



UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE

FACOLTÀ DI INGEGNERIA

Corso di Laurea Triennale in Ingegneria Edile

Progettazione integrata di un edificio adibito a mensa aziendale
della Ditta Rivacold Srl.

Integrated design of a building used as a company canteen of
Rivacold Srl.

Relatore:
Prof. Giovanni di Nicola

Tesi di Laurea di:
Patrignani Sonia

Correlatore
Patrignani Alberto

Anno Accademico 2019/2020

Sommario

Ringraziamenti.....	5
1 Premessa.....	11
2 Introduzione	13
3 L'Azienda	15
3.1 Generalità della ditta	15
3.2 Attività Svolta.....	15
3.2.1 Rivacold 1.....	16
3.2.2 Rivacold3.....	18
3.2.3 Rivacold 4.....	19
3.2.5 Rivacold 6.....	23
3.2.6 Rivacold 7.....	24
4 La struttura denominata Mensa VAG.....	26
4.1 Ubicazione.....	26
4.1.1 Piano interrato	28
4.1.2 Piano terra	29
4.1.3 Primo piano	30
Il piano primo contiene:	30
4.1.4 Secondo piano.....	31
4.1.5 copertura	32
5 Scelta e dimensionamento della tecnologie impiegate	33
5.1 Premessa	33
5.2 Impianto di climatizzazione.....	33
5.2.1 Calcoli di progetto.....	33
5.2.1.2 Elenco strutture	35
5.2.2.3 Fabbisogno energia invernale.....	38
5.3 Geotermia.....	40
5.3.1 Energia geotermica	40
5.3.2 Calore contenuto nella terra	40
5.3.3 Ciclo di Carnot.....	40
5.3.4 Funzionamento pompa di calore	42
5.3.5 Impianti a pompe di calore geotermiche.....	44
5.3.5.1 Scambiatori a bassa profondità	45
5.3.5.2 Scambiatori a media profondità.....	51

5.3.5.3 Scambiatori ad alta profondità	54
5.3.6 Circuiti di collegamento fra scambiatori di calore e PDC	55
5.3.7 Dimensionamento campo sonde geotermiche	60
5.3.7.1 Schema dell'impianto	64
5.4 Impianto di trattamento aria	71
5.5 Impianto elettrico e bulding automation	74
5.5.1 Generalità sull'impianto elettrico	74
5.5.2 Building Automation	81
5.6 Infrastrutture per la mobilità elettrica	85
6 Valutazione tecnico economica	87
6.1 Premessa	87
6.2 Analisi e valutazione del sistema di generazione	87
6.3 Stima costi	90
6.3.1 stima costi impianto termo meccanico	90
6.3.2 stima costi impianto elettrico	91
7 Conclusioni	92
Bibliografia	93

Ringraziamenti

Questa tesi nasce per la volontà della ditta Rivacold srl, di realizzare un edificio adibito a mensa aziendale. Effettuando uno studio di fattibilità e dimensionamento degli impianti a servizio di tale struttura.

Per il lavoro svolto e per l'opportunità di aver seguito la realizzazione di un edificio nelle sue parti impiantistiche di nuova tecnologia, vorrei ringraziare l'azienda E.T.A. Ingegneria la quale ha preso in carico la commessa, permettendomi di svolgere tale progetto, ed un ringraziamento particolare al mio tutor aziendale che mi ha supportato ed aiutato durante il mio percorso e da cui ho appreso molte nozioni utili per tale lavoro.

Indice delle foto

<i>Figura 3.1 Inquadramento Riv 1 e Riv 2</i>	18
Figura 3.2 Inquadramento Riv 3.....	19
Figura 3.3 Inquadramento Riv 4.....	21
Figura 3.5 Inquadramento Riv 6.....	24
Figura 3.6 Inquadramento Riv 7.....	25
Figura 4.1 Inquadramento mensa Vag.....	26
<i>Figura 4.2 Rendering estermo</i>	27
<i>Figura4.3 Rendering interno</i>	27
<i>Figura 4.4 Rendering copertura</i>	27
Figura 4.5 planimetria autorimessa	28
Figura 4.6 planimetria piano terra	29
<i>Figura 4.8 planimetria primo secondo</i>	31
Figura 4.9 planimetria copertura	32
Figura 5.1 Ciclo pompa di calore	41
Figura 5.2 Ciclo termodinamico.....	41
Figura 5.3 Principio di funzionamento della pompa di calore	42
Figura 5.4 Esempio funzionamento pompa di calore.....	44
Figura 5.5 Scambiatori a bassa profondità	46
Figura 5.6 Scambiatori a serpentina e a chiocciola	47
Figura 5.7 Scambiatori ad anelli.....	48
Figura 5.9 Scambiatori a spirale.....	49
Figura 5.11 Scambiatori a canestri	50
Figura 5.12 Scambiatori a media profondità	51
Figura5.13 Sonda coassiale	52
Figura 5.14Pali di fondazione.....	53
Figura 5.15. Schema scambiatori ad alta profondità	54
Figura 5.16 Schema principali elementi.....	57
Fig. 5.18Schema campo sonde geotermiche	61
Fig. 5.19 Schema planimetrie sonde.....	63
Figura 5.20 Schema impianto termico.....	65
Fig. 5.21 Impianto termico autorimessa	66
Fig. 5.23 impianto termico primo piano	68
Fig. 5.24 impianto termico secondo piano	69
Fig.5.25 impianto termico copertura	70
Figura : 5.26 Scheda tecnica UTA sala mensa	72
Figura: 5.27 Scheda tecnica UTA sala dirigenti.....	73

Figura: 5.28 Scheda tecnica UTA sala conferenze.....	73
Figura 5.29 Planimetria impianto elettrico piano terra.....	78
Figura 5.30 Planimetria impianto elettrico piano primo	79
Figura 5.31 Planimetria impianto elettrico piano secondo.....	80
Fig. 5.32 - Esempio di collegamento BUS	83
Figura 5.33 Rendering illuminotecnico autorimessa.....	83
Figura5.34 Rendering illuminotecnico piano terra.....	84
Figura5.35 Renderign illuminotecnico piano primo.....	84
Figura 5.36 Rendering illuminotecnico piano secondo.....	85

Indice delle Tabelle

Tab. 5.1: Tabella dati di progetto nella conduzione invernale	34
Tab. 5.2: Tabella dati di progetto nella conduzione estiva.....	34
Tab. 5.3: Tabella elenco murature	35
Tab. 5.4: Tabella elenco pavimenti	35
Tab. 5.5: Tabella elenco componenti finestrati	38
Tab. 5.6: Tabella fabbisogno energia invernale	39

1 Premessa

Il risparmio energetico rappresenta una tematica sempre più rilevante e attuale considerando le odierne esigenze normative e la sempre e crescente volontà e necessità di salvaguardare l'ambiente. Il 40% circa del consumo europeo è imputabile agli edifici, di conseguenza risulta rilevante come questo contesto necessiti di analisi approfondite sulla costruzione e organizzazione degli edifici in modo da renderli meno energivori, riducendo le emissioni di CO₂ e i costi che gli utenti devono sostenere durante la vita utile dell'immobile. Il presente lavoro di tesi a come oggetto di studio la realizzazione di un nuovo edificio adibito a mensa aziendale la quale avrà anche spazi adibiti ad ufficio. Questo elaborato consiste in uno studio preliminare del sistema edificio impianto per soddisfare quei requisiti energetici imposti dalla Direttiva Europea 2010/31/UE e prefissati all'inizio del lavoro. Lo studio volto ha previsto un processo di ottimizzazione di differenti configurazioni impiantistiche per giungere alla miglior soluzione che consente sia un risparmio energetico che un confort interno ottimale.

2 Introduzione

La situazione delle fonti energetiche al giorno d'oggi è ben nota. Circa il 90% dell'energia primaria proviene dai combustibili fossili, una risorsa formidabile che, grazie alla scienza e allo sviluppo della tecnologia, siamo riusciti ad usare con grande vantaggio dell'umanità. Da ormai diversi anni, però, stiamo rendendoci conto che l'uso dei combustibili fossili causa gravi problemi, che ci mettono di fronte a limiti con i quali dobbiamo confrontarci. Il primo problema è che il regalo "combustibili fossili" che la Natura ci ha fatto si sta esaurendo, come accade per tutte le risorse non rinnovabili. Negli ultimi vent'anni ci siamo resi conto con sempre maggior preoccupazione che l'uso dei combustibili fossili ci pone davanti ad un altro problema. Consumando i combustibili fossili, infatti, si producono sostanze molto nocive per la salute dell'uomo (ossidi di azoto e zolfo, idrocarburi aromatici, polveri sottili, metalli pesanti, ecc.) e si immettono nell'atmosfera enormi quantità di anidride carbonica, uno dei gas responsabili per l'effetto serra che causa il riscaldamento della superficie della Terra con variazioni climatiche che potrebbero avere conseguenze disastrose. Cosa si può fare per fronteggiare la crisi energetica che già sperimentiamo e che è destinata ad aggravarsi. La risposta ha due facce: consumare meno energia e trovare fonti alternative ai combustibili fossili.

Consumare meno energia vuol dire anzitutto eliminare gli sprechi. Il risparmio energetico è la risposta più immediata, più giusta, più economica e più efficace alla crisi energetica, oltre ad essere un dovere morale. Si può consumare meno energia anche aumentando l'efficienza con cui la si usa. In questo campo c'è ampio spazio di intervento tecnologico: da una migliore coibentazione delle case ad una maggiore efficienza nei processi industriali, dalla riduzione delle perdite nei processi di conversione e trasmissione dell'energia all'uso di sistemi di illuminazione con resa più elevata, dalla riduzione dell'uso dell'auto all'uso dei trasporti pubblici. Risparmio ed efficienza energetica sono due pilastri per costruire un mondo migliore. Cercare una soluzione alla crisi energetica nelle energie rinnovabili non è quindi un capriccio, ma una necessità oggettiva. Occorre fare di questa necessità virtù. Dopo tutto, il sole è capace di fornirci in 1 ora la quantità di energia che l'umanità consuma in un intero anno; è una stazione di servizio che starà aperta per miliardi di anni, alla quale tutti possono attingere. Sta a noi ora trovare i modi giusti per utilizzare questa risorsa abbondante rinnovabile e democraticamente distribuita su tutta la Terra.

3 L'Azienda

3.1 Generalità della ditta

Ragione sociale	RIVACOLD SRL
Sede legale	VIA SICILIA 7 - VALLEFOGLIA 61022 PESARO (PU)
Unità produttiva	RIVACOLD 1 - RIVACOLD 2 - RIVACOLD 3 - RIVACOLD 4 - RIVACOLD 5 - RIVACOLD 6 - RIVACOLD 7 - VITRIFRIGO 1 - VITRIFRIGO 2 - VITRIFRIGO 3
Attività svolta	PRODUZIONE E DISTRIBUZIONE DI COMPONENTI E PRODOTTI PER LA REFRIGERAZIONE E IL CONDIZIONAMENTO

3.2 Attività Svolta

Rivacold nasce nel 1966 come fornitore di unità condensatrici e sistemi ermetici per i principali prodotti di banchi e armadi frigoriferi. Con il passare degli anni ha raggiunto una posizione di primo piano nella produzione e distribuzione di componenti e prodotti per la refrigerazione e il condizionamento. L'esperienza acquisita e la continua ricerca tecnica hanno condotto l'azienda a produrre e commercializzare prodotti conformi agli standard qualitativi e internazionali. La tendenza al continuo miglioramento tecnico e qualitativo ha portato la Rivacold a diventare un'azienda leader nella costruzione di impianti e gruppi per la refrigerazione che si dividono in tre principali linee di prodotto:

Gruppi Frigoriferi: unità di potenza, unità condensatrici aperte e carenate, gruppi monoblocco e split, centrali frigorifere multi compressore e sistemi integrati.

Scambiatori di calore: condensatori compatti e ventilati, evaporatori ventilati.

Trasporto refrigerato: gruppi refrigeranti a batteria e trazione.

L'attività produttiva viene svolta in 7 stabilimenti descritti di seguito:

3.2.1 Rivacold 1

In questa unità produttiva si effettua la produzione di diverse unità: BLACK RIVIERA, UNITA' CONDENSATRICI (COMPLETA O SENZA EVAPORATORE). Si effettua inoltre anche la ricambistica dei componenti di refrigerazione (trattasi di attività parallela a quella della produzione) definita SPEDIZIONI. Lo stabilimento è divisibile in 3 capannoni:

- 1_MAGAZZINO VIBE,
- 2_STABILIMENTO BLACK RIVIERA E SPEDIZIONI RV1 E RV2 VECCHIO,
- 3_STABILIMENTO NUOVO MP6.

I 3 stabilimenti sono collegati tramite tunnel. Inoltre è stato da poco acquisito un nuovo stabile adiacenti (BECCI) vuoto ed in fase di apprestamento. Usato come magazzino. Per ogni unità produttiva vengono effettuate una serie di lavorazioni che riporteremo sotto sinteticamente:

LINEE DI PRODUZIONE BLACK RIVIERA (capannone RV1 vecchio)

Il ciclo di lavoro delle linee BLACK RIVIERA si svolge nei seguenti punti:

- 1) MAGAZZINO: scarico e immagazzinamento della materia prima, dei semilavorati, di prodotti commerciali e di componentistica
- 2) alimentazione della produzione
- 3) PREMONTAGGIO SU BANCHI: con operazioni di ASSEMBLAGGIO, manuale con uso di attrezzi e macchine portatili., BRASATURA saldatura a gas, CABLAGGIO manuale.
- 4) 2 LINEE DI PRODUZIONE con le seguenti postazioni in entrambe
 - A) ASSEMBLAGGIO MECCANICO: manuale con uso di attrezzi e macchine.
 - B) BRASATURA: saldatura a gas
 - C) COLLAUDO CON ELIO: tramite apposita macchina
 - D) CABLAGGIO E TEST: cablaggio manuale e test elettrico
 - E) IMBALLAGGIO: su scatole di cartone con uso di macchinariI circuiti sono caricati ad azoto (usato anche per la saldatura)
- 5) PRODOTTO FINITO immagazzinato e quindi caricato su autocarro da magazzino

REPARTO SPEDIZIONI (Capannone RV2 vecchio)

Una parte sostanziale del profitto di RIVACOLD proviene dall'attività di ricambistica della componentistica impianti frigo.

L'azienda effettua cioè ordini di materiale oltre che per propri prodotti anche rivenditori e frigoristi. Questi ultimi componenti sono scaricati da magazzino in apposita area di alimentazione della

zona di spedizione. I magazzinieri stessi alimentano i banchi, ma anche gli addetti al confezionamento su banchi prelevano i componenti necessari a creare l'ordine del rivenditore/frigorista che si serve da Rivacold piuttosto che dal costruttore originale del componente (compressore, collettore, condensatore, motoventilatore).

L'addetto alle spedizioni quindi prepara il bancale, alcune volte anche effettuando assemblaggi manuali o con macchine portatili. Prepara l'imballaggio e lo lascia magazziniere per il carico dell'autocarro.

STABILIMENTO MP6.

Il ciclo di lavoro delle linee UNITA' CONDENSATRICI (COMPLETA O SENZA EVAPORATORE) si svolge nei seguenti punti:

1. MAGAZZINO: scarico e immagazzinamento della materia prima, dei semilavorati, di prodotti commerciali e di componentistica
2. alimentazione della produzione,
3. LAVORAZIONE TUBI RAME SU MACCHINE CNC: piega tubi BLM
4. BANCHI PREPARAZIONE RAME: lavorazione manuale di creazione di componenti, inguaiamento, creazione capillari con macchina automatica, brasatura
5. BANCHI PREMONTAGGIO COMPONENTI: assemblaggio e brasatura di alcuni componenti che andranno nelle linee di produzione.
6. BANCHI MONTAGGIO MOTOVENTILATORI: assemblaggio e cablaggio.
7. REALIZZAZIONE E COLLAUDO DEI QUADRI ELETTRICI: cablaggio manuale, con attrezzi e macchine portatili e successivo test elettromeccanico.
8. MONTAGGIO
9. IMBALLAGGIO: a fine montaggio con uso di sollevatore e con sparagrappe.
10. PRODOTTO FINITO immagazzinato e quindi caricato su autocarro da magazziniere



Figura 3.1 Inquadramento Riv 1 e Riv 2

3.2.2 Rivacold3

In questo stabilimento si effettua la lavorazione della lamiera per i prodotti interni (alluminio, ferro, inox). Il ciclo di lavoro si svolge nei seguenti punti:

1. SCARICO MATERIA PRIMA ED ALIMENTAZIONE MACCHINE: con muletto si scaricano i bancali di lamiera in fogli e si posizionano nei magazzini automatici di alcune macchine CNC o in apposita area nello stabilimento
2. LAVORAZIONE ALLE MACCHINE CNC: LASER, PANNELLATRICI E PUNZONATRICI: si effettua il taglio laser, la piegatura di alcune lamiera e la punzonatura con macchine automatiche a carico e scarico o automatico o gestito da operatore con carrello elevatore.
3. DISTACCO E SMERIGLIATURA. In apposita area manualmente o con martello si distaccano le lamiera precedentemente lavorate e si smerigliano per sbavarle.
4. IMBUTITURA: su presse manuali (stampaggio di alcuni particolari a freddo)
5. PIEGATURA: su piegatrici manuali
6. RIVETTATURA: su apposito banco
7. CARICO AUTOCARRO



Figura 3.2 Inquadramento Riv 3

3.2.3 Rivacold 4

In questa unità produttiva si effettua la produzione di GRUPPI MONOBLOCCO, CENTRALI, RTR E SUB-ASSEMBLY.

PRODUZIONE MONOBLOCCHI

Il ciclo di lavoro dei MONOBLOCCHI si svolge nei seguenti punti:

1. MAGAZZINO: scarico e immagazzinamento (anche su magazzino automatico) della materia prima, dei semilavorati, di prodotti commerciali e di componentistica
2. alimentazione della produzione,
3. LAVORAZIONE TUBI RAME SU MACCHINE CNC o manuali: piegatubi
4. REALIZZAZIONE E COLLAUDO DEI QUADRI ELETTRICI: cablaggio manuale, con attrezzi e macchine portatili e successivo test elettromeccanico.
5. ASSEMBLAGGIO LASTRE FONOASSORBENTI: operazioni su banchi manuali e con taglierina portatile.
6. MONTAGGIO DEI MONOBLOCCHI
7. IMBALLAGGIO MONOBLOCCHI: a fine montaggi con uso di paranco.
8. PRODOTTO FINITO immagazzinato e quindi caricato su autocarro da magazziniere

PRODUZIONE CENTRALI

Nel capannone 2B-C si producono le centrali (macchine refrigeranti di grosse dimensioni alle quali va collegata l'unità finale dal cliente)

Il ciclo di lavoro delle CENTRALI si svolge nei seguenti punti:

1. MAGAZZINO: scarico e immagazzinamento della materia prima, dei semilavorati, di prodotti commerciali e di componentistica
2. alimentazione della produzione,
3. LAVORAZIONE TUBI RAME SU PIEGATUBI, SEGA A NASTRO, ECC.
4. REALIZZAZIONE E COLLAUDO DEI QUADRI ELETTRICI IN POSTAZIONE: cablaggio manuale, con attrezzi e macchine portatili e successivo test elettromeccanico.
5. ASSEMBLAGGIO LASTRE FONOASSORBENTI: operazioni su banchi manuali e con taglierina portatile.
6. ASSEMBLAGGIO GUAINA ISOLANTI: postazione lavorazione manuale con taglierine manuali
7. MONTAGGIO CENTRALI IN 2 AREE (ISOLE PER PEZZI DI GRANDI DIMENSIONI E LINEE PER PEZZI STANDARD):
In queste produzioni di montaggio si trovano sempre le seguenti postazioni e step di montaggio:
 8. ASSEMBLAGGIO MECCANICO: manuale con uso di attrezzi e macchine portatili.
 9. BRASATURA: saldatura a gas
 10. SALDATURA ELETTRICA (TIG) IN APPOSITA POSTAZIONE O OCCASIONALMENTE IN LINEA
 11. CABLAGGIO: Vuoto, effettuazione di riempimento con azoto, cablaggio elettrico con test funzionale e test elettrico. Si preparano anche manualmente i cavi. SI EFFETTUA IL ALCUNE POSTAZIONI ANCHE LA RICERCA DI FUGHE CON ELIO (collaudo di tenuta) E CERCAFUGHE PORTATILE
 12. IMBALLAGGIO: a fine montaggio, un addetto di linea con estensibile o termoretraibile grappettato, si realizzano anche i bancali.
 13. PRODOTTO FINITO immagazzinato e quindi caricato su autocarro da magazzino



Figura 3.3 Inquadramento Riv 4

3.2.4 Rivacold 5

In questa unità produttiva si effettua la produzione di condensatori e scambiatori tramite lavorazioni meccaniche. Lo stabilimento è divisibile concettualmente in due sotto unità produttive definite RV5E e RV5C. In entrambe si svolgono le stesse lavorazioni e si realizzano sempre condensatori e scambiatori ma con la differenza delle dimensioni dei manufatti (grandi nella E e piccoli nella C).

