con comando proveniente da altro quadro elettrico (fornito da partner estero). Tutte le protezioni esistenti dovranno essere dotate di contatto ausiliario da remotare presso altro quadro elettrico (fornito da partner estero). E' prevista l'installazione di un alimentatore 24Vdc – 5A e di un trasformatore 24Vac - 40Vac	1	1	
Fornitura e installazione del cablaggio elettrico di collegamento del campo PVT (forniti e installati da altra ditta), eseguito entro apposita canaletta sia in esterno, sia in interno	1	1	
Installazione del gruppo inverter dei PVT (OEM fornita da CFR) e collegamento al nuovo quadro elettrico	1	1	
Modifiche al quadro elettrico esistente per rendere prioritario l'impiego della produzione elettrica dal campo PVT	1	1	
Installazione e collegamento del CUBICLE presso il vano della pompa di calore	1	1	
Opere elettriche per il comando della UTA esistente da parte del CUBICLE	1	1	
Verifica e adeguamento di eventuali interferenze con le linee elettriche UNIFE attualmente a servizio dello snack-bar	1	1	
Formazione di linea vita temporanea e/o parapetti di protezione sulla copertura dello snack-bar per l'installazione in sicurezza dei pannelli PVT in copertura	2 x 12m + 10m	34m	
		TOTALE	

12.6 Linee dati e sensoristica

Lavorazione	Fattore x N x (lung. x alt. x larg.)	Quantità	Importo offerto
Fornitura e posa di cavidotto corrugato a doppia parete DN80 LDPE per il collegamento dati entro-terra di ogni singola linea geotermica, alloggiato nei medesimi scavi a sezione aperta di posa dei collettori generali di mandata e ritorno DN63, comprensivo di cavo LAN cat. 5e schermato e cavo tripolare tipo CAVO FG16OR16 o analogo. Nell'installazione si preveda la fornitura e posa di adeguati pozzetti di ispezione e passaggio cavi, un pozzetto per ogni 30m di sviluppo lineare, più ulteriori pozzetti in prossimità di variazione di direzione della posa del corrugato.	1.2 x (8 x 13m + 80m + 30m + 20m + 50 m)	370m	
Fornitura e posa di cavidotto corrugato a doppia parete DN40 LDPE per il collegamento dati entro-terra di ogni singola linea geotermica, alloggiato nei medesimi scavi a sezione chiusa di posa degli scambiatori geotermici, comprensivo di cavo LAN cat. 5e schermato e cavo tripolare tipo CAVO FG16OR16 o analogo.	1.2 x 8 x 13m	156m	



Fornitura e posa di canalina elettrica in PVC DN25 per il collegamento dati in esterno o in interno, comprese curve, collari, ganci e pezzi speciali, e comprensivo di cavo LAN cat. 5e schermato e cavo tripolare tipo CAVO FG16OR16 o analogo.	150m (stima sommaria)	150m	
Posa di sensore per il rilievo di temperatura (<0.3°C) e umidità (<5%) all'interno del locale snack-bar, con trasmissione dati secondo protocollo Modbus. E' ricompreso il collegamento al CUBICLE condotto entro la canalina dati DN25	1	1	
Fornitura e installazione di sonde di temperatura Pt100 4 fili, compresi gli eventuali pozzetti metallici di alloggiamento e guaina di protezione rigida o flessibile	10	10	
Installazione di contacalorie compatibile con le portate dei rispettivi alloggiamenti (GHX, AHX, BF1, BF2, PVT, HP1, HP2, UTA), adeguato per glicole e di caratteristiche specificate in relazione tecnica e con collegamento in bus di campo. (OEM fornite da CFR)	8	8	
Fornitura e posa di contatore elettrico <20A (P1, P2, ACS, P3, Dry cooler) con collegamento in bus di campo	5	5	
Fornitura e posa di contatore elettrico >20A (HP, PVT e Quadro Elettrico totale) con collegamento in bus di campo	3	3	
Esecuzione di collegamento dati entro canalina tra stazione meteo ed eventuali interfacce di comunicazione Modbus poste nel vano tecnico di installazione della pompa di calore	1	1	
Installazione entro lo snack-bar di display LCD (>50", tipo NEC MultiSync E507Q) per proiezione all'interno dello snack- bar del quadro sinottico dell'impianto, in posizione scelta dalla committenza. (OEM fornita da CFR)	1	1	
Fornitura e posa entro canalina di linea dati cat.6 per il collegamento dei quadri della centrale termica alla rete UNIFE	60m	60m	
		TOTALE	

12.7 Ulteriori forniture e servizi

<i>Lavorazione</i>	<i>Fattore x N x (lung. x alt. x larg.)</i>	<i>Quantità</i>	<i>Importo offerto</i>
Redazione e sottomissione documentale per l'ottenimento di ogni autorizzazione e conformità normativa pertinente alle opere in offerta, comprendendo in tale servizio la progettazione esecutiva degli interventi e il POS	1	1	
Avviamento impianto (entro ottobre 2021)	1	1	
Assistenza e manutenzione ordinaria e straordinaria in urgenza per un anno solare su tutte le parti installate	1	1	
Assistenza alla installazione del CUBICLE su indicazione del partner sviluppatore	1	1	
Fornitura e installazione di struttura metallica per l'aggancio dei due prototipi CPC-PVT/PCM (forniti dal committente)	1	1	
Installazione dei due prototipi CPC-PVT/PCM (forniti dal committente) su struttura metalli qui compensata e comprensiva del collegamento idraulico derivabile direttamente dal nuovo campo PVT attraverso valvole di sezionamento. I due pannelli risulteranno elettricamente collegati a due microinverter (OEM fornita da CFR) e posti nel vano tecnico di alloggiamento della pompa di calore, e da questi a due contatori elettrici posti nel nuovo quadro elettrico	1	1	
Oneri generali di accantieramento, comprensivi di un container uffici, bagno di servizio, collegamento elettrico, recinzione e	1	1	



quant'altro necessario ai fini delle opere e della sicurezza delle lavorazioni			
			TOTALE

13 Tempistiche e priorità dei lavori

Le attività che dovranno essere svolte presso le strutture del bar e negli spazi aperti immediatamente nelle vicinanze della struttura richiedono alcune priorità e tempi di realizzazione, coordinatamente alle attività commerciali del bar stesso.

In particolare, le opere che richiederebbero la maggiore priorità riguardano le attività di demolizione, rifacimento e installazione del sistema radiante. Il completamento di questa parte del lavoro sarebbe necessario per consentire l'utilizzo degli spazi al pubblico e ai gestori del bar con l'inizio delle attività didattiche, previsto ad oggi per metà settembre 2021.

E' tuttavia da considerare l'aleatorietà legata alla evoluzione pandemica e alle disposizioni che l'ateneo ferrarese imporrà per contenere la diffusione. In tal senso dovrà essere garantita una adeguata flessibilità che consenta, laddove emergessero interferenze con la ristorazione, il posticipo del pavimento radiante ad un periodo di fermo della stessa attività, anticipando al contempo le lavorazioni esterne e quelle della centrale termica.

Tutte le opere e attività legate alla parte elettrica, meccanica e geotermica dovranno comunque essere realizzate e completate per consentire l'avvio dell'impianto almeno in funzionamento con la sola UTA **entro il 31 Ottobre 2021.**