Il ciclo di lavoro si svolge nei seguenti punti:

1. MAGAZZINO: scarico e immagazzinamento della materia prima (rotoli di tubi in rame, coils di alluminio, semilavorati di lamiera ed altro materiale vario),
2. alimentazione della produzione,
3. A. LAVORAZIONE TUBI RAME SU MACCHINE CNC: lavorazione tubi di rame (tagliatubi, forcinatrici, anellatrici, curvettatrice) RAME su reparto collettori: lavorazione con macchine per realizzare alcuni particolari (CNC, sega, trapano, mola, taglianippli) - B. LAVORAZIONE ALLUMINIO: stampaggio su presse delle alette. Alcuni pezzi vengono lavati.
4. MANDRINATRICI: macchine automatiche per l'espansione idraulica dei tubi negli scambiatori di calore,
5. ASSEMBLAGGIO SU BANCO: lavorazione manuale su banco e con macchine portatili

6. CARICA AZOTO
7. BRASATURA: saldobrasatura di precisione manuale o tramite macchina
8. COLLAUDO IN VASCA: collaudo di qualità.
9. COLLAUDO CON ELIO: collaudo di qualità.
10. IMBALLAGGIO: su bancali con reggettrici ed eventualmente realizzando il bancale con sega e sparachiodi/graffe,
11. STOCCAGGIO E SPEDIZIONE.
12. RIPARAZIONE PRODOTTO FINITO DANNEGGIATO DAL CLIENTE: lavorazioni meccaniche con trapano, smerigliatrice, saldatura elettrica, brasatura di elementi danneggiati.



Figura 3.4 Inquadramento Riv 5

3.2.5 Rivacold 6

In questa unità produttiva si effettua l'assemblaggio degli aereovaporatori. Nello stabilimento vi sono aree dedicate allo stoccaggio (magazzino) del semilavorato in ingresso e del prodotto finito imballato in uscita

Il ciclo di lavoro si svolge nei seguenti punti:

1. MATERIA PRIMA, scaricata con muletto, immagazzinata. Il mulettista provvede quindi ad alimentare i banchi.

2. ASSEMBLAGGIO

L'assemblaggio avviene sia in un mini reparto dedicato ai pezzi di grandi dimensioni che su isole su banchi in cui si assemblano quelli di medie e piccole dimensioni.

L'assemblaggio è effettuato manualmente, con l'utilizzo di attrezzi manuali e tramite avvitatori, rivettatrici e trapani elettrici e/o pneumatici. CARICA AZOTO

3. CABLAGGIO E TEST SICUREZZA ELETTRICA

Si effettua il cablaggio secondo schema elettrico dell'impianto elettrico.

Negli stessi banchi o isole si effettua il collaudo elettrico del prodotto assemblato per rilevare eventuali errori di cablaggio o pezzi commerciali non funzionanti.

4. IMBALLAGGIO

Nel reparto grandi dimensioni vi è una zona dedicata all'imballaggio, in cui l'addetto imballa il prodotto e crea il bancale ad hoc, con nastro, sparagraffe, sparachiodi, trapano, avvitatore, troncatrice per legno. Nelle isole dedicate al montaggio di pezzi di medie dimensioni, vi è altra zona dedicata all'imballaggio. Qui l'addetto movimentata con gru a bandiera il prodotto, lo inscatola e crea il bancale con spara- graffe ed usando la troncatrice se serve. Nei banchi l'imballaggio, con sparagraffe su cartone, è effettuato in linea dallo stesso assemblatore.

5. PRODOTTO FINITO immagazzinato e quindi caricato su autocarro da magazziniere.



Figura 3.5 Inquadramento Riv 6

3.2.6 Rivacold 7

In questa unità produttiva si effettuano le PROVE DI LABORATORIO (prove climatiche ed in camera anecoica) dei prodotti commercializzati dal gruppo o di ditte terze. Durante le prove potrebbe essere necessario delle piccole riparazioni che vengono eseguite su banco (si riproduce la lavorazione tipica di linea aziendale)

Gli addetti gestiscono e preparano i laboratori predisponendo gli strumenti, i materiali e i prodotti da testare, scaricano e caricano con muletto quest'ultimi.

Effettuano le prove con risultati al pc. Presente una zona dedicata allo show room a cui accedono i commerciali accompagnando i clienti.

Nello stabilimento è presente un'area MAGAZZINO per tutto il gruppo cui accedono gli autisti che scaricano, caricano con muletto materiali, semilavorati, prodotto finito, attrezzature ed impianti in disuso del gruppo.



Figura 3.6 Inquadramento Riv 7

4 La struttura denominata Mensa VAG

4.1 Ubicazione

L'area dove sorgerà l'edificio adibito a mensa aziendale è situata in una zona adiacente ad un comparto produttivo in espansione. I terreni limitrofi sono in parte occupati da stabilimenti industriali ed in parte adibiti a coltivazioni agricole di tipo seminativo. Nel raggio di 200 metri sono presenti alcuni nuclei abitativi, costituiti in prevalenza da ex case coloniche alcune delle quali disabitate; tra queste quella più vicina è di proprietà della ditta committente.



Figura 4.1 Inquadramento mensa Vag

La ditta Rivacold Srl è in fase di realizzazione del fabbricato da adibirsi ad uso mensa aziendale, denominato 'Mensa VAG'. In virtù delle accresciute dimensioni ed esigenze aziendali, la ditta Rivacold Srl, intende realizzare un nuovo fabbricato da adibire ad uso mensa ed essere così in grado di fornire anche un servizio di distribuzione pasti per i propri dipendenti, agenti e clienti. Il fabbricato è realizzato con una struttura prefabbricata costituita da pilastri, travi e pannelli in calcestruzzo armato. Le tamponature esterne sono costituite da vetrate e pareti opache realizzate con blocchi termici in laterizio, cappotto termico esterno in lana minerale (lana di roccia, lana di vetro o similari) e finitura esterna realizzata con pannelli in lamiera.



Figura 4.2 Rendering esterno



Figura4.3 Rendering interno



Figura 4.4 Rendering copertura

4.1.1 Piano interrato

Al piano interrato il fabbricato in progetto prevederà la realizzazione di un vano raggiungibile tramite rampa carrabile, adibita ad autorimessa, ma utilizzata anche dagli automezzi che dovranno accedere per lo scarico delle merci alle dispense e celle frigorifere, ivi collocate. L'estensione dell'autorimessa è di circa 775 m²

Al piano interrato verranno inoltre ricavati ambienti quali:

- spogliatoi per gli addetti alla cucina;
- sala preparazione verdure e dispensa,
- celle frigo
- corridoio di accesso alla scala interna; -
- vano tecnico che ospiterà Nr.2 serbatoi di acqua tecnica e pompe di distribuzione;

All'esterno della volumetria dell'autorimessa, in fondo alla rampa di accesso, vi è una cabina elettrica di trasformazione.

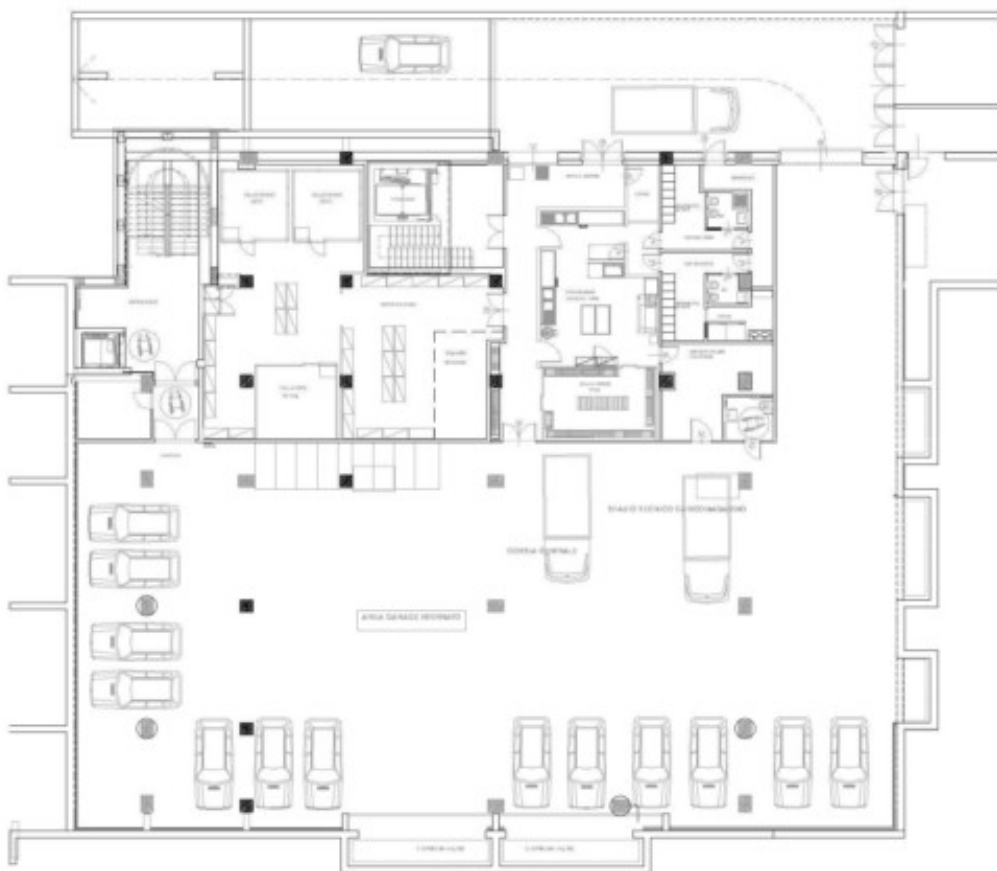


Figura 4.5 planimetria autorimessa

4.1.2 Piano terra

La sala allestita a mensa principale è situata al piano terra e avrà una capienza massima di posti a sedere per circa 390 persone, divisi in settori, distanziati da percorsi di larghezza non inferiore a 1,2m, per permettere un facile ed ordinato esodo degli occupanti alle uscite di sicurezza situate sui lati opposti della sala.

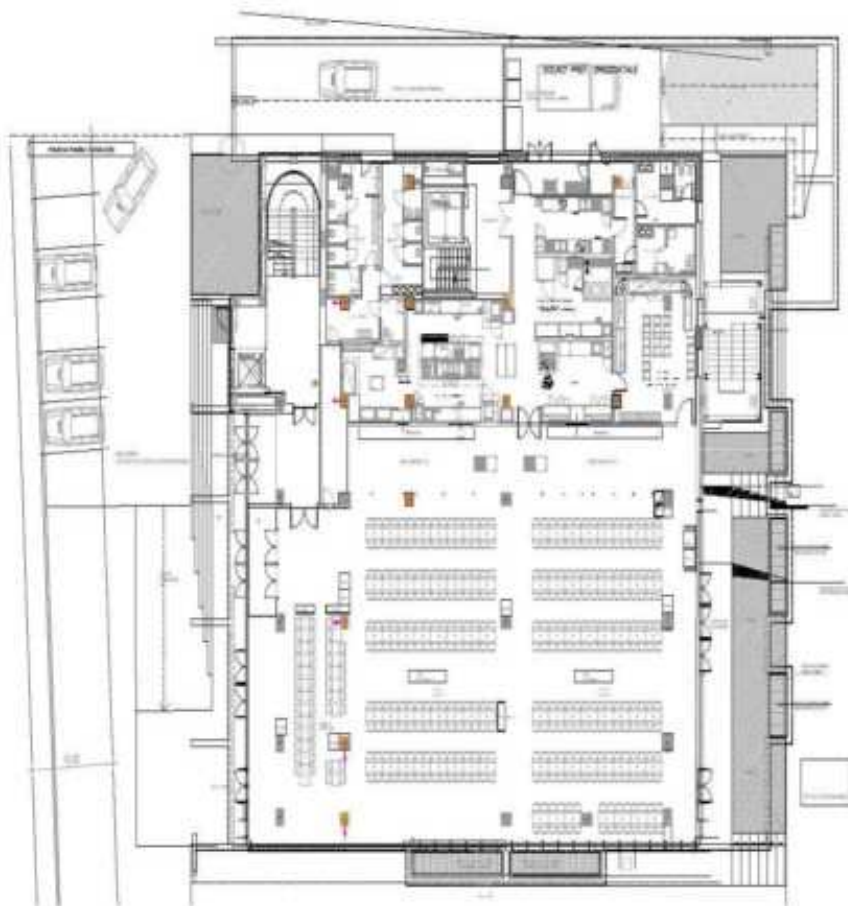


Figura 4.6 planimetria piano terra

4.1.3 Primo piano

Il piano primo contiene:

- sala pranzo per dirigenti,
- una seconda cucina,
- aree di servizio
- bar
- Control room

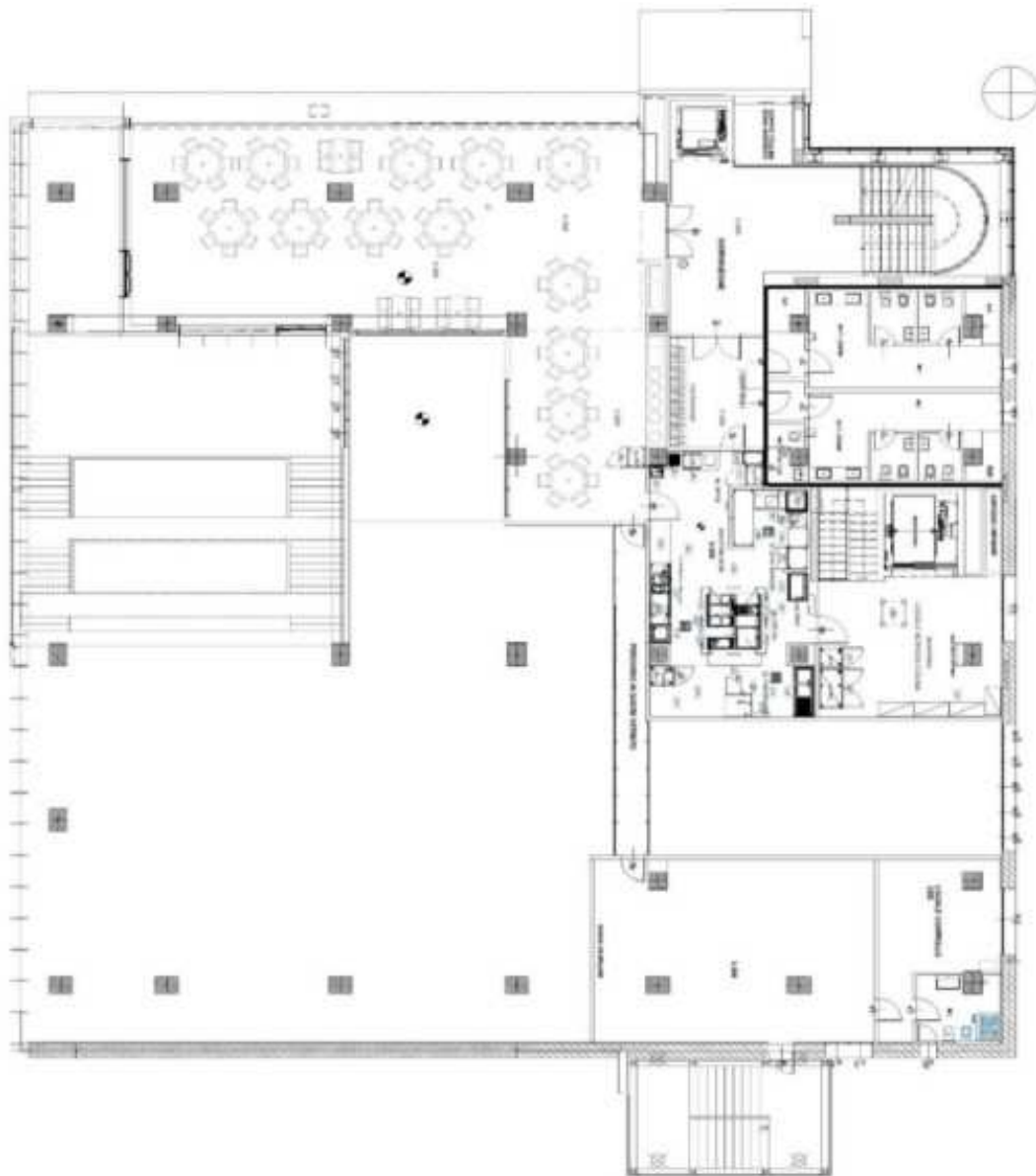


Figura 4.7 planimetria primo piano

4.1.4 Secondo piano

Il secondo piano ospiterà una sala conferenze di superficie pari a circa 190m², utilizzata dalla ditta per esigenze interne, quali incontri e presentazioni tecniche con i propri agenti di commercio e/o clienti, nonché a meeting periodici tra responsabili dei vari stabilimenti. La capienza massima si manterrà entro le 150 unità, configurandone un'attività soggetta al controllo dei Vigili del Fuoco al Nr.65/2/B (Attività Principale), come elencato nell'Allegato I al D.P.R. 01/08/2011 N°151. Adiacenti alla sala conferenze saranno realizzate due sale esclusive, di cui una allestita a zona relax, con divani e poltrone, mentre la seconda adibita a meeting, con capienza massima di ca 12 persone.

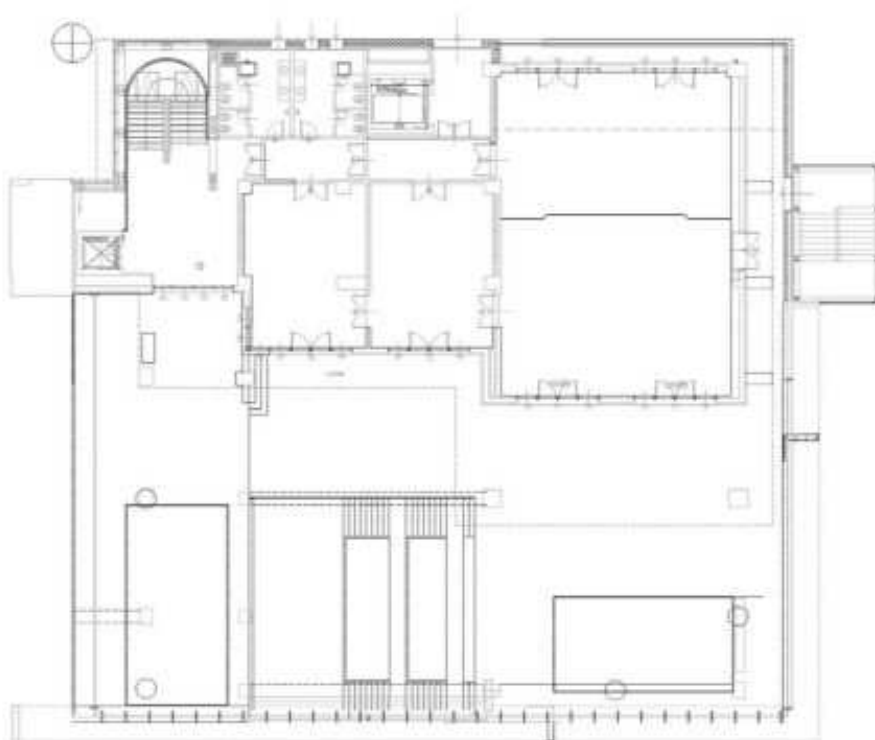


Figura 4.8 planimetria primo secondo

4.1.5 copertura

Sulla copertura del fabbricato saranno ubicate le apparecchiature destinate alla climatizzazione dei locali del piano primo e secondo, in particolare saranno installate:

- Unità Trattamento Aria della sala pranzo dirigenti;
- Unità Trattamento Aria della sala conferenze;
- Unità Esterna ad espansione diretta VRF per la climatizzazione degli ambienti del Bar e della Control Room
- Motori d'aspirazione delle cappe cucina e servizi
- Illuminazione perimetrale

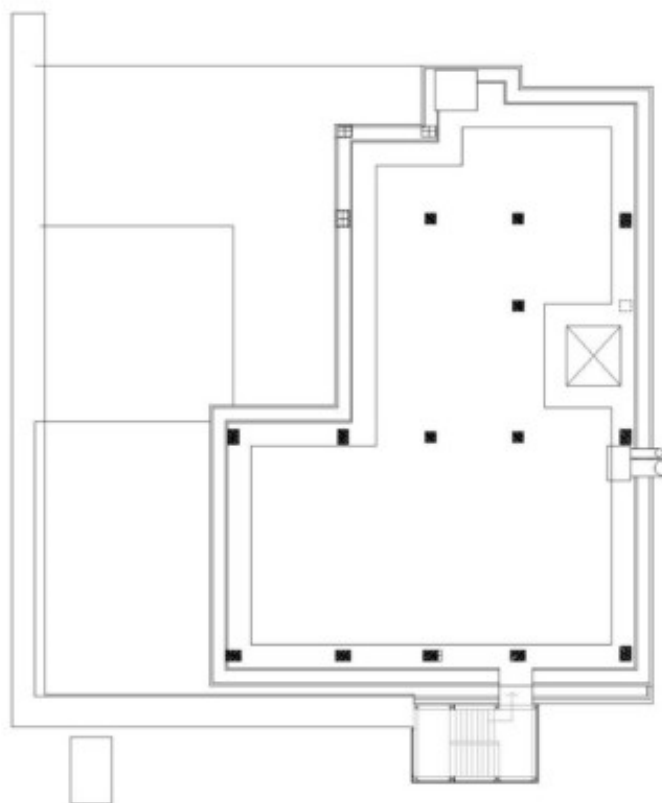


Figura 4.9 planimetria copertura

5 Scelta e dimensionamento delle tecnologie impiegate

5.1 Premessa

L'efficienza energetica degli edifici è un tema di grande interesse al giorno d'oggi, in un contesto dove il risparmio d'energia è fondamentale per la sostenibilità del nostro pianeta. Risparmio ed efficienza energetica risultano quindi essenziali per diminuire l'impatto sull'ambiente e sul clima generato dai combustibili fossili. I consumatori sensibili al tema possono ricorrere a diverse soluzioni, contribuendo alla sostenibilità dell'ambiente e allo stesso tempo a ridurre i costi delle bollette. Le tecnologie rilevanti individuate per l'aumento dell'efficienza energetica nel settore civile sono quelle legate all'involucro (climatizzazione, coibentazione e/o altri interventi edili), alla illuminazione, alla efficienza degli impianti (generazione di energia elettrica, alla cogenerazione/rigenerazione, compresa la microcogenerazione e generazione distribuita), agli elettrodomestici e alla ict/automazione (building automation). Di particolare interesse gli interventi riguardanti la climatizzazione, coibentazione e illuminazione, settori che danno da subito i maggiori ritorni con le tecnologie esistenti.

Di seguito verranno descritte le tecnologie e le soluzioni che saranno utilizzate sulla struttura in oggetto al fine di ottenere le prestazioni migliori in termini di risparmio energetico e di confort ambientale.

5.2 Impianto di climatizzazione

La climatizzazione di un ambiente confinato consiste nell'insieme di operazioni effettuate per consentire condizioni termoigrometriche adeguate all'utilizzo di quell'ambiente da parte dell'uomo, a qualsiasi condizione climatica esterna, in ogni periodo dell'anno.

I sistemi di climatizzazione sono composti, in linea generale, dai seguenti sottosistemi:

- centrale di produzione/trasformazione energetica (produzione di calore o refrigerazione);
- rete di distribuzione dei fluidi vettore (acqua, aria, gas refrigeranti);
- terminali di diffusione (a convezione, conduzione, irraggiamento);
- sistemi di regolazione (centraline, cronotermostati, valvole termostatiche).

Le caratteristiche e le efficienze di tali sottosistemi dipendono dalla funzione e dalle dimensioni dell'impianto.

5.2.1 Calcoli di progetto

Prima di procedere al dimensionare degli impianti di climatizzazione invernale ed estiva, è necessario svolgere tutte le valutazioni sul comportamento termico dell'edificio. A questo scopo si

è proceduto al calcolo del fabbisogno energetico dell'intera struttura suddivisa per singoli ambienti di cui essa risulta essere composta.

Condizionamento invernale

Descrizione	V [m ³]	S [m ²]	S/V [1/m]	Su [m ²]	θ _{int} [°C]	φ _{int} [%]
Mensa	2966,90	863,62	0,29	461,61	20,0	65,0
Disimpegno - Vano scala	1423,14	588,35	0,41	335,51	20,0	65,0
Cucina/Deposito - Non riscaldata	1288,45	309,12	0,24	243,26	20,0	65,0
Bagni pubblici PT	223,48	86,95	0,39	49,72	20,0	65,0
Bagni P1	187,89	22,50	0,12	52,04	20,0	65,0
Bagni/Spogliatoi Personale	430,59	204,99	0,48	94,40	20,0	65,0
Sala Pranzo Dirigenti	759,51	350,46	0,46	152,36	20,0	65,0
Sala convegni	830,37	392,52	0,47	179,85	20,0	65,0
Area Dirigente	414,14	164,75	0,40	93,36	20,0	65,0
Bagni P2	143,49	65,97	0,46	28,41	20,0	65,0

Tab. 5.1: Tabella dati di progetto nella conduzione invernale

Condizionamento estivo

Descrizione	V [m ³]	S [m ²]	S/V [1/m]	Su [m ²]	θ _{int} [°C]	φ _{int} [%]
Mensa	2966,90	863,62	0,29	461,61	26,0	51,3
Disimpegno - Vano scala	1423,14	588,35	0,41	335,51	26,0	51,3
Cucina/Deposito - Non riscaldata	1288,45	309,12	0,24	243,26	26,0	51,3
Bagni pubblici PT	223,48	86,95	0,39	49,72	26,0	51,3
Bagni P1	187,89	22,50	0,12	52,04	26,0	51,3
Bagni/Spogliatoi Personale	430,59	204,99	0,48	94,40	26,0	51,3
Sala Pranzo Dirigenti	759,51	350,46	0,46	152,36	26,0	51,3
Sala convegni	830,37	392,52	0,47	179,85	26,0	51,3
Area Dirigente	414,14	164,75	0,40	93,36	26,0	51,3
Bagni P2	143,49	65,97	0,46	28,41	26,0	51,3

Tab. 5.2: Tabella dati di progetto nella conduzione estiva

5.2.1.2 Elenco strutture

Muri:

Cod	Tipo	Descrizione	Sp [mm]	Ms [kg/m ²]	Y _{IE} [W/m ² K]	Sfasamento [h]	C _T [kJ/m ² K]	ε [-]	α [-]	θ [°C]	Ue [W/m ² K]
M1	T	Parete interrato V.E.	571,0	809	0,019	-14,465	57,542	0,90	0,60	-3,8	0,261
M2	G	Parete interrato V.T.	571,0	809	0,026	-14,055	57,605	0,90	0,60	-3,8	0,000
M3	D	Tramezzo	120,0	62	1,615	-3,446	51,534	0,90	0,60	-	1,982
M4	U	Vano Ascensore	290,0	600	0,545	-8,024	81,564	0,90	0,60	10,5	2,473
M5	T	Parete esterna	529,0	269	0,009	-15,395	29,289	0,90	0,60	-3,8	0,207
M6	D	aria	1,0	0	3,546	0,000	0,000	0,90	0,60	-	3,546
M7	T	Parete esterna (sala conferenze)	473,0	222	0,011	-15,001	29,293	0,90	0,60	-3,8	0,209
M8	T	Parete esterna (prefabbricato)	419,0	369	0,029	-10,618	36,341	0,90	0,60	-3,8	0,246

Tab. 5.3: Tabella elenco murature

Pavimenti:

Cod	Tipo	Descrizione	Sp [mm]	Ms [kg/m ²]	Y _{IE} [W/m ² K]	Sfasamento [h]	C _T [kJ/m ² K]	ε [-]	α [-]	θ [°C]	Ue [W/m ² K]
P1	R	Basamento Garage	450,0	665	0,108	-14,831	36,217	0,90	0,60	- 3,8	0,704
P2	U	solaio P-1, PT	500,0	526	0,015	-16,350	49,218	0,90	0,60	0,0	0,363
P3	D	solaio PT, P1	490,0	564	0,065	-14,994	45,823	0,90	0,60	-	0,857
P5	D	solaio P1, P2	500,0	572	0,060	-15,317	45,885	0,90	0,60	-	0,839
P6	T	Solaio terrazzo	504,0	543	0,020	-15,385	57,560	0,90	0,60	- 3,8	0,340

Tab. 5.4: Tabella elenco pavimenti

Soffitti:

Cod	Tipo	Descrizione	Sp [mm]	Ms [kg/m ²]	Y _{IE} [W/m ² K]	Sfasamento [h]	C _T [kJ/m ² K]	ε [-]	α [-]	θ [°C]	Ue [W/m ² K]
S3	T	Copertura	270,0	214	0,073	-8,993	77,176	0,90	0,60	- 3,8	0,246
S5	T	Marcia piede P-1, PT	480,0	588	0,105	-13,606	44,842	0,90	0,60	- 3,8	0,991
S6	U	solaio P-1, PT	500,0	526	0,025	-15,379	63,210	0,90	0,60	0,0	0,382
S7	D	solaio PT, P1	490,0	564	0,107	-14,083	58,069	0,90	0,60	-	0,974
S8	D	solaio P1, P2	500,0	572	0,098	-14,403	58,146	0,90	0,60	-	0,951
S9	T	Solaio terrazzo	504,0	543	0,027	-14,376	86,990	0,90	0,60	- 3,8	0,323

Tab. 5.5: Tabella elenco soffitti

Componenti finestrati:

Cod	Tip o	Descrizio ne	vetro	ϵ	ggl,n	fcin v	fc est	H [cm]	L [cm]	Ug [W/m ² K]	Uw [W/m ² K]	θ [°C]	Agf [m ²]	Lgf [m]
W1	T	240*140 P-1	Doppi o	0,83 7	0,49 1	1,0 0	0,2 5	140, 0	240,0	0,50 0	1,50 0	- 3, 8	2,925	9,700
W6	T	360*300 PT	Doppi o	0,83 7	0,49 1	1,0 0	0,2 5	300, 0	360,0	0,50 0	1,50 0	- 3, 8	9,570	35,600
W7	T	660*300 PT	Doppi o	0,83 7	0,49 1	1,0 0	0,2 5	300, 0	660,0	0,50 0	1,50 0	- 3, 8	17,98 0	53,000
W8	T	220*300 PT	Doppi o	0,20 0	0,49 1	1,0 0	0,2 5	300, 0	220,0	0,50 0	1,20 0	- 3, 8	5,800	21,400
W9	T	550*300 PT	Doppi o	0,20 0	0,49 1	1,0 0	0,2 5	300, 0	500,0	0,50 0	1,50 0	- 3, 8	13,63 0	38,400
W1 1	T	20,0*3,0 PT	Doppi o	0,20 0	0,49 1	1,0 0	0,2 5	300, 0	2000, 0	0,50 0	1,20 0	- 3, 8	54,95 5	153,90 0
W1 2	T	31,6*3,0 PT	Doppi o	0,20 0	0,49 1	1,0 0	0,2 5	300, 0	3100, 0	0,50 0	1,20 0	- 3, 8	85,26 0	238,60 0
W1 3	T	16,5*3,0 PT	Doppi o	0,83 7	0,49 1	1,0 0	0,2 5	300, 0	1650, 0	0,50 0	1,50 0	- 3, 8	45,38 5	124,10 0
W1 4	T	1680*350 P1	Doppi o	0,20 0	0,49 1	1,0 0	0,2 5	350, 0	1680, 0	0,50 0	1,20 0	- 3, 8	56,78 0	149,00 0
W1 5	T	385*300 P2	Doppi o	0,83 7	0,49 1	1,0 0	0,2 5	300, 0	385,0	0,50 0	1,50 0	- 3, 8	10,29 5	36,100
W1 6	T	485*240 P1	Doppi o	0,20 0	0,49 1	1,0 0	0,2 5	240, 0	485,0	0,50 0	1,20 0	- 3, 8	10,46 5	32,100
W1 7	T	185*300 P2	Doppi o	0,83 7	0,49 1	1,0 0	0,2 5	300, 0	185,0	0,50 0	1,50 0	- 3, 8	4,930	15,000
W1 8	T	450*260 P1	Doppi o	0,83 7	0,49 1	1,0 0	0,2 5	260, 0	450,0	0,50 0	1,50 0	- 3, 8	10,37 5	38,300
W1	T	360*175	Doppi	0,20	0,49	1,0	0,2	175,	360,0	0,50	1,50	-	5,445	23,100

9		P1	o	0	1	0	5	0		0	0	3,8		
W2 1	T	14.0*3.0 P1	Doppi o	0,20 0	0,49 1	1,0 0	0,2 5	300, 0	1400, 0	0,50 0	1,20 0	- 3,8	38,42 5	61,300
W2 2	T	80*80 PT	Doppi o	0,83 7	0,49 1	1,0 0	0,2 5	80,0	80,0	0,50 0	1,50 0	- 3,8	0,455	4,100
W2 3	T	80*230 PT	Doppi o	0,83 7	0,49 1	1,0 0	0,2 5	230, 0	80,0	0,50 0	1,50 0	- 3,8	1,430	10,100
W2 4	T	540*230 PT	Doppi o	0,83 7	0,49 1	1,0 0	0,2 5	230, 0	540,0	0,50 0	1,50 0	- 3,8	11,00 0	40,800
W2 5	T	240*230 PT	Doppi o	0,83 7	0,49 1	1,0 0	0,2 5	230, 0	240,0	0,50 0	1,50 0	- 3,8	4,950	13,300
W2 6	T	95*50 PT	Doppi o	0,83 7	0,49 1	1,0 0	0,2 5	50,0	90,0	0,50 0	1,50 0	- 3,8	0,300	3,100
W2 7	T	125*240 PT	Doppi o	0,83 7	0,49 1	1,0 0	0,2 5	240, 0	125,0	0,50 0	1,50 0	- 3,8	2,530	11,400
W2 8	T	130*240 P1	Doppi o	0,83 7	0,49 1	1,0 0	0,2 5	240, 0	130,0	0,50 0	1,50 0	- 3,8	2,645	11,500
W2 9	T	160*320 P1	Doppi o	0,83 7	0,49 1	1,0 0	0,2 5	320, 0	160,0	0,50 0	1,50 0	- 3,8	4,650	9,200
W3 0	T	605*350 P1	Doppi o	0,20 0	0,49 1	1,0 0	0,2 5	350, 0	605,0	0,50 0	1,20 0	- 3,8	19,38 0	52,200
W3 1	T	360*350 P1-P2	Doppi o	0,83 7	0,49 1	1,0 0	0,2 5	350, 0	360,0	0,50 0	1,50 0	- 3,8	11,22 0	40,600
W3 2	T	660*350 P1-P2	Doppi o	0,83 7	0,49 1	1,0 0	0,2 5	350, 0	660,0	0,50 0	1,50 0	- 3,8	21,08 0	60,000
W3 3	T	220*350 P1-P2	Doppi o	0,83 7	0,49 1	1,0 0	0,2 5	350, 0	220,0	0,50 0	1,50 0	- 3,8	6,800	24,400
W3 4	T	485*300 P2	Doppi o	0,83 7	0,49 1	1,0 0	0,2 5	300, 0	485,0	0,50 0	1,50 0	- 3,8	13,19 5	38,100

W3 5	T	400*200 P2	Doppi o	0,83 7	0,49 1	1,0 0	0,2 5	200, 0	400,0	0,50 0	1,50 0	- 3, 8	7,030	26,400
W3 6	T	200*200 P2	Doppi o	0,20 0	0,49 1	1,0 0	0,2 5	200, 0	200,0	0,50 0	1,20 0	- 3, 8	3,420	15,000

Tab. 5.5: Tabella elenco componenti finestrati

Legenda simboli

Sp	Spessore struttura
Ms	Massa superficiale della struttura senza intonaci
Y _{IE}	Trasmittanza termica periodica della struttura
Sfasamento	Sfasamento dell'onda termica
C _T	Capacità termica areica
ε	Emissività
α	Fattore di assorbimento
θ	Temperatura esterna o temperatura locale adiacente
U _e	Trasmittanza di energia della struttura

5.2.2.3 Fabbisogno energia invernale

Loc	Descrizione	θ _i [°C]	n [1/h]	Φ _{tr} [W]	Φ _{ve} [W]	Φ _{rh} [W]	Φ _{hl} [W]	Φ _{hl sic} [W]
12	Disimpegno PT	20,0	0,55	7229	1411	0	8640	8640
14	BAGNO	20,0	0,55	69	32	0	101	101
15	BAGNO	20,0	0,55	20	28	0	48	48
16	BAGNO	20,0	0,55	20	28	0	48	48
17	Bagno	20,0	0,55	21	29	0	50	50
18	Bagno	20,0	0,55	304	107	0	412	412
19	Bagno	20,0	0,55	42	62	0	104	104
20	Bagno	20,0	0,55	55	25	0	81	81
21	Bagno	20,0	0,55	24	35	0	59	59
22	Bagno	20,0	0,55	24	35	0	59	59
23	Bagno	20,0	0,55	40	60	0	100	100
24	Bagno	20,0	0,55	106	164	0	269	269
25	Ripostiglio	20,0	0,55	57	85	0	142	142
26	Cavedio	20,0	0,55	79	23	0	102	102
27	Montacarichi	20,0	0,55	401	62	0	463	463
29	Magazzino pt	20,0	0,55	447	312	0	759	759
30	Distribuzione	20,0	0,55	98	108	0	206	206
31	doccia	20,0	0,55	28	41	0	69	69
32	doccia	20,0	0,55	28	41	0	69	69
33	doccia	20,0	0,55	27	39	0	66	66
34	doccia	20,0	0,55	65	41	0	105	105
35	spogliatoio	20,0	0,55	164	170	0	334	334
36	spogliatoio	20,0	0,55	141	218	0	360	360
37	doccia	20,0	0,55	64	41	0	105	105

38	doccia	20,0	0,55	50	31	0	82	82
39	ascensore	20,0	0,55	2012	60	0	2072	2072
47	Disimpegno cucina	20,0	0,55	510	1170	0	1680	1680
49	Disimpegno P1	20,0	0,55	1272	714	0	1986	1986
51	Bagno	20,0	0,55	37	32	0	69	69
52	Bagno	20,0	0,55	0	44	0	44	44
53	Bagno	20,0	0,55	0	44	0	44	44
54	Bagno	20,0	0,55	0	103	0	103	103
55	Bagno	20,0	0,55	220	108	0	328	328
56	Bagno	20,0	0,55	0	61	0	61	61
57	Bagno	20,0	0,55	30	26	0	56	56
58	Bagno	20,0	0,55	0	35	0	35	35
59	Bagno	20,0	0,55	0	35	0	35	35
60	Bagno	20,0	0,55	0	90	0	90	90
61	Bagno	20,0	0,55	0	24	0	24	24
62	Bagno	20,0	0,55	0	25	0	25	25
63	Ripostiglio	20,0	0,55	0	30	0	30	30
64	Ripostiglio	20,0	0,55	0	38	0	38	38
69	Cucina	20,0	0,44	2921	2991	0	5912	5912
71	Mensa	20,0	0,30	14165	6206	0	20371	20371
73	Disimpegno P2	20,0	0,48	3707	664	0	4371	4371
74	Bagno	20,0	0,55	57	27	0	84	84
75	Bagno	20,0	0,55	23	44	0	67	67
76	Bagno	20,0	0,55	84	119	0	204	204
77	Bagno	20,0	0,55	55	42	0	97	97
78	Bagno	20,0	0,55	57	44	0	101	101
79	Bagno	20,0	0,55	55	112	0	167	167
82	Spazio Alceste	20,0	0,55	1401	608	0	2009	2009
83	Sala pranzo	20,0	0,55	918	644	0	1562	1562
84	Jolly	20,0	0,55	4586	2452	0	7037	7037
85	Disimpegno	20,0	0,55	150	309	0	459	459
86	Sevizi	20,0	0,55	313	247	0	559	559
89	Montacarichi	20,0	0,30	0	64	0	64	64
91	Ascensore	20,0	0,26	1275	57	0	1332	1332
94	Sala pranzo Dirigenti	20,0	0,47	5818	2068	0	7885	7885

Tab. 5.6: Tabella fabbisogno energia invernale

Totale:	49269	22564	0	71833	71833
Totale Edificio:	49269	22564	0	71833	71833

5.3 Geotermia

5.3.1 Energia geotermica

L'energia geotermica è l'energia che si trova nel sottosuolo sotto forma di calore. All'interno della terra sono immagazzinate enormi quantità di calore, che derivano in maggior parte dal decadimento delle sostanze radioattive contenute nel sottosuolo. Secondo le conoscenze attuali, le temperature nel nucleo della terra si situano intorno a 6000 °C e nel mantello superiore sono intorno a 1200 °C. Il flusso geotermico totale attraverso la superficie terrestre è di una quantità enorme, pari a 40 miliardi kW, di cui, attraverso varie tecnologie per lo sfruttamento dell'energia geotermica, è tecnicamente possibile usare solo una piccola frazione. Vicino alla superficie terrestre la temperatura è una combinazione della radiazione solare e del flusso geotermico. In confronto alla radiazione solare che ha un valore di circa 200 W/m², il flusso geotermico è molto piccolo con valori intorno a 50 a 100 mW/m². Il sistema geotermico può essere paragonato a una batteria che viene caricata con una corrente molto bassa. L'estrazione dell'energia geotermica di conseguenza deve essere fatta con una certa cautela, evitando l'estrazione di quantità troppo elevate in poco tempo.

5.3.2 Calore contenuto nella terra

La terra contiene una notevole quantità di calore. Secondo le conoscenze attuali, circa il 99% della sua massa si trova a temperature che superano i 1.000°C, con valori compresi tra i 6.000 i 6.500°C nel nucleo centrale. Questo calore ha due origini: una esterna, l'altra interna. L'origine esterna è dovuta soprattutto al sole e alla pioggia: in pratica le uniche fonti di calore significative fino a 15 metri di profondità. L'origine interna è invece dovuta al calore prodotto dal decadimento nucleare di sostanze radioattive presenti nelle rocce del sottosuolo: in pratica il solo calore che mantiene calda la terra a profondità che superano i 20 m. Ed è questo il solo calore che, a rigor di termini, può essere definito geotermico (dal greco: calore prodotto dalla terra). Tuttavia, anche a livello internazionale, il termine geotermico è ormai generalmente utilizzato per individuare tutto il calore (d'origine interna ed esterna) immagazzinato nella terra. Così come il termine geotermia è generalmente utilizzato per individuare la disciplina e le tecniche varie che consentono di sfruttare tale calore.

5.3.3 Ciclo di Carnot

La pompa di calore è utilizzata per trasferisce il calore da un sistema (sorgente fredda) ad un altro a temperatura maggiore del precedente (pozzo caldo). Tale sistema è considerato una forma di energia rinnovabile in quanto la quantità di energia termica prodotta è molto maggiore (3-4 o anche

5 volte a seconda del COP) dell'elettricità utilizzata per alimentare il compressore e questo permette di ridurre i consumi.

Il ciclo di riferimento di queste macchine è quello inverso di Carnot in corrispondenza del quale si hanno i rendimenti termodinamici massimi

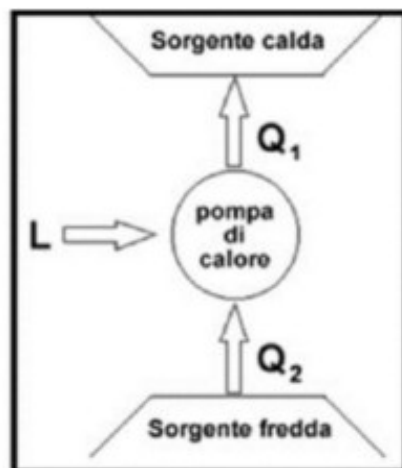


Figura 5.1 Ciclo pompa di calore

La macchina ideale di Carnot trasferisce calore tra due sorgenti mantenuti ad una temperatura costante e diversa tra loro (il calore è trasferito dal corpo caldo al corpo freddo). La macchina è costituita da un cilindro chiuso ed un pistone. All'interno è contenuto del gas ideale che può scambiare calore con l'esterno solo attraverso il fondo del cilindro.

Questo ciclo termodinamico è composto da 4 processi (ideali) reversibili come illustrato in Figura :

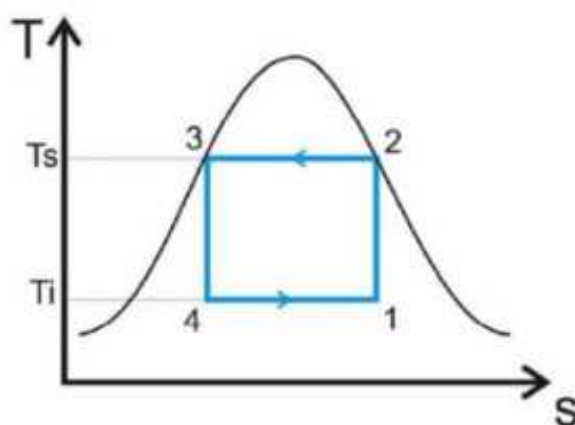


Figura 5.2 Ciclo termodinamico

Analisi energetica ed economica di sistemi a pompa di calore geotermica per la climatizzazione di edifici.

- 1-2 compressione adiabatica reversibile (isoentropica): il gas viene riscaldato da a senza trasferimento di calore

- 2-3 compressione isoterma: il gas viene compresso mantenendo costante la temperatura, pertanto cederà alla sorgente fredda la quantità di calore generata in questa fase
 - 3-4 espansione adiabatica reversibile (isoentropica): il gas espande in modo adiabatico, cioè senza trasferimento di calore raffreddandosi fino a ritornare alla temperatura
 - 4-1 espansione isoterma: il gas assorbe una certa quantità di calore dalla sorgente calda aumentando il volume (la pressione diminuisce) e mantenendo costante la temperatura.
- Il ciclo di Carnot (e quindi anche il suo inverso) è puramente teorico. Nella realtà si è costretti ad utilizzare altri cicli, con coefficienti prestazionali minori dal punto di vista

5.3.4 Funzionamento pompa di calore

Le pompe di calore funzionano grazie a diversi principi fisici, ma sono classificate in base alla loro applicazione (trasmissione di calore, fonte di calore, dispersore di calore o macchina refrigeratrice).

Principio di funzionamento di una pompa di calore :

1. Condensatore
2. Valvola di laminazione
3. Evaporatore
4. Compressore

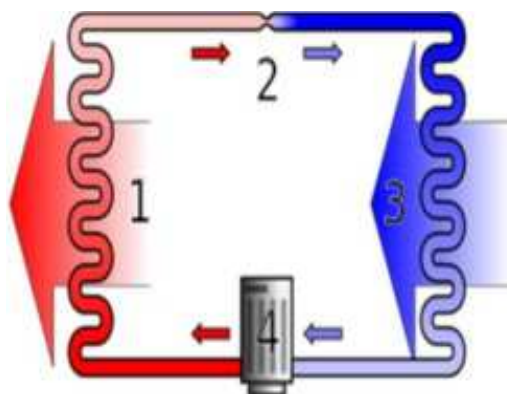


Figura 5.3 Principio di funzionamento della pompa di calore

Il ciclo è composto da 4 componenti principali: il compressore, l'evaporatore, la valvola di laminazione e il condensatore. Si possono quindi individuare un ramo ad alta pressione ed un ramo a bassa pressione. Quest'ultimo inizia a valle della valvola di laminazione e termina all'aspirazione del compressore. Il compressore infatti riscalda ulteriormente il fluido e ne aumenta la pressione.

La valvola di laminazione invece è composta da un ugello di piccole dimensioni in modo da diminuire la temperatura del fluido per dissipazione d'energia.

Quindi il condensatore è il scambiatore di calore ad alta temperatura e pressione; mentre l'evaporatore è quello a bassa temperatura e pressione.

All'interno del ciclo la compressione è solitamente assunta adiabatica con richiesta di lavoro elettrico dall'esterno, la laminazione isoentalpica, l'evaporazione e la condensazione isobare e isoterme. Se queste quattro trasformazioni sono inoltre ipotizzate reversibili si ottiene il ciclo inverso di Carnot (ciclo di riferimento per le pompe di calore).

Le irreversibilità all'interno del ciclo sono rappresentate dalle: perdite per attrito lungo gli scambiatori e lungo le tubazioni, perdite nella compressione (), differenze di temperatura tra fluido condensante e serbatoio caldo e tra fluido evaporante e sorgente fredda (non presenti nel ciclo ideale di Carnot, nel quale le trasformazioni al condensatore e all'evaporatore sono reversibili).

I coefficienti di effetto utile per il caso di riscaldamento e di raffrescamento risultano rispettivamente pari a:

$$\eta = \frac{Q_{\text{eff}}}{W} \quad (1.1) \quad \eta = \frac{Q_{\text{eff}}}{Q_{\text{in}}} \quad (1.2)$$

Questi coefficienti non sono dei rendimenti essendo dei rapporti tra la potenza termica ed elettrica.

Pertanto generalmente assumono valori maggiori dell'unità. I massimi valori di COP e EER si ottengono in corrispondenza dei limiti di Carnot (ciclo ideale) per cui risulta che:

$$\eta = \frac{T_{\text{cond}} - T_{\text{evap}}}{T_{\text{cond}}}$$

$$\eta = \frac{T_{\text{evap}}}{T_{\text{cond}} - T_{\text{evap}}}$$

dove T_{cond} è la temperatura di condensazione e T_{evap} è quella di evaporazione.

L'espressione dimostra che quando la temperatura di condensazione è prossima a quella di evaporazione si hanno le prestazioni migliori in termini di efficienza della macchina. Per questo motivo le pompe di calore sono utilizzate con terminali d'impianto a bassa temperatura (sistemi radianti), che permettono di ridurre la T_{cond} .

5.3.5 Impianti a pompe di calore geotermiche

Nel caso delle pompe di calore geotermiche è il terreno che costituisce la sorgente fredda/serbatoio caldo mentre il fluido vettore che circola nei condotti di distribuzione dell'edificio rappresenta il serbatoio caldo/sorgente fredda.

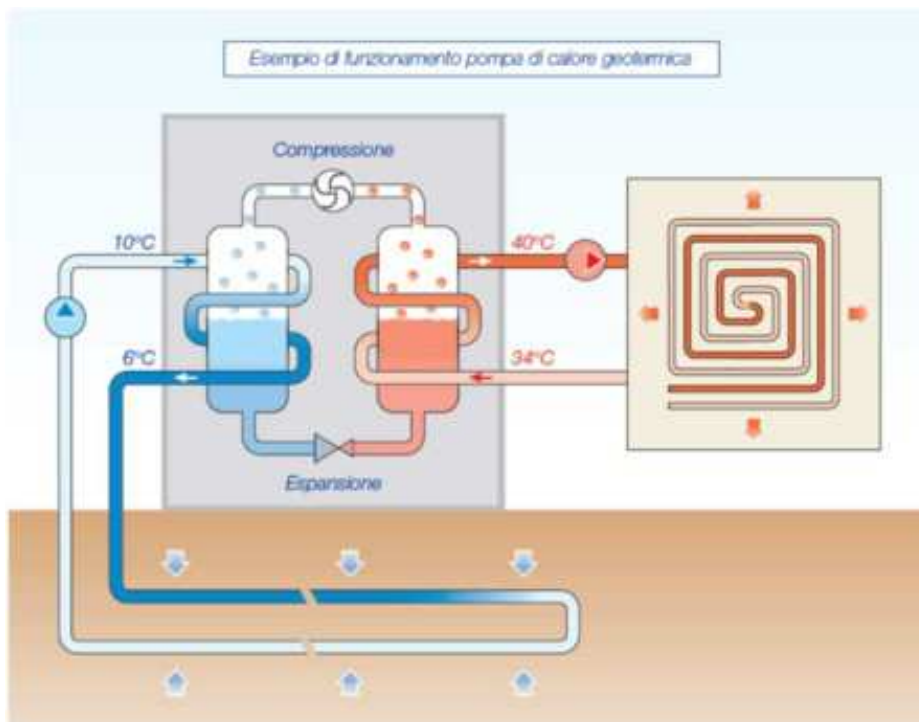


Figura 5.4 Esempio funzionamento pompa di calore

Come accennato precedentemente questo calore può essere utilizzato per produrre ad esempio energia elettrica, per realizzare processi tecnologici, per riscaldare ambienti e ottenere ACS (acqua calda sanitaria). È comunque una fonte di energia che per poter essere utilizzata deve essere portata in superficie. In base alle temperature di possibile utilizzo, l'energia geotermica è così suddivisa:

- _ energia geotermica a alta temperatura : consente l'uso di acqua surriscaldata e vapori a più di 180°C. serve a produrre energia elettrica. Il primo impianto di questo tipo è stato realizzato a Lardello (Pisa) nel 1906.
- _ energia geotermica a media temperatura: consente l'uso di acqua surriscaldata e vapori a temperature comprese fra 100 e 180 °C. Serve, con il riscaldamento di un fluido secondario più volatile, a produrre energia elettrica.
- _ energia geotermica a bassa temperatura: Consente l'utilizzo di fluidi a temperature comprese fra 30 e 100 °C. Serve per impieghi industriali e per alimentare stabilimenti termali.
- _ energia geotermica a temperatura molto bassa: consente l'uso di fluidi a temperature inferiori a 30°C. Le sue principale applicazioni riguardano:

1_ il riscaldamento degli edifici e la produzione di ACS. In questo caso, l'energia termica a temperatura molto bassa è derivata dal terreno con appositi scambiatori di calore, è poi ceduta a macchine (PDC) in grado di innalzare la temperatura fino a valori che rendono possibile sia riscaldare gli edifici sia a produrre ACS.

2_ Il raffreddamento degli edifici. In questo caso, l'energia termica a temperatura molto bassa derivata dal terreno può servire sia ad alimentare PDC che lavorano in fase di raffrescamento sia a servire direttamente gli impianti di climatizzazione: funzionamento quest'ultimo in grado di limitare notevolmente i costi di esercizio.

Prenderemo ora in esame le principali caratteristiche di questi impianti suddividendoli, in base alle diverse tecniche di prelievo del calore, in impianti con scambiatori di calore a bassa, media e alta profondità.

5.3.5.1 Scambiatori a bassa profondità

Questi scambiatori richiedono superfici di sviluppo molto estese: esigenza che, in pratica, li rende idonei solo per la realizzazione di impianti medio-piccoli.

Con gli scambiatori di calore a bassa profondità non si deve derivare troppo calore dal terreno.

Se ciò avviene ci si espone a due pericoli: 1_ il "collasso" dell'impianto, 2_ la messa in crisi della vegetazione che cresce sopra la zona di posa degli scambiatori (erba) o confina con essa (piante, siepi, ecc ...). Il possibile "collasso" dell'impianto è causato dal fatto che, con temperature troppo basse del fluido di scambio, le PDC lavorano con COP molto ridotti e quindi con potenze termiche non in grado di soddisfare le prestazioni richieste. Un altro aspetto da considerare è quello che riguarda il contatto fra scambiatori di calore e terreno. Con i terreni sabbiosi non ci sono problemi. Al contrario, con i terreni argillosi è spesso necessario ricorrere ad una loro frantumazione prima di riempire gli scavi. I terreni argillosi tendono infatti a formare grosse zolle, anche in relazione al tipo di macchina con cui sono eseguiti gli scavi. I terreni molto eterogenei (con ghiaia e pietrisco) possono inoltre richiedere l'uso di una miscela di contatto formata da sabbia, cemento e acqua. Con tale miscela si ricoprono dapprima, per circa 10 cm, gli scambiatori di calore. Poi, col materiale di riporto, si provvede al riempimento dello scavo.

In base alle loro principali geometrie di sviluppo, possono essere così classificati:

- scambiatori a serpentine o a chiocciola,
- scambiatori ad anelli,
- scambiatori a spirale,
- scambiatori a canestri.

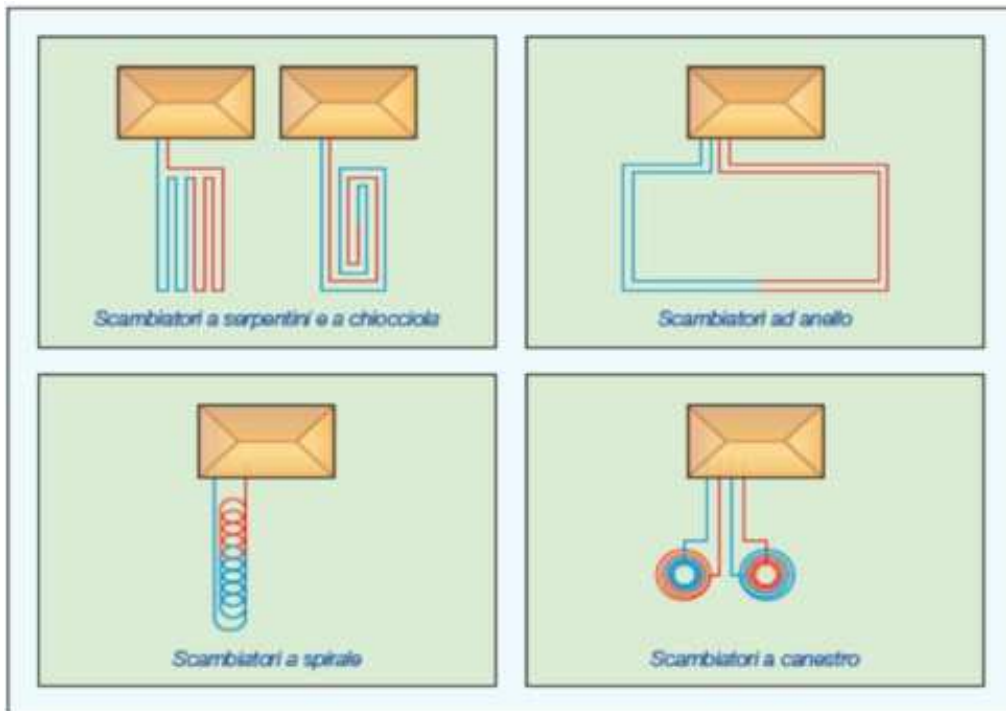


Figura 5.5 Scambiatori a bassa profondità

Scambiatori a serpentina e a chiocciola:

Sono in genere realizzati con tubi in polietilene aventi diametri interni compresi fra 16 e 26 mm. La profondità di posa varia da 0,8 a 1,2 m. Il sistema a chiocciola, per la continua alternanza dei tubi di andata e ritorno, consente di ottenere temperature del terreno più omogenee, e questo, nei casi di raffreddamento "spinto", può evitare il formarsi di zone troppo fredde: zone che possono causare ritardi e macchie di disomogeneità nello sviluppo della vegetazione. Il sistema a serpentine è comunque generalmente il più utilizzato per la sua semplicità di posa e di fissaggio al terreno. Per non causare un raffreddamento eccessivo del terreno, è consigliabile realizzare serpentine e chiocciolate con interassi non inferiori a 40 cm. Il dimensionamento di questi collettori si effettua in base alla resa termica del terreno che dipende principalmente da 3 parametri:

- 1_ la natura del terreno,
- 2_ la sua densità
- 3_ il livello di umidità

La resa termica di un terreno con grana fine è più elevata rispetto a quella di un terreno dello stesso tipo con grana grossa, perché nelle sue cavità vuote è contenuta una minore quantità d'aria.

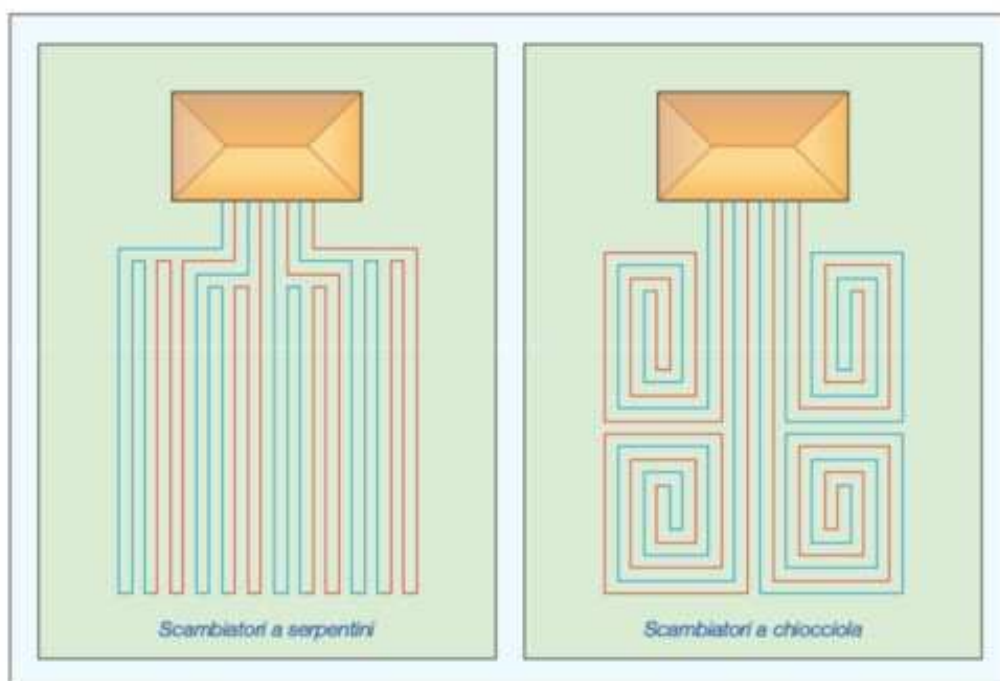


Figura 5.6 Scambiatori a serpentina e a chiocciola

Scambiatori ad anelli:

Sono realizzati con tubi in materiale plastico i cui diametri interni variano da 16 a 22 mm. La loro profondità di posa è variabile da 0,8 a 2,0 m. Gli anelli, che possono svilupparsi su uno o più piani fra loro paralleli, sono posti in scavi a trincea: scavi, meno costo rispetto a quelli realizzati con sbancamento. Le trincee possono avere configurazioni assai diverse fra loro, in relazione al tipo di terreno disponibile, alla sua geometria e a possibili vincoli da rispettare. Gli anelli possono essere del tipo con sviluppo aperto o chiuso. Le soluzioni che richiedono minor scavi e quindi occupano minor superfici di terreno, sono quelle con trincee a 2 o a 3 anelli posti su piani fra loro paralleli. Queste soluzioni però, rispetto a quelle con un solo anello, comportano rese lineari dei tubi [W/m] più basse. Le minor rese lineari sono dovute al fatto che la sovrapposizione degli anelli è causa di interferenze termiche reciproche. Per non causare un raffreddamento eccessivo del terreno, è consigliabile distanziare fra loro le trincee di almeno 1,5 m

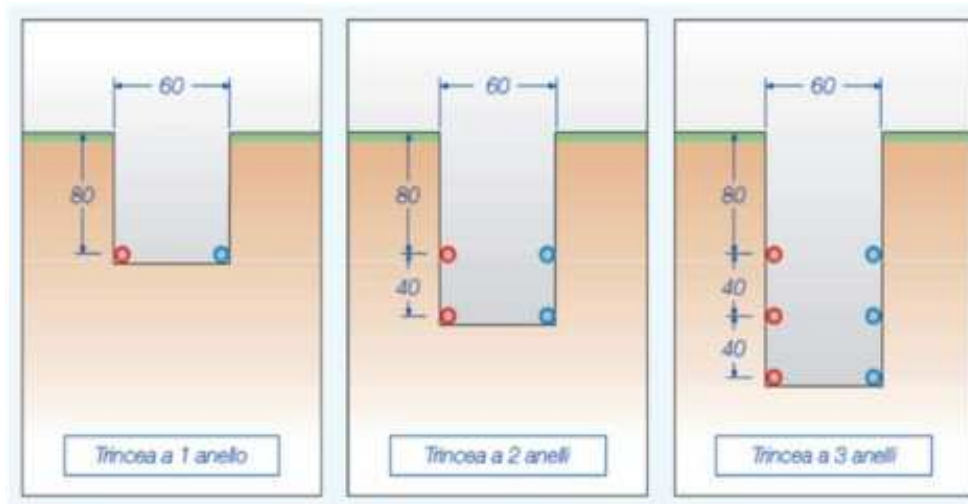


Figura 5.7 Scambiatori ad anelli

Scambiatori a spirale

Sono realizzati con tubi in materiale plastico i cui diametri interni variano da 16 a 22 mm. La loro profondità di posa è variabile da 1,0 a 2,5 m. Le spirali sono formate con cerchi a diametro (D) costante fra loro sovrapposti. La sovrapposizione dei cerchi (ottenibile con l'uso di appositi fermi e distanziatori) può essere a passo stretto ($p=D/4$), medio ($p=D/2$) o grande ($p=D$). Sono scambiatori che possono essere posti in opera in scavi sia a sbancamento che a trincea. Negli scavi a sbancamento le spirali sono poste su piani orizzontali a profondità di 1,0-1,5 m. Negli scavi a trincea possono invece essere poste su piani, sia orizzontali che verticali, a profondità di 1,0-2,5 m. Per non causare un raffreddamento eccessivo del terreno, è consigliabile distanziare fra loro le trincee di almeno 2,5 m.

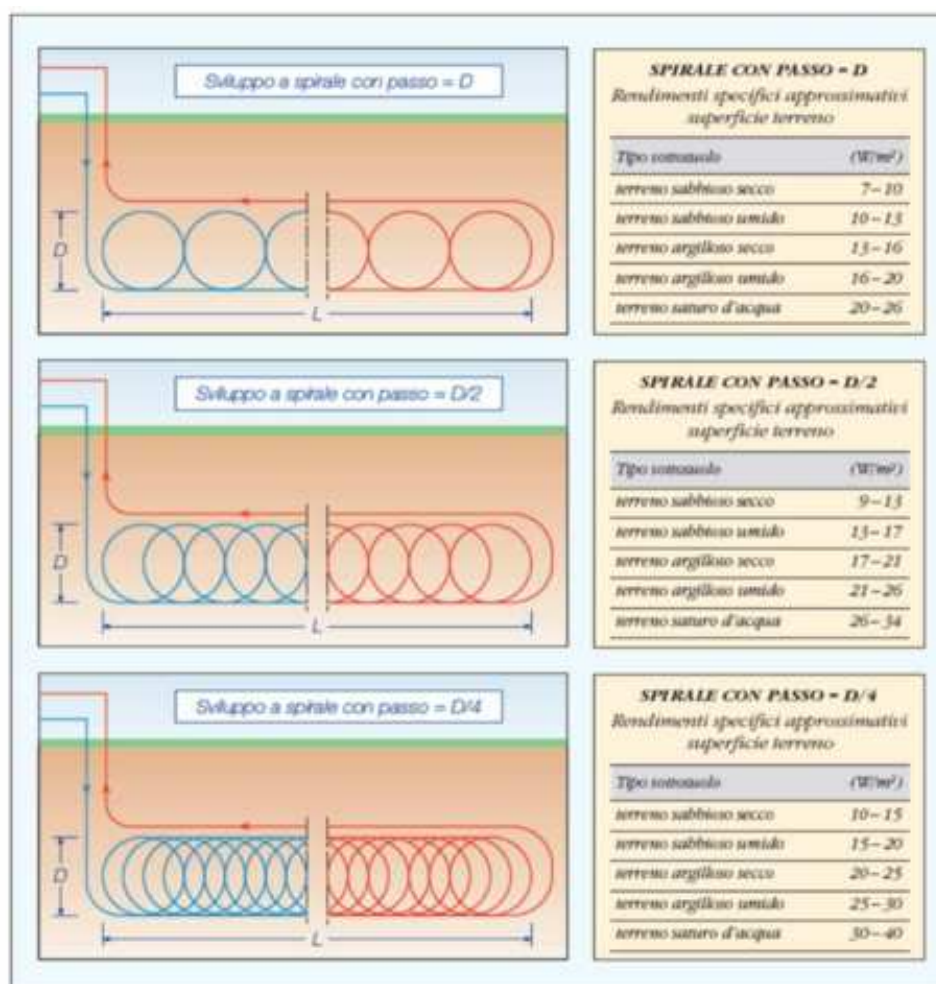


Figura 5.9 Scambiatori a spirale

Scambiatori a canestri:

Sono realizzati con tubi in polietilene fissati a armature in ferro o in plastica. La loro sommità generalmente posta ad una profondità di 1,5 m. Sono scambiatori che possono offrire notevoli guadagni di superficie, valutabili dal 30 al 50% rispetto agli scambiatori finora considerati. Per la loro compattezza, gli scambiatori a canestri sono usati sia per realizzare impianti nuovi sia per integrare impianti esistenti sotto dimensionato da ristrutturare, nel caso in cui ciò comporti un maggior fabbisogno termico i canestri possono avere forma cilindrica o coniche possono essere preassemblati oppure realizzati direttamente in cantiere. I canestri conici sono normalmente realizzati nei tre modelli di base sotto riportati. Le potenze di scambio termico indicate dipendono dal tipo di terreno e dalla sua umidità.

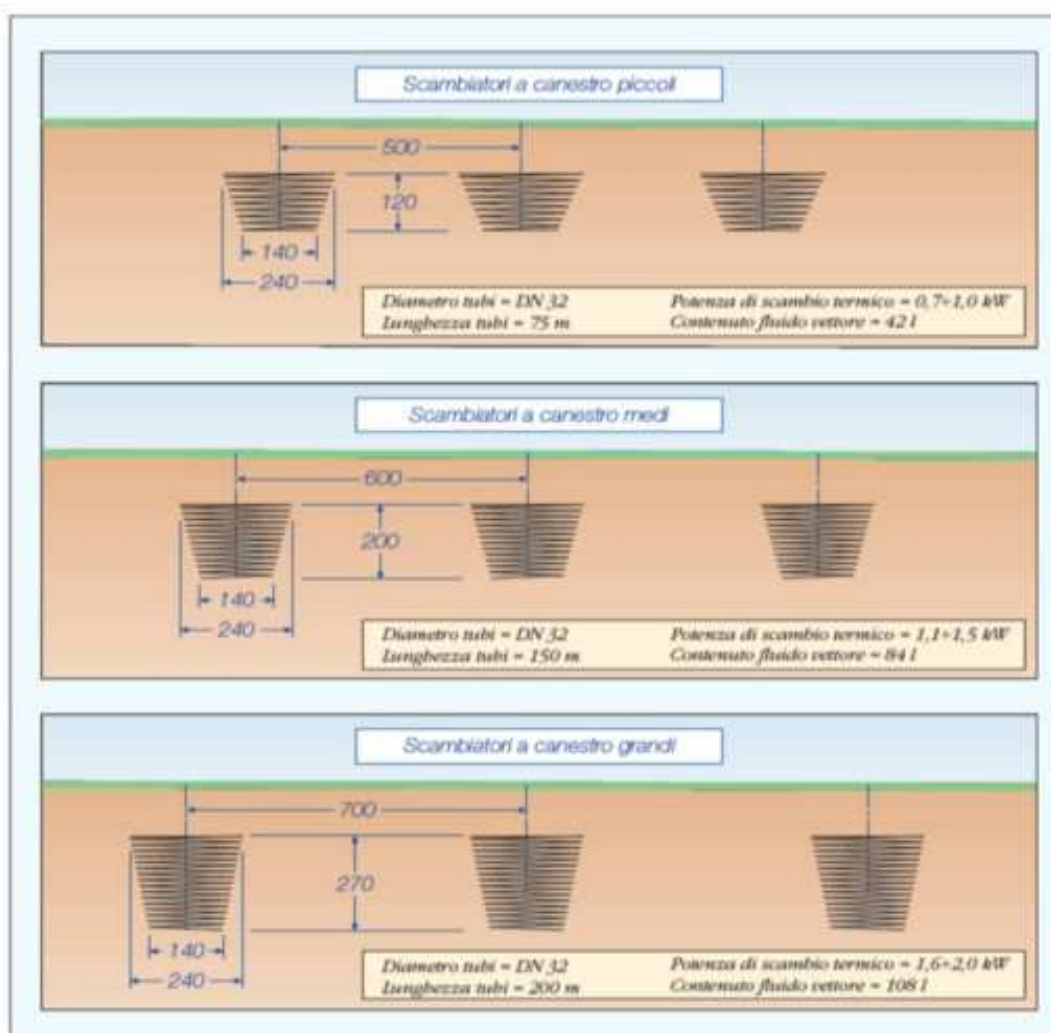


Figura 5.11 Scambiatori a canestri

5.3.5.2 Scambiatori a media profondità

Possono essere realizzati con tubi, metallici o in polietilene, installati in verticale fino a profondità di 25-30 m. In alcuni casi possono rappresentare una valida alternativa agli altri tipi di scambiatori, specie quando le superfici utilizzabili per porre in opera gli scambiatori a bassa profondità non bastano a derivare dal terreno il calore richiesto, oppure quando ci sono difficoltà ad ottenere i permessi per installare sonde profonde. Questi scambiatori possono essere realizzati con sonde di tipo coassiale o con tubi annegati nei pali di fondazione.

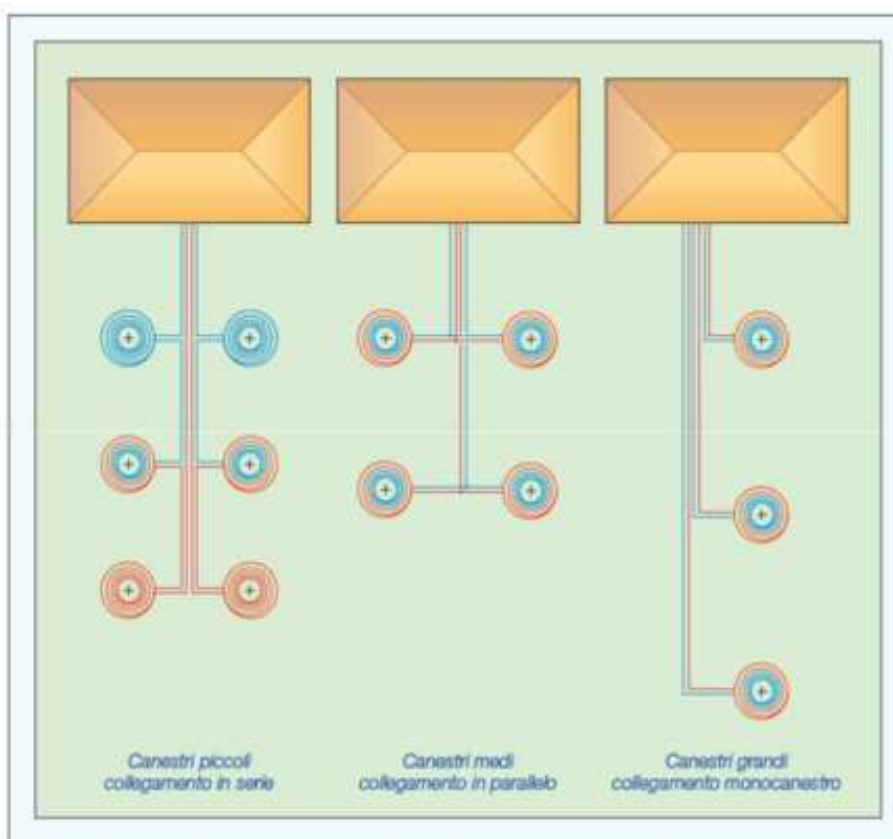


Figura 5.12 Scambiatori a media profondità

Sonde coassiali

Sono essenzialmente realizzate con due tubi coassiali. Il tubo interno serve a convogliare il fluido di ritorno dalle PDC, quello esterno scambia calore col terreno. Per aumentare lo scambio termico e proteggere le falde acquifere, le sonde coassiali sono poste in opera con “camicie” di cemento e bentonite. Nelle versioni più evolute, le sonde sono realizzate con tubi esterni in acciaio inox e tubi interni in polietilene ad alta densità. I tubi esterni in acciaio inox servono ad evitare corrosioni dovute a correnti vaganti e a far sì che le sonde possano opporre una buona resistenza meccanica alle sollecitazioni esercitate dal terreno.

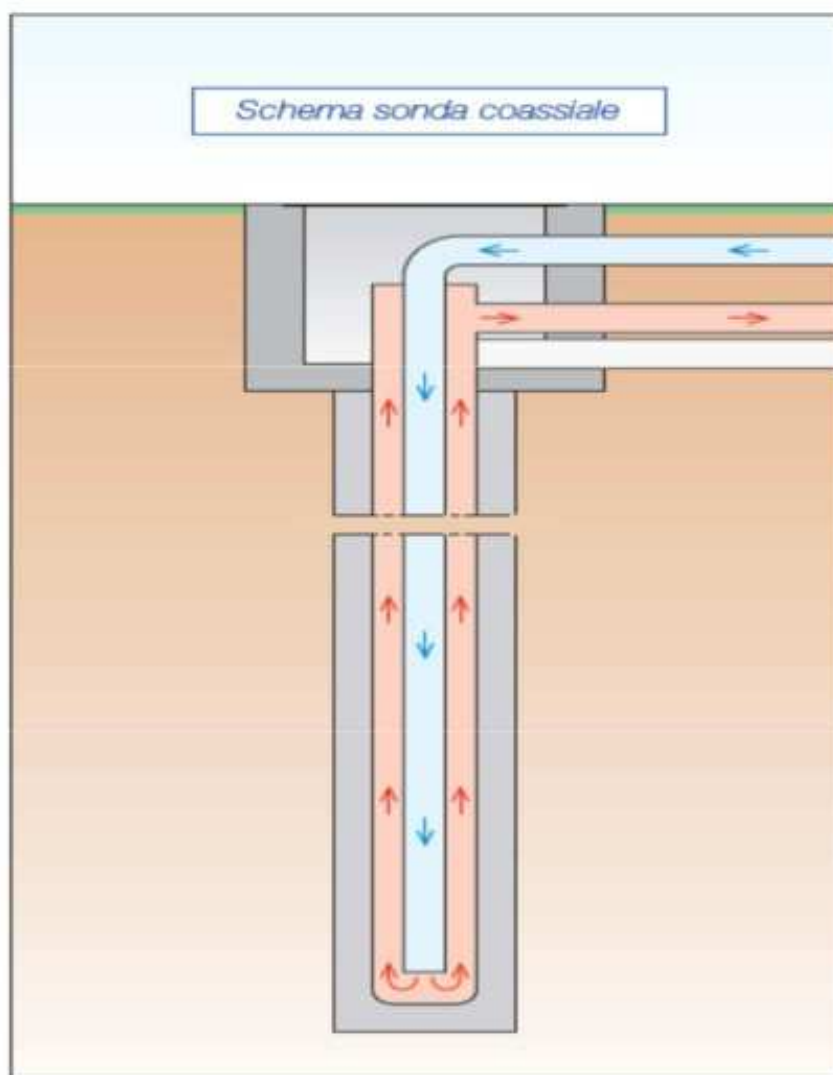


Figura5.13 Sonda coassiale

- Pali di fondazione

Sono pali utilizzati nei casi in cui non è possibile usare le normali fondazioni. Ad esempio quando la superficie del terreno non è in grado di sopportare il carico delle opere previste, oppure quando il terreno è esposto a fenomeni che ne modificano, periodicamente o saltuariamente, le caratteristiche fisiche. Per poter essere utilizzati come scambiatori di calore col terreno, nei pali di fondazione sono inseriti tubi ad U o a spirale: i tubi sono poi collegati alle PDC con circuiti in serie o

di tipo compensato a ritorno inverso. È questa una tecnologia semplice e poco costosa. E può essere utilizzata anche per una sola parte dei pali, in relazione al fabbisogno termico dell'edificio.

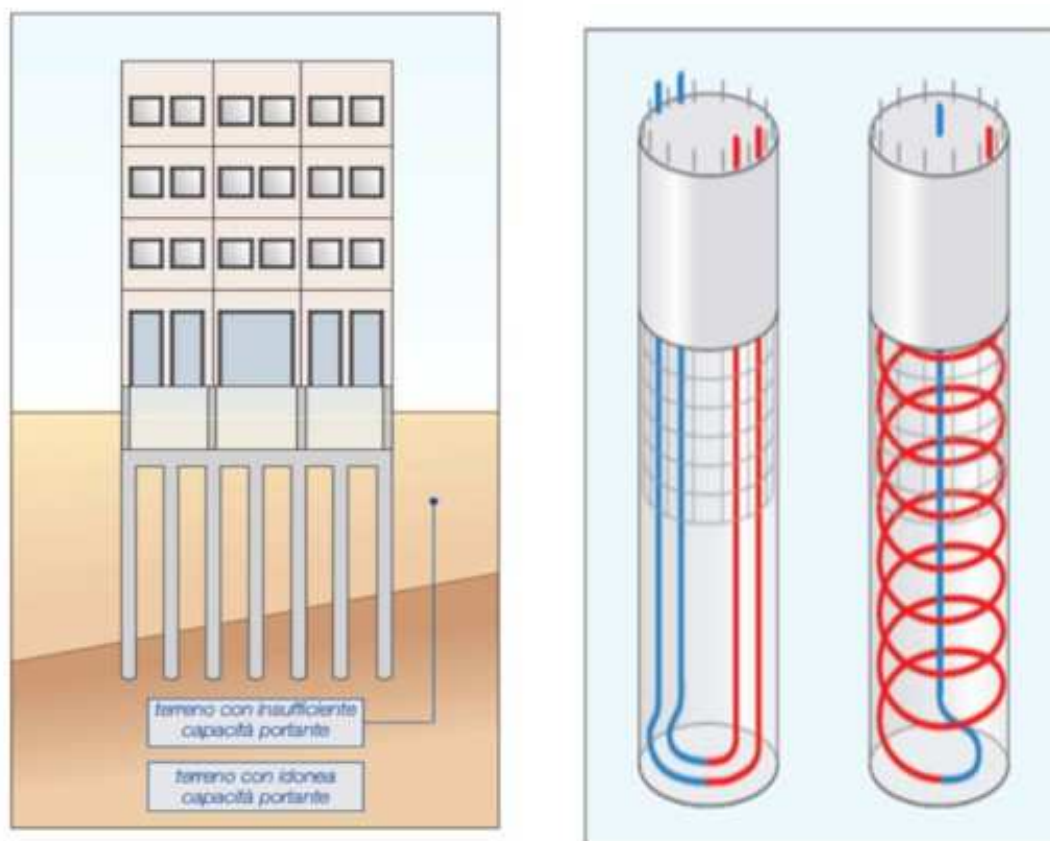


Figura 5.14 Pali di fondazione

5.3.5.3 Scambiatori ad alta profondità

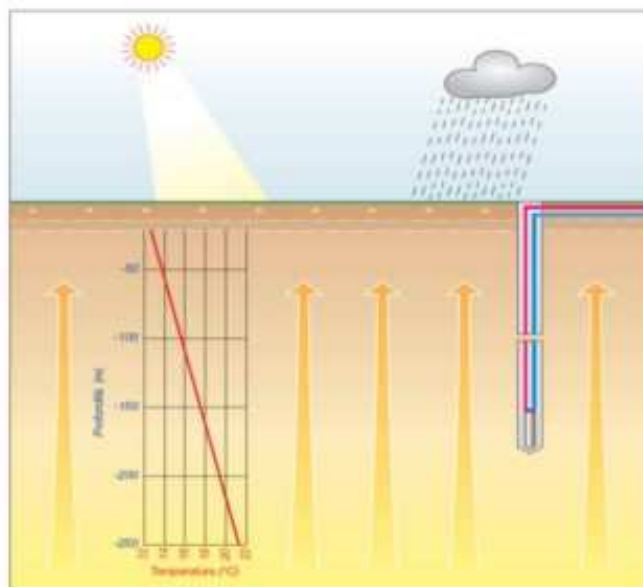


Figura 5.15. Schema scambiatori ad alta profondità

Questi scambiatori (chiamati sonde geotermiche) sono realizzati con tubi installati in verticale fino ad una profondità di 100-120 m, ma possono scendere anche sotto i 200 m. Con la profondità aumenta la resa termica delle sonde in quanto, sotto i 20 m (per effetto del calore prodotto dalla terra) la temperatura del sottosuolo cresce di circa 3°C ogni 100 m. Questi scambiatori sono posti in opera in fori con diametro che varia da 100 a 150 mm. Nei fori, sono inseriti uno o due circuiti ad U, realizzati con tubi in PE-Xa, specifici per queste applicazioni particolarmente impegnative, dato che le profondità in gioco comportano pressioni, sia interne che di schiacciamento, molto elevate. Per rendere più facile l'inserimento dei tubi nei fori si usano zavorre, di circa 15-20 Kg, costituite da pesi a perdere. Inoltre, per mantenere le giuste distanze fra i tubi si ricorre all'uso, ogni 7-8 m, di appositi distanziatori. Il vuoto tra le pareti dei fori e i tubi è riempito con una sospensione a base di cemento e sostanze inerti. La sospensione è iniettata dal basso verso l'alto con l'aiuto di un tubo supplementare inserito nel foro della sonda. Per non arrecare danni alle fondazioni, le sonde geotermiche devono essere poste in opera con distanze minime dall'edificio di almeno 4-5 m. Inoltre, se sono previste più sonde, devono avere fra loro distanze non inferiori a 8 m, per evitare interferenze termiche: cioè per evitare che le sonde si rubino calore l'un l'altra, diminuendo così la loro resa termica globale.

5.3.6 Circuiti di collegamento fra scambiatori di calore e PDC

I circuiti che collegano fra loro gli scambiatori di calore che derivano calore dal terreno e le PDC possono essere così progettati e realizzati:

FASE 1

Si calcola il calore derivabile dal terreno ($Q_{ter.}$) in base alla potenza termica richiesta dall'impianto e al COP di progetto della PDC.

FASE 2

Si effettua il dimensionamento di massima degli scambiatori: –
scambiatori a serpentini e a chiocciola

si calcola la loro superficie totale dividendo Q_{ter} per la resa termica specifica (W/m^2) fra terreno e tubi; si calcola poi la lunghezza totale dei tubi in base all'interasse scelto (in genere 0,4 m).

– scambiatori ad anelli

si calcola la lunghezza totale dei loro tubi dividendo Q_{ter} per la resa termica specifica lineare (W/m) fra terreno e tubi.

– scambiatori a spirale

si calcola la loro superficie totale dividendo Q_{ter} per la resa termica specifica (W/m^2) fra terreno e tubi; si calcola poi la lunghezza totale dei tubi in base al passo e al diametro delle spirali.

– scambiatori a canestri

si calcola il loro numero dividendo Q_{ter} per la resa termica nominale dei canestri; si calcola poi la lunghezza totale dei tubi in base alla lunghezza dei tubi di ogni canestro.

– scambiatori a sonde geotermiche

si calcola la lunghezza delle sonde dividendo Q_{ter} per la loro resa termica specifica lineare (W/m);
si calcola poi la lunghezza totale dei tubi in base al tipo di sonde (a 2 o 4 tubi).

FASE 3

Si dimensionano gli scambiatori e i circuiti di collegamento alle PDC in base a 2 parametri guida: il salto termico e le perdite di carico. In genere, come salto termico, è bene assumere valori compresi fra 3 e 5°C. Per le perdite di carico (al netto delle perdite di carico interne delle PDC) è consigliabile invece assumere i seguenti valori:

– 1.500-2.000 mm c.a. in impianti medio-piccoli, –

3.500-4.000 mm c.a. in impianti grandi.

Nel determinare le perdite di carico dei circuiti vanno considerate sia le temperature di lavoro del fluido vettore sia la maggior resistenza al flusso opposta dall'uso di sostanze antigelo. Il fluido

vettore è costituito da una miscela di acqua e da un agente antigelo, il cui compito è quello di garantire un punto di congelamento della miscela inferiore di 7-8°C rispetto alla temperatura minima di lavoro della pompa. Solitamente, per ragioni di sicurezza, si garantisce il non congelamento della miscela fino a -20°C.

L'antigelo ideale dovrebbe essere: non tossico, non infiammabile, a basso impatto ambientale, non corrosivo, stabile, con buone caratteristiche di scambio termico ed economico. L'antigelo più utilizzato in Europa è il glicole propilenico. Le VDI 4640 consigliano come fluidi antigelo il glicole propilenico (C₃H₈O₂) e il glicole etilenico (C₂H₆O₂).

Principali elementi di cui sono formati i circuiti in esame:

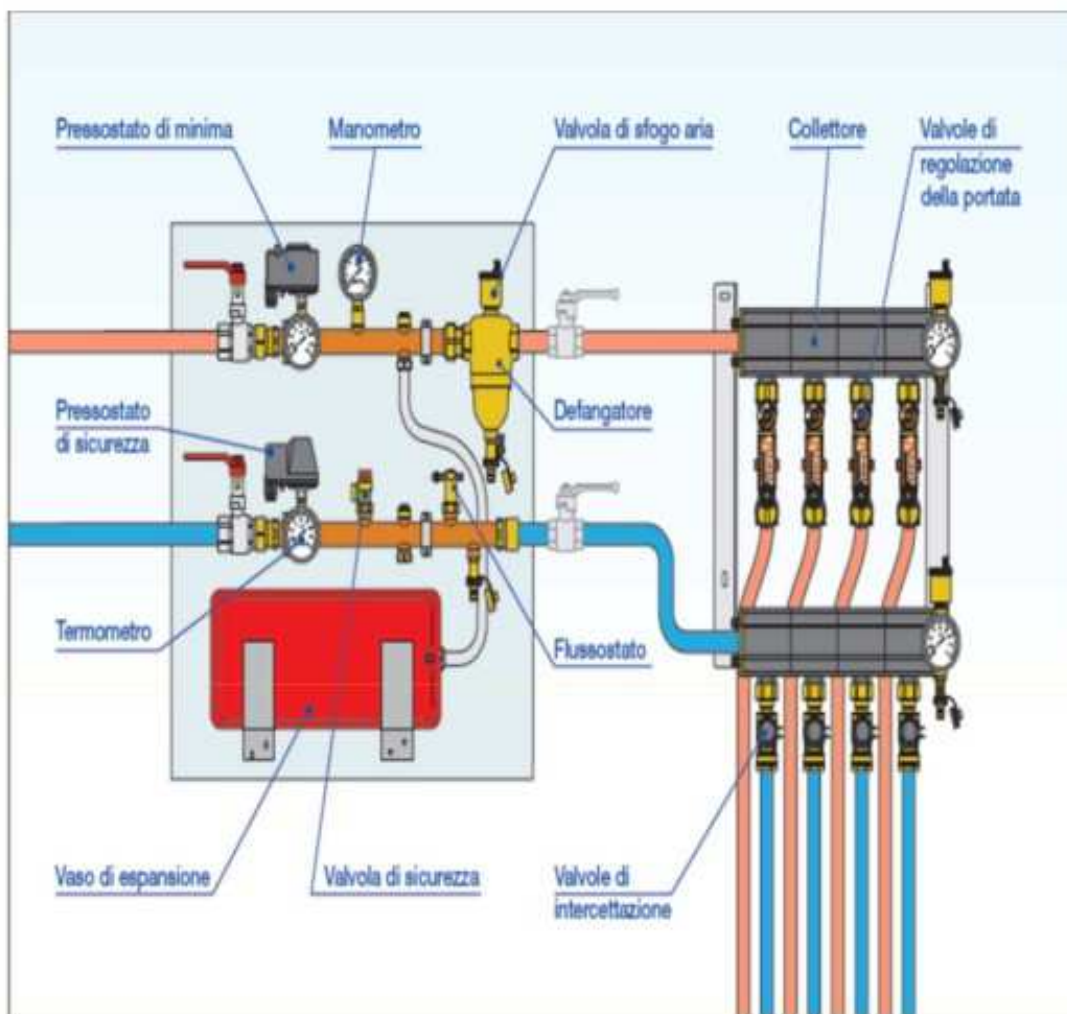


Figura 5.16 Schema principali elementi

Valvole di sicurezza

La loro funzione è quella di proteggere l'impianto da possibili sovrappressioni, soprattutto in fase di riempimento o di rinnovo del fluido.

Manometri

Servono a verificare la pressione dell'impianto in fase di caricamento e di funz

Termometri

Servono a controllare la temperatura del fluido in entrata e in uscita dalle PDC.

Valvole di sfogo aria

Servono a rimuovere l'aria dall'impianto e quindi servono ad evitare (1) pericoli di rumorosità e di usura delle pompe di circolazione, (2) una ridotta capacità di scambio delle PDC.

Defangatori

Sono utili soprattutto per evitare l'accumulo di impurità nell'evaporatore e quindi una minor resa termica delle PDC

Pressostati di minima

Servono a proteggere i circuiti frigoriferi delle PDC nel caso di perdite ai circuiti geotermici. In tal caso, per limitare l'inquinamento del terreno, possono anche attivare allarmi ottici o acustici.

Pressostati di sicurezza

Servono ad interrompere il funzionamento delle PDC nel caso di sovrappressioni dovute a possibili surriscaldamenti.

Flussostati

Servono a proteggere i circuiti interni delle PDC nel caso di insufficiente circolazione nei circuiti geotermici, dovuta ad esempio a ostruzioni o al blocco delle pompe di circolazione.

Giunti antivibranti

Servono a contrastare la trasmissione di vibrazioni dalle PDC ai circuiti degli impianti

Collettori di distribuzione

Devono avere basse perdite di carico ed essere protetti contro la formazione di condensa con celle d'aria o un'adeguata coibentazione.

Valvole di intercettazione

Servono ad escludere singolarmente i vari circuiti geotermici: operazione necessaria soprattutto nel caso di possibili perdite.

Valvole di regolazione della portata

Servono a regolare le portate dei circuiti e dei sotto circuiti geotermici in base ai valori richiesti per poter assicurare il corretto funzionamento delle PDC.

5.3.6 Raffrescamento estivo

Gli impianti geotermici possono essere utilizzati non solo per riscaldare, ma anche per raffrescare: prestazione questa generalmente da abbinarsi alla deumidificazione degli ambienti. Il raffrescamento può essere di tipo sia attivo che passivo. Il raffrescamento attivo utilizza le PDC (in ciclo estivo) per portare il fluido che serve i terminali (pannelli, ventilconvettori o batterie d'aria) alla temperatura voluta. Il raffrescamento passivo, invece, non utilizza le PDC. Per abbassare la temperatura del fluido che serve i terminali è direttamente utilizzato (con uno scambiatore interposto) il fluido geotermico. In questa fase la funzione delle PDC è solo quella di produrre acqua calda sanitaria. È senz'altro quest'ultimo il tipo di raffrescamento più ecologico ed economico.

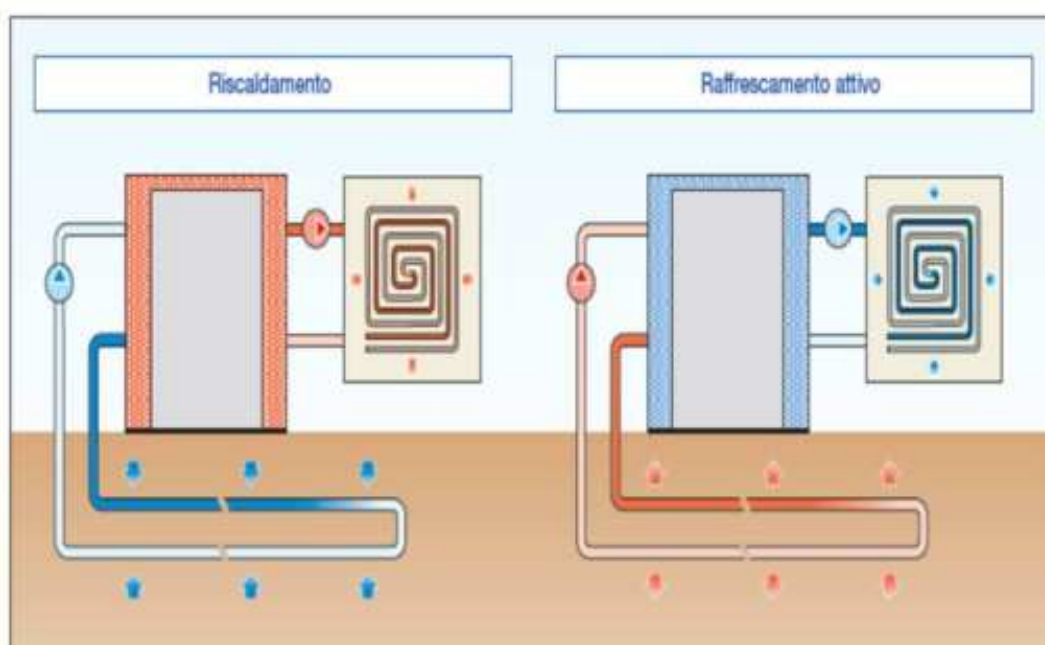


Figura 5.17

5.3.7 Dimensionamento campo sonde geotermiche

Come ampiamente discusso nei paragrafi precedenti, l'impianto di climatizzazione invernale ed estiva a servizio della nuova struttura, sarà composto da pompe di calore adeguatamente dimensionate in base alla potenza termica richiesta dal fabbricato, le quali scambieranno calore attraverso il campo di sonde geotermiche.

Il dimensionamento del campo sonde è stato eseguito a seguito del test di risposta termica del terreno tramite TRT (Ground Response Test), del calcolo della potenza termica richiesta dal fabbricato (Cap. XX) e considerando un raggio di influenza termica tra le varie sonde di 4m.

Per il dimensionamento delle sonde geotermiche la conoscenza delle caratteristiche termiche del sottosuolo è di primaria importanza.

Quando si va infatti a sollecitare il terreno con importanti prelievi ed immissioni di energia durante l'esercizio è senza dubbio necessario valutare attraverso opportune procedure di dimensionamento come da normativa vigente, l'andamento delle temperature dello scambiatore geotermico allo scopo di assicurare che le temperature minime e massime di ingresso e uscita dalla pompa di calore e dall'impianto rimangano coerenti con i valori di progetto.

La lunghezza delle sonde infatti è determinata a partire proprio dai valori di temperatura minima e massima desiderati in ingresso alla pompa di calore (o allo scambiatore dell'impianto se si realizza raffrescamento passivo o free-cooling).

Il Ground Response Test [GRT] o Thermal Response Test [TRT] è lo strumento che permette di rilevare le proprietà termo fisiche di scambio del sottosuolo, e di conseguenza di procedere al corretto dimensionamento del campo geotermico.

Definiti i fondamenti teorici negli anni 80, il primo groundresponse test è stato effettuato in Svezia dal Eklöf e Gehlin nel 1995 con l'apparecchiatura sviluppata presso i laboratori dell'Università di Lund, successivamente un apparato simile fu costruito e provato negli USA da Austin (Oklaoma State University) nel 1998. Nel 1999 viene sperimentato nei Paesi Bassi da Van Gelder un apparato che si differenziava da quelli di Gehlin e Austin in quanto prevedeva l'estrazione di calore dal sottosuolo mediante una pompa di calore. A partire dal 2001, a seguito delle esperienze effettuate nell'ambito dei progetti Annex 12 e Annex 13 dell'IEA, il groundresponse test diventa routine nella progettazione di campi sonde.

Attualmente tale test è definito nella sua procedura e nelle sue caratteristiche dalla normativa UNI 11466:2012

Per l'esecuzione delle fasi di acquisizione è stato utilizzato un apparato del tipo raccomandato dalla norma UNI 11466, illustrato nella Figura 5.18.

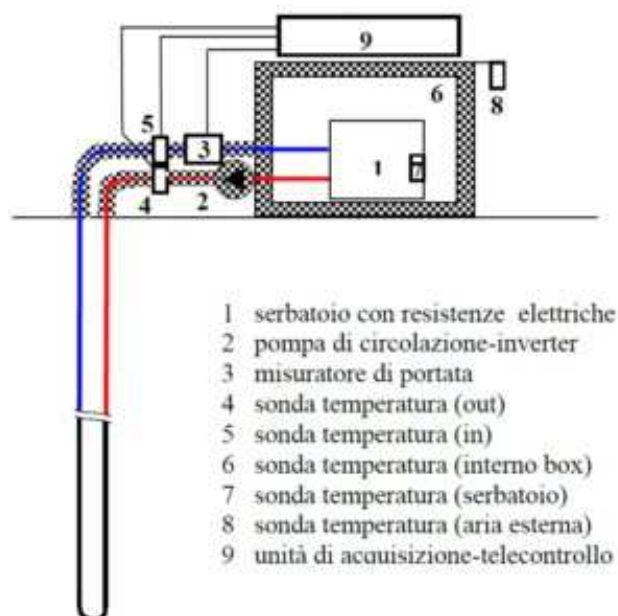


Fig. 5.18 Schema campo sonde geotermiche

L'acquisizione è stata condotta in modalità a potenza costante.

Lo scopo della prova consiste nella determinazione dei parametri caratteristici dell'insieme sonda-terreno, misurando l'andamento nel tempo della temperatura media del fluido termovettore (acqua pura) che scorre all'interno dello scambiatore inserito nel sottosuolo, per un valore prefissato costante della potenza termica trasmessa al terreno e della portata.

E' stata preliminarmente misurata, la temperatura media del terreno in condizioni indisturbate, riferita al valore mediato nell'intera colonna dello scambiatore.

Successivamente mediante i risultati ottenuti, è stato possibile ricavare i valori della conducibilità termica media dell'insieme sonda-terreno. E 'stato inoltre ricavato il valore del coefficiente globale di scambio termico per unità di lunghezza dello scambiatore, fra il fluido che scorre nello scambiatore ed il terreno indisturbato in condizioni quasi stazionarie (variazioni molto lente della temperatura del fluido termo vettore nel tempo). Lo studio eseguito consente di certificare i risultati dei test di risposta termica in accordo con le più recenti indicazioni della norma UNI 11466:2012 e dell'ASHRAE (ASHRAE, 2007).

È stato quindi realizzato un test di risposta termica del terreno in corrispondenza di una sonda verticale in polietilene PE-100, Doppia U 4 x 32 mm, installata all'interno dell'area di interesse di

lunghezza pari a 120 m. Il test è stato realizzato dopo un tempo sufficiente l'avvenuta messa in opera della sonda, al fine di operare in condizioni di stabilità termica.

Le prove sono state eseguite secondo il seguente crono programma:

inizio test ore 14:01 del 28/02/2020

fine test ore 10:46 del 04/03/2020

La campagna di misura è stata condotta in due fasi distinte:

- misura della temperatura del terreno indisturbato;
- determinazione della conducibilità termica del sistema sonda-terreno.

Dati sonda geotermica:	Polietilene PE-100, doppia U Dint 26 mm Dest
Materiale sonda	32 mm
Materiale cementazione	Termoplast plus Laviosa
Lunghezza sonda	120 m
Fluido vettore	Acqua pura

Risultatie conclusioni

Considerando che la messa in posto della sonda geotermica è stata effettuata per un tempo sufficiente prima dell'esecuzione del test di scambio termico (TRT), si può considerare che l'acqua contenuta nelle tubazioni della sonda stessa si trovasse in equilibrio termico con il sottosuolo in cui è inserita. La temperatura del terreno in condizioni indisturbate è stata quindi valutata considerando il valore medio pesato dell'acqua contenuta nella sonda e dall'andamento nel tempo con sola circolazione escludendo il contributo termico della pompa di circolazione.

Temperatura terreno indisturbato	$T_{ind} = 15,18 \text{ } ^\circ\text{C}$
Conducibilità termica equivalente	$\lambda = 2,11 \text{ W}/(\text{mK})$
Coefficiente globale di scambio termico medio	$U = 4,2 \text{ W}/(\text{mK})$
Coefficiente globale di scambio termico minimo	$U = 3,5 \text{ W}/(\text{mK})$
Resistenza R_b del sistema sonda terreno	$R_b = 0,093 \text{ mK}/\text{W}$

Il coefficiente di conducibilità termica equivalente determinato sulla base del test di risposta termica (TRT) ha dimostrato essere coerente, nell'ambito delle precisioni tipiche della prova in sito.

I valori caratteristici misurati rientrano in quanto indicato nelle normative VDI 4640 e UNI 11466:2012 per quanto riguarda le alternanze riportate in stratigrafia.

I parametri significativi generalmente utilizzati per il calcolo della conducibilità termica equivalente vengono riportati nella tabella seguente:

Pendenza k	2,2697
Lunghezza sonda	120 m

Le modalità di esecuzione della prova hanno dimostrato essere coerenti con le prescrizioni internazionali riferite alla normativa UNI 11466:2012 e dalla normativa statunitense emessa dall'ASHRAE alle quali ci si è riferiti per le modalità di esecuzione della prova, tra l'altro compatibili anche con le linee guida VDI 4640 tedesche.

In conclusione, il campo sonde geotermiche dovrà essere composto da n. 20 sonde verticali aventi lunghezza pari a 120m al fine di soddisfare la potenza termica necessaria.

Di seguito è riportato lo schema planimetrico della disposizione del campo sonde geotermiche.

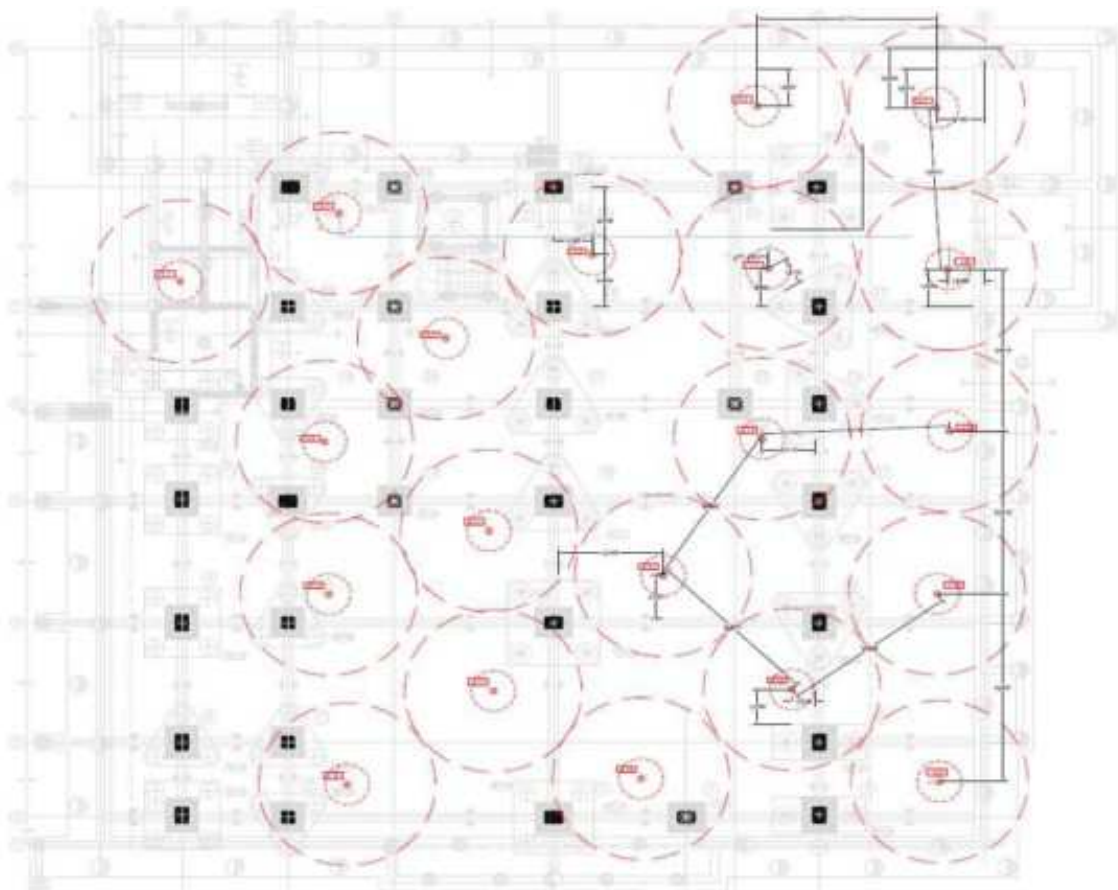


Fig. 5.19 Schema planimetrico sonde

5.3.7.1 Schema dell'impianto

L'impianto di generazione di energia termica sarà ubicato al piano terra all'esterno della struttura in apposita area verde, i generatori principali saranno costituiti da due pompe di calore acqua/acqua avente potenzialità termica utile pari a 40kW cad. le quali scambieranno l'energia termica con il terreno mediante le sonde geotermiche e un accumulo di acqua tecnica avente capacità pari a 2.000 lt installato all'interno di un vano tecnico dedicato nel piano seminterrato nel quale confluiranno anche tutte le sonde geotermiche. Da qui saranno alimentate tutte le utenze di cui sarà composto l'impianto di climatizzazione della struttura le quali saranno:

- 1) Fan coil piano seminterrato;
- 2) Fan coil piano terra;
- 3) Fan coil piano primo;
- 4) Fan coil piano secondo;
- 5) UTA mensa;
- 6) UTA sala pranzo dirigenti;
- 7) UTA sala conferenze.

Inoltre sarà prevista una seconda pompa di calore aria/acqua avente potenzialità termica pari a 60kW, in ausilio delle pompe di calore geotermiche qualora la richiesta di energia termica risulterà superiore all'energia termica scambiata con il terreno o in situazioni di guasto o manutenzione. Le restanti zone della struttura denominate come:

- Ufficio Proprietà;
- Sala Riunioni
- Appartamento custode

Saranno invece climatizzate mediante sistemi ad espansione diretta installati in copertura in quanto il loro utilizzo risulta essere separato e differente rispetto all'utilizzo dei locali mensa.

Ad integrazione dei sistemi elencati, saranno installati sulla copertura sia un impianto solare termico, il quale scambierà energia termica con il serbatoio di accumulo, sia un impianto fotovoltaico di potenza pari a 74kWp.

La produzione di ACS avverrà mediante due pompe di calore dedicate.

Di seguito si riporta lo schema funzionale dell'impianto termico che le planimetrie di progetto.

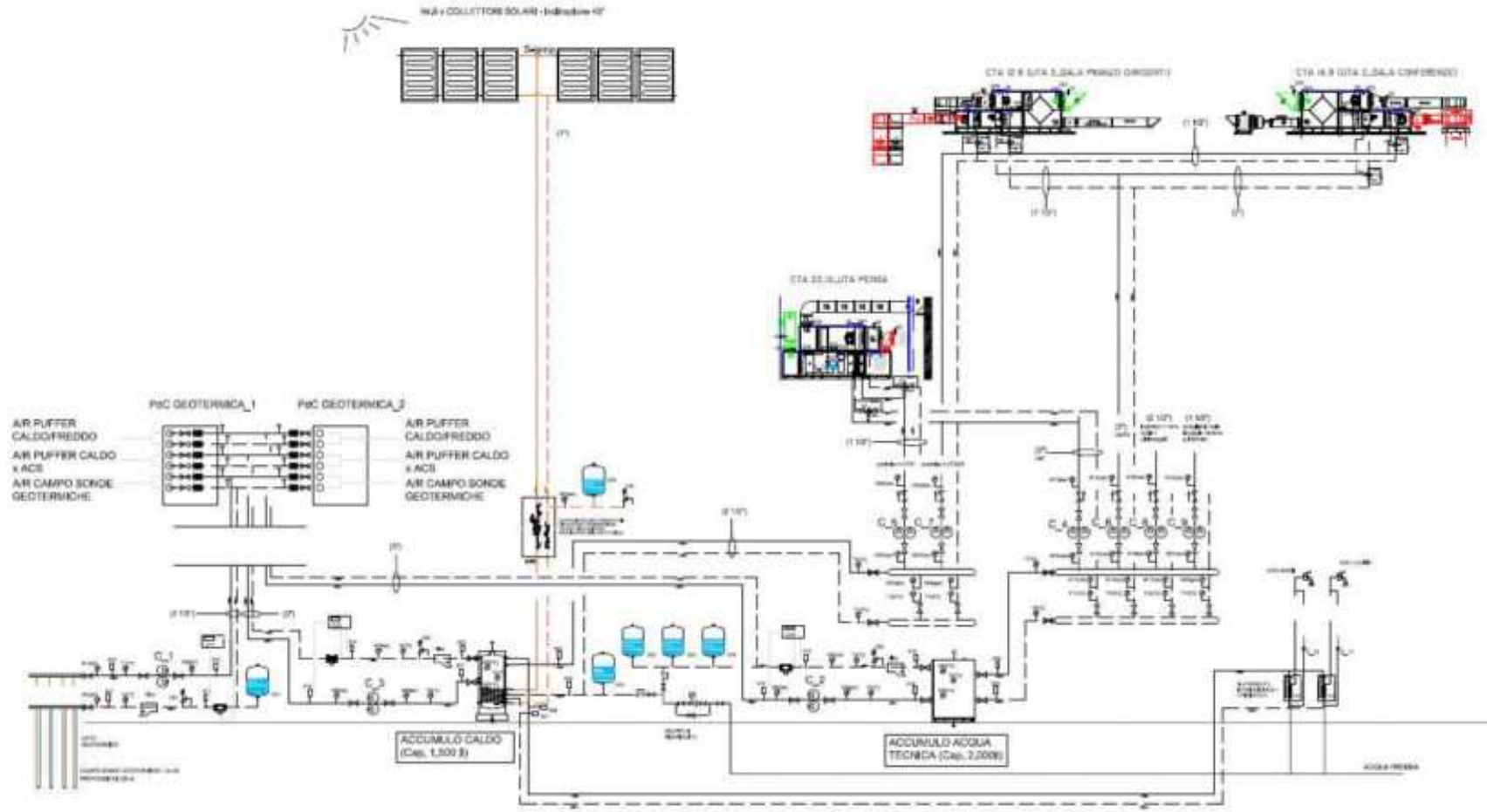


Figura 5.20 Schema impianto termico

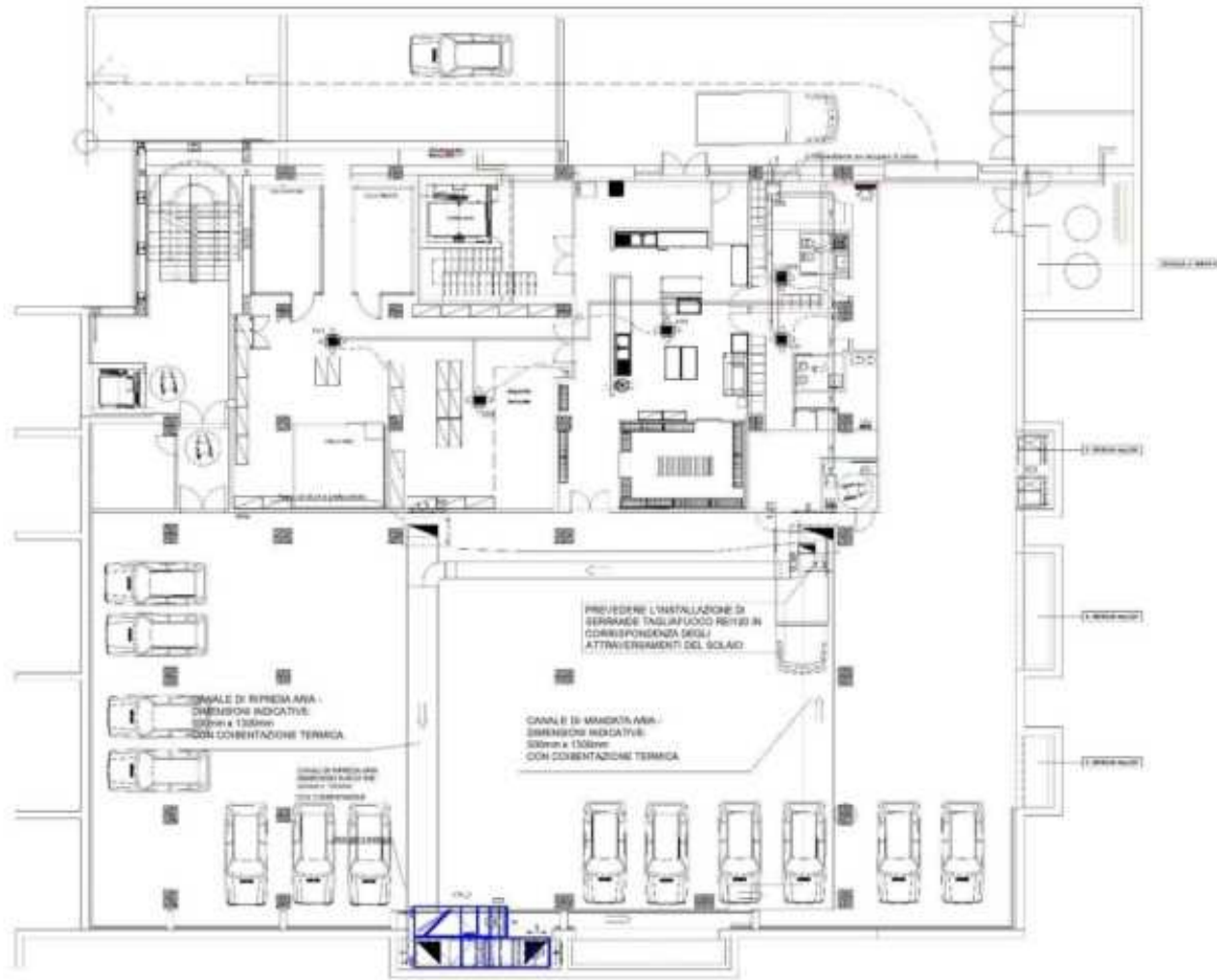


Fig. 5.21 Impianto termico autorimessa

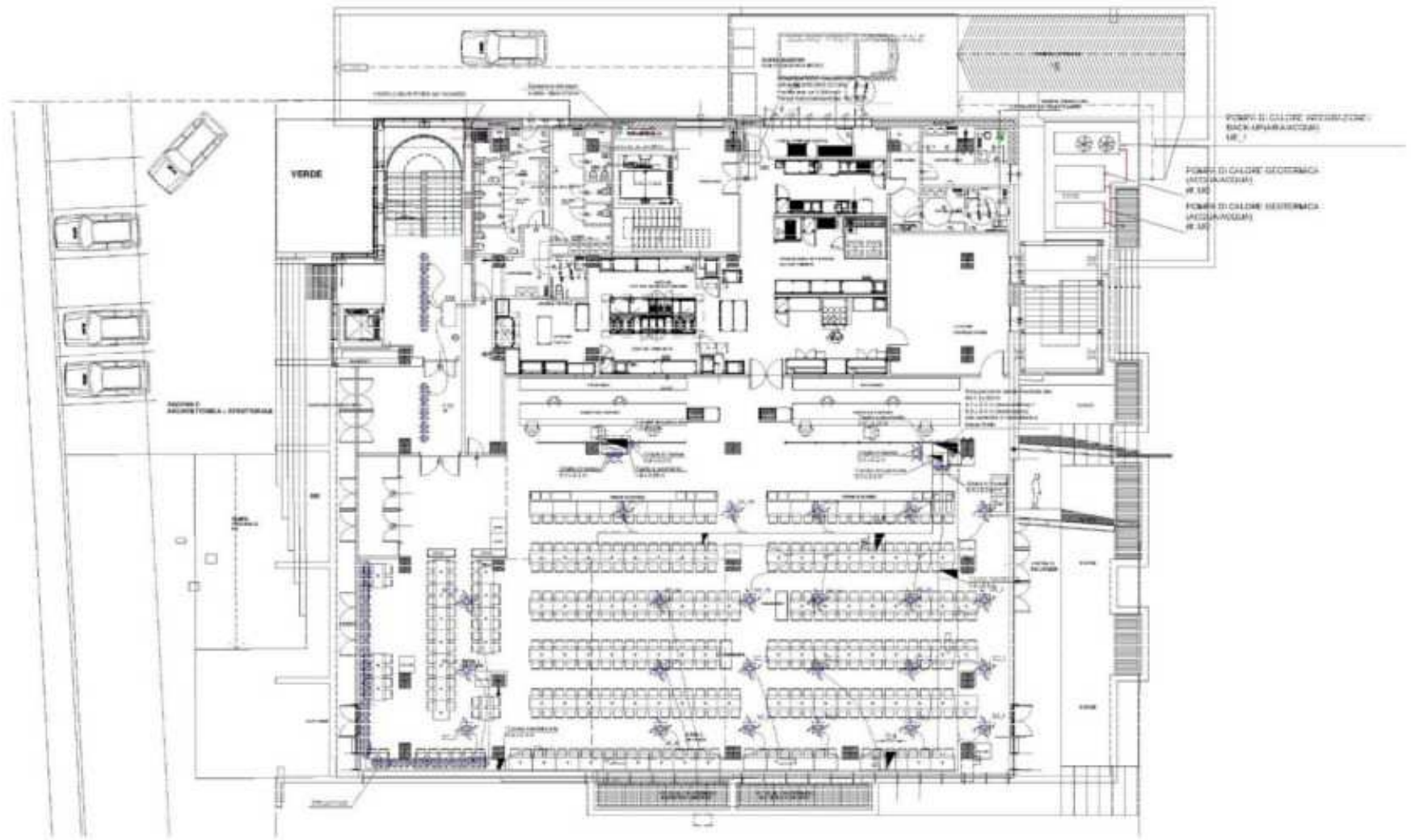


Fig.5.22 impianto termico piano terra

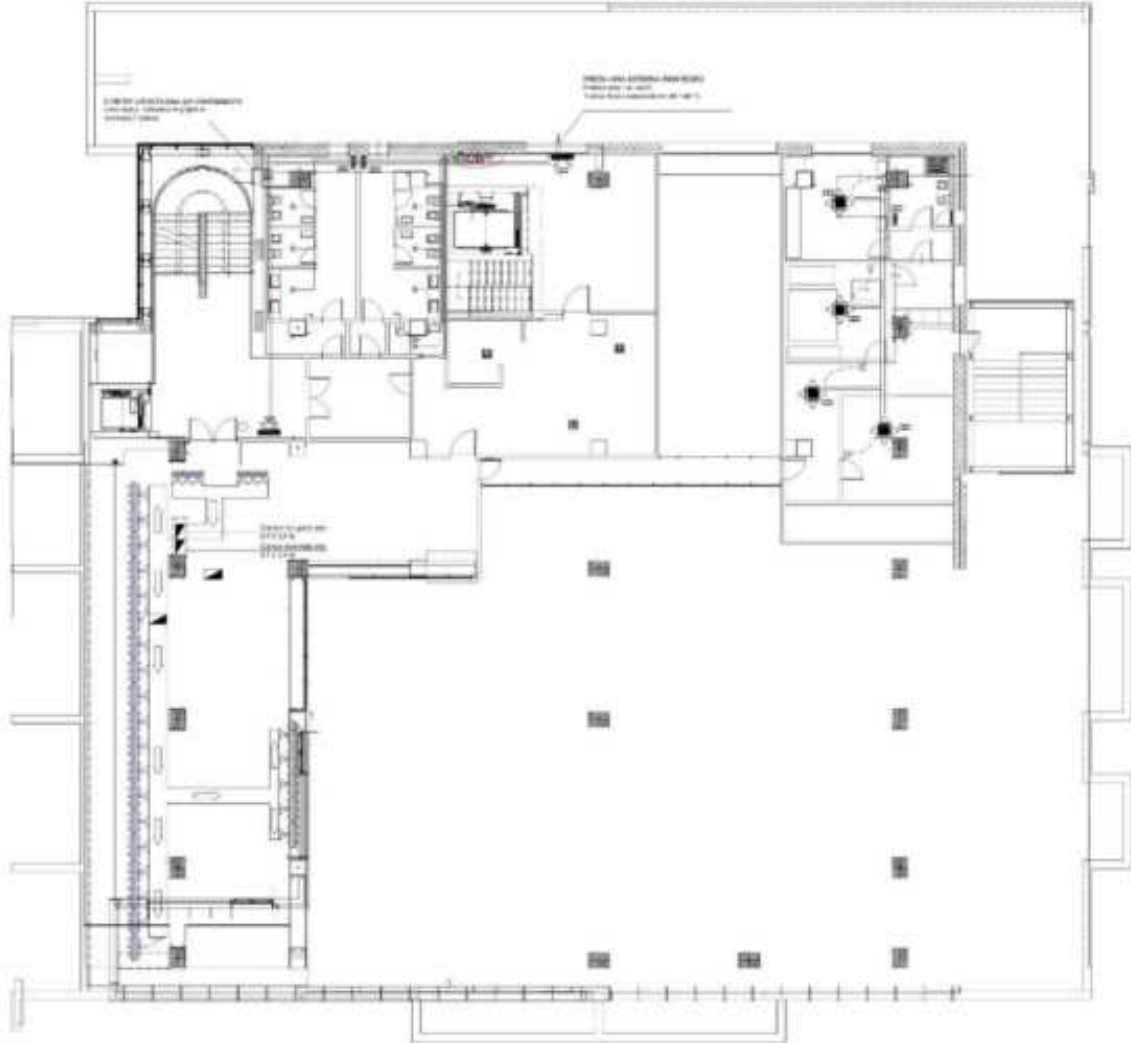


Fig. 5.23 impianto termico primo piano

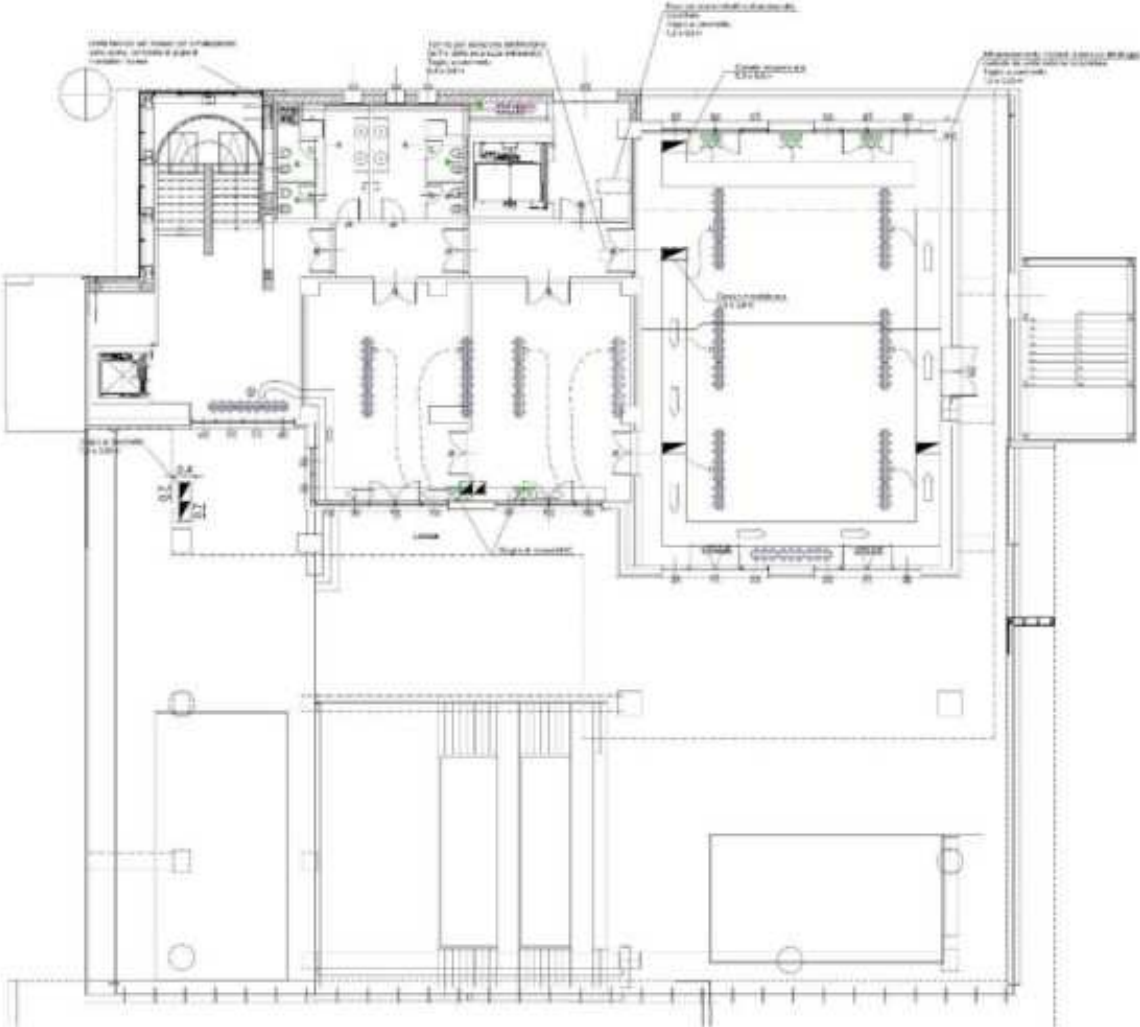


Fig. 5.24 impianto termico secondo piano

5.4 Impianto di trattamento aria

Con l'acronimo U.T.A. si definisce l'Unità di Trattamento Aria ossia quel dispositivo per il trattamento ed il ricambio dell'aria negli ambienti e deputato al riscaldamento o raffreddamento della stessa. Gli edifici di nuova generazione, sempre più ermetici, non consentono un adeguato ricircolo e ricambio dell'aria indoor; questa è una tra le ragioni per cui risultano necessari sistemi di ventilazione che favoriscano il rinnovo dell'aria, il controllo dei parametri di umidità ed il recupero di energia ai fini di risparmio. La U.T.A. è, nella sua configurazione di base, composta da un ventilatore capace di aspirare l'aria e di spingerla, dopo una serie di passaggi che ne modificano i parametri, verso i punti di diffusione in ambiente. Più nel dettaglio possiamo individuare una serranda di presa, che regola il flusso dell'aria all'interno dell'apparecchio, un recuperatore, che quando presente, permette di ottenere un recupero energetico, un filtro, una batteria di riscaldamento e/o raffreddamento, un umidificatore ed infine il ventilatore. Il cuore dell'impianto sono, senza dubbio, le batterie di scambio termico, ovvero degli scambiatori di calore, solitamente a tubi alettati, del tipo aria/acqua, che permettono, attraverso vari passaggi, di modificare i parametri di temperatura dell'umidità dell'aria. Nell'ottica del risparmio energetico però, la parte più importante dell'impianto diventa il recuperatore. Quando una U.T.A. è dotata di questo componente, oltre al ventilatore di mandata è presente anche un ventilatore di ripresa dell'aria trattata, che lavora su di un circuito indipendente dal precedente. Il recupero di calore può essere di due tipi: sensibile e latente. Nel primo caso si ha una cessione del calore di uno dei due fluidi in modo da pre-riscaldare (d'inverno) o pre-raffreddare (d'estate) l'aria da trattare. Il recupero latente, invece, si ha solo d'estate, in quanto per ottenerlo è necessario far condensare l'umidità presente nell'aria da trattare, raffreddandola. Ovviamente nel caso si abbia un recupero latente è presente anche un recupero sensibile.

Nella struttura in oggetto, come descritto nel paragrafo precedente, saranno presenti n. 3 UTA a servizio degli ambienti principali ovvero:

- 1) Sala Mensa;
- 2) Sala Pranzo Dirigenti;
- 3) Sala Conferenza.

La prima UTA a servizio della Sala Mensa sarà installata all'interno di un vano dedicato al piano seminterrato che, mediante canalizzazioni, prenderà aria pulita dall'ambiente esterno per cederla, dopo il trattamento, all'interno dell'ambiente principale della mensa.

Le restanti altre due UTA a servizio degli ambienti ubicati rispettivamente al primo e secondo piano, saranno installate in copertura.

Le UTA saranno composte da due ventilatori inverter di mandata e ripresa dell'aria, un recuperatore di calore a flussi incrociati, da batterie di post riscaldamento alimentate dall'accumulo tecnico e quindi dalle pompe di calore geotermiche e serrande di regolazione gestite dal sistema domotico della struttura il quale prevedrà delle sonde di temperatura e CO2 installate nei locali serviti.

Di seguito si riportano le specifiche di tali macchine.



Figura : 5.26 Scheda tecnica UTA sala mensa

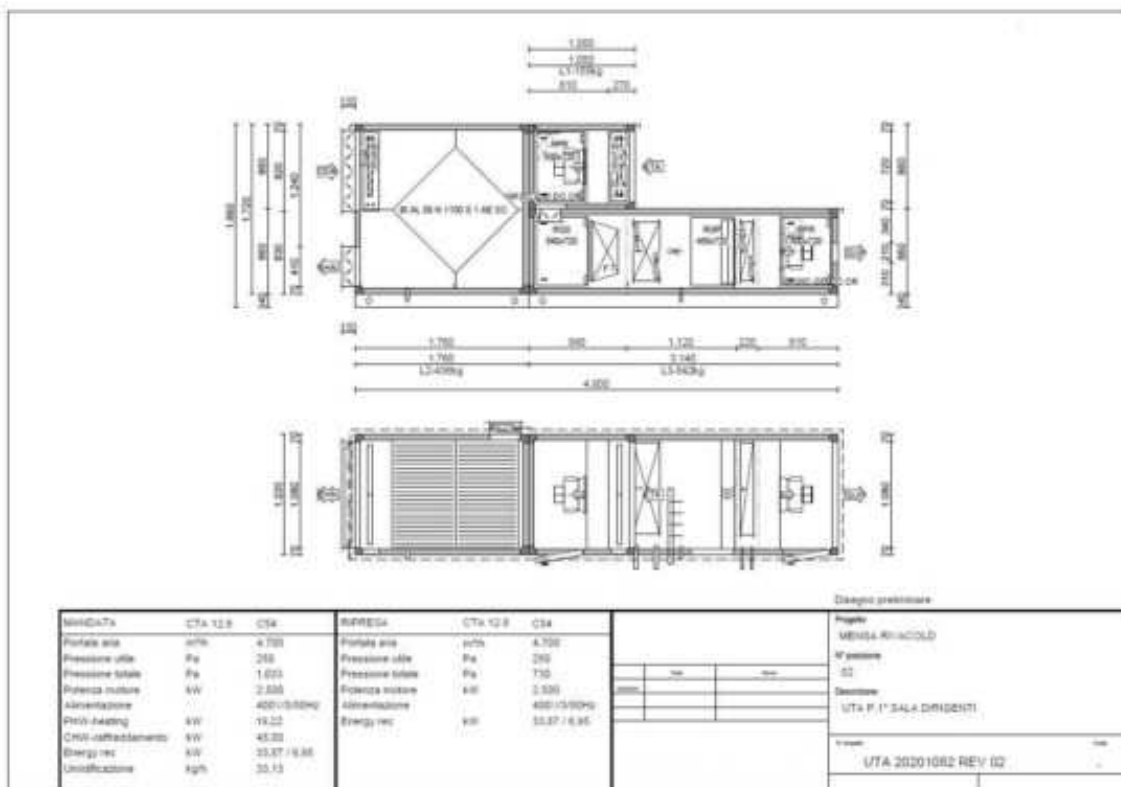


Figura: 5.27 Scheda tecnica UTA sala dirigenti

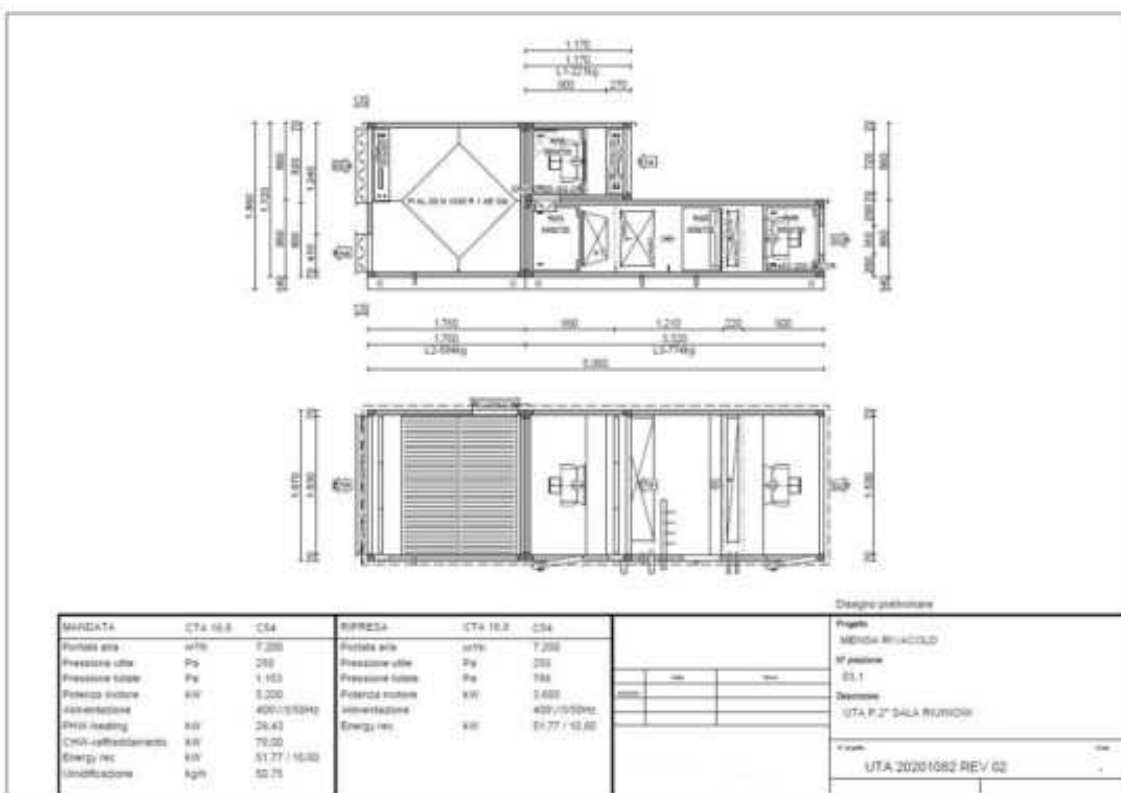


Figura: 5.28 Scheda tecnica UTA sala conferenze

5.5 Impianto elettrico e bulding automation

5.5.1 Generalità sull'impianto elettrico

Il nuovo edificio di proprietà della Rivacold Srl, sarà alimentato elettricamente dalla rete di Media Tensione aziendale prelevando l'energia elettrica dalla cabina di trasformazione MT/BT dello stabilimento denominato RV4 che si trova ubicato frontalmente alla nuova struttura. All'interno dell'edificio sarà ricavato, esternamente all'autorimessa, una locale tecnico dedicato al posizionamento di tutte le apparecchiature elettriche necessarie. La volontà della committenza è stata quella di alimentare tutto il fabbricato elettricamente, eliminando la presenza di eventuali gas combustibili come ad esempio il gas metano per l'alimentazione delle utenze della cucina e per la generazione di energia termica.

Per questa ragione, essendo la totalità delle utenze presenti all'interno della struttura alimentate elettricamente, si è progettato l'impianto elettrico in grado di garantire l'energia necessaria allo svolgimento simultaneo di tutte le attività presenti, da quelle delle cucine al piano terra e primo a quella della sala conferenze al secondo piano.

L'impianto elettrico avrà origine dalla cabina di trasformazione MT/BT con l'installazione di un trasformatore MT in resina avente potenza elettrica pari a 1.000kVA. Tale trasformatore alimenterà il quadro elettrico generale ubicato nel medesimo locale, da cui partiranno tutte le linee elettriche per alimentare i quadri di piano e le varie utenze ausiliari.

Nel realizzare quanto indicato in premessa è necessario eseguire le seguenti attività:

- Adeguamento cabina esistente di Rivacold unità 4, questo consiste:
 - Installare nuovo scomparto di Media Tensione a protezione del trasformatore esistente in cabina RV4.
 - Installare nuovo scomparto di Media Tensione a protezione della nuova linea elettrica per alimentare la nuova cabina di trasformazione al servizio della nuova mensa.
 - Fare uno scavo in sezione obbligata per realizzare il cavidotto per il passaggio della linea di alimentazione della nuova cabina di trasformazione.
 - Posizionare nei cavi dotto il cavo interrato di Media Tensione, per realizzare la connessione tra le due cabine.
 - Realizzare tutte le opere ed eseguire tutte le attività accessorie per fare il lavoro a regola d'arte.

- Realizzare la nuova cabina di trasformazione al servizio della mensa, questo consiste:
 - Installare nuovo scomparto di Media Tensione a protezione della cabina.
 - Installare nuovo scomparto di Media Tensione a protezione del trasformatore.
 - Posizionare un nuovo trasformatore con isolamento in resina da 1000KVA, completo di struttura di protezione metallica, ventole di raffreddamento, sonde di temperature e quanto necessario per il corretto funzionamento.
 - Installare il quadro di Bassa Tensione di distribuzione generale dell'impianto elettrico nei vari piani ed unità produttive.
 - Eventuale predisposizione di una linea di alimentazione del futuro capannone industriale.
 - Compreso le opere ed attività necessarie a realizzare a regola d'arte la cabina di trasformazione.
- Impianto elettrico al servizio del piano seminterrato, questo consiste:
 - Realizzazione di quadro di distribuzione elettrica nei vari ambienti.
 - Linee di alimentazione elettrica delle varie utenze presenti.
 - Alimentazione quadro macchina ascensore.
 - Alimentazione quadro macchina montacarichi.
 - Alimentazione pompe antincendio e di sollevamento acque, in caso di emergenza.
 - Illuminazione artificiale di servizio e di emergenza/sicurezza.
 - Compreso le opere ed attività necessarie a realizzare a regola d'arte.
- Impianto elettrico al servizio del piano Terra, questo consiste:
 - Realizzazione di quadro elettrica cucina e servizi.
 - Realizzazione del quadro elettrico zona distribuzione pasti e zone comuni
 - Linee di alimentazione elettrica delle varie utenze presenti.
 - Illuminazione artificiale di servizio e di emergenza/sicurezza.
 - Compreso le opere ed attività necessarie a realizzare a regola d'arte.
- Impianto elettrico al servizio del piano Primo, questo consiste:
 - Realizzazione di quadro elettrica zona distribuzione pasti principale.
 - Realizzazione del quadro elettrico zona distribuzione pasti direzione.
 - Realizzazione del quadro elettrico zona servizi e aree comuni.

- Linee di alimentazione elettrica delle varie utenze presenti.
- Illuminazione artificiale di servizio e di emergenza/sicurezza.

- Impianto elettrico al servizio del piano Secondo, questo consiste:
 - Realizzazione di quadro elettrica generale di piano.
 - Realizzazione del quadro elettrico Sala Conferenze.
 - Linee di alimentazione elettrica delle varie utenze presenti.
 - Illuminazione artificiale di servizio e di emergenza/sicurezza.

- Impianto elettrico per i servizi, questo consiste:
 - Realizzazione di quadro elettrica alimentazione Pompa di Calore o UTA.
 - Realizzazione del quadro elettrico di alimentazione distribuzione rete dati.
 - Realizzazione del quadro di alimentazione circuito di video sorveglianza e di allarme.
 - Realizzazione del quadro di alimentazione del circuito di distribuzione sonora.
 - Linee di alimentazione elettrica delle varie utenze presenti.
 - L'installazione di Gruppo di Continuità UPS, al servizio delle utenze privilegiate, come server, pc, ecc..

Considerazioni generali

L'impianto elettrico pensato è costituito da cabina di trasformazione al servizio delle attività svolte nell'immobile, avendo un occhio a quella che potrebbe essere lo sviluppo futuro dell'area. La distribuzione interna tiene conto del diverso utilizzo dei vari locali ed aree, al fine di ottimizzare l'uso dell'energia, permettere il funzionamento autonomo delle singole attività che si svolgeranno nell'edificio. I quadri di distribuzione sono stati pensati al fine di rendere selettivo l'impianto, limitare i disservizi all'area interessata dal problema, senza compromettere la fruibilità delle altre aree. Inoltre, una maggiore distribuzione dei carichi permette anche un risparmio in termini di perdite sulle linee. L'illuminazione pensata è con tecnologia al LED, con corpi illuminati differenziati in funzione della destinazione d'uso dell'area o vano specifico. Sarà cura della committenza scegliere o dare indicazioni sul tipo di plafoniere utilizzare, ritenute più consone all'immagine che vuole dare del luogo dove verranno installate. I corpi illuminanti saranno dotati di sensori che regolano l'intensità luminosa in funzione dell'irraggiamento naturale che può arrivare dall'esterno. Tutta l'impiantistica sarà controllata da PLC, tali che permetteranno sia il monitoraggio dei consumi che la segnalazione di anomalie presenti. Inoltre sarà possibile gestire da remoto l'accensione e lo spegnimento dei vari utilizzatori. Nel determinare gli interventi da fare si è tenuto conto anche dei vari servizi che saranno realizzati per la gestione ed utilizzo dell'edificio, come l'impianto antincendio, l'impianto di allarme e di emergenza, l'impianto di diffusione sonora, l'impianto di distribuzione rete dati. Si è ipotizzato anche il posizionamento di un Gruppo di Continuità (UPS), della potenza di circa 40KVA, per alimentare le utenze privilegiate.

Di seguito si riportano le planimetrie dell'impianto elettrico piano per piano con la distribuzione dei quadri elettrici, dell'impianto di illuminazione e forza motrice.

Planimetrie impianto elettrico

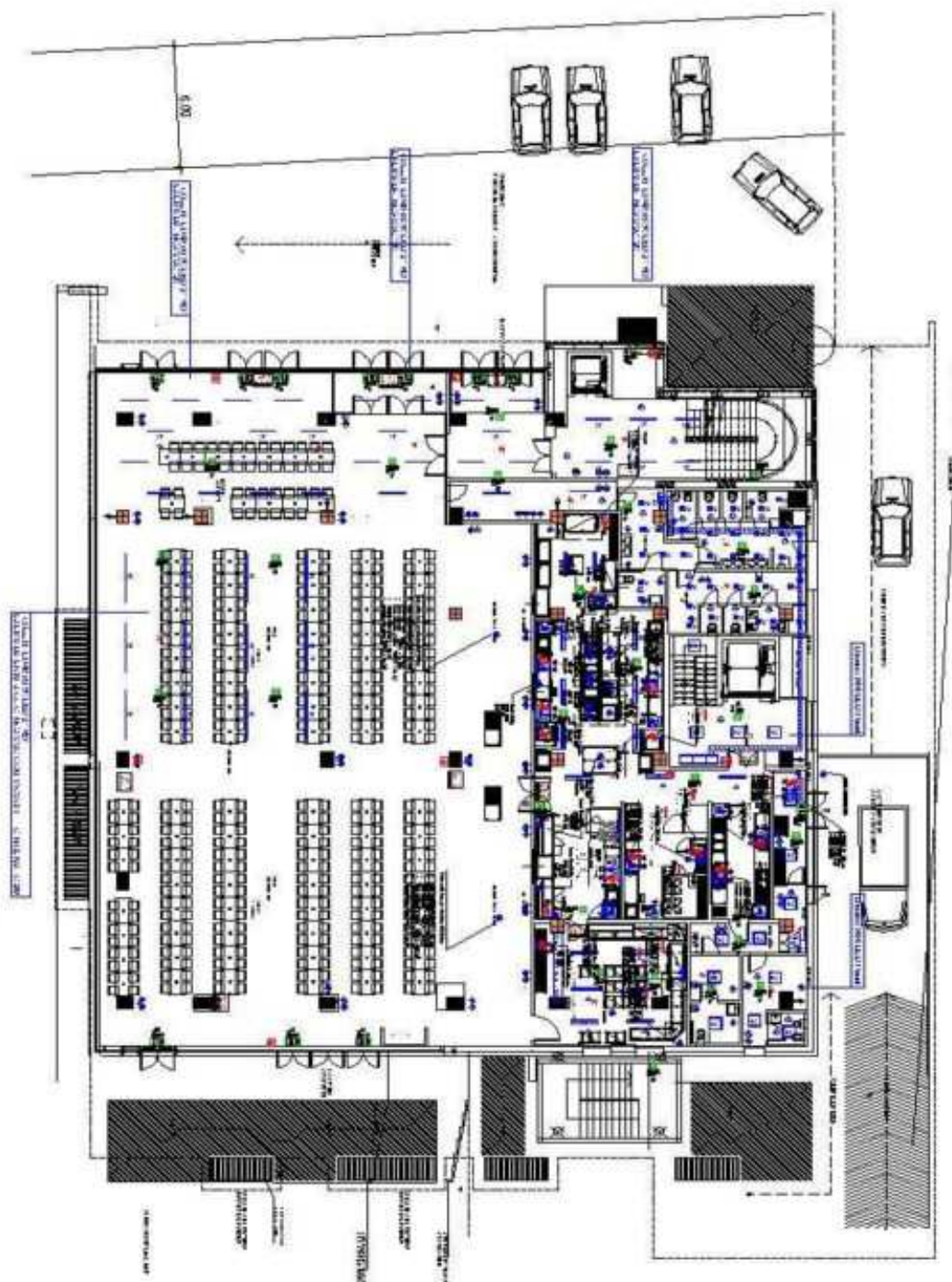


Figura 5.29 Planimetria impianto elettrico piano terra

5.5.2 Building Automation

La Building Automation, ovvero la “scienza” che si occupa dell’automazione delle funzioni di un edificio, generalmente ad uso diverso dal residenziale, come ad esempio un albergo, un edificio commerciale, pubblico o come in questo caso di un edificio polivalente, permette di gestire, in modo autonomo e automatico, gli impianti tecnologici, controllando che tutte le funzioni siano regolarmente svolte e integrandole in caso contrario.

Nel progetto in esame si è messa in evidenza l’importanza di automatizzare le funzioni di tutti gli impianti presenti, ottimizzandone le prestazioni per aumentare i livelli di vivibilità, di comfort, di sicurezza e di risparmio energetico all’interno degli ambienti. Il vantaggio principale di gestire in maniera integrata ed automatizzata gli impianti consiste nel disporre di una infrastruttura di supervisione e controllo capace di massimizzare il risparmio energetico, il comfort e la sicurezza degli occupanti, garantendo inoltre l’integrazione con il sistema elettrico di cui l’edificio fa parte.

Tra le procedure maggiormente automatizzate in edifici come in questo caso vi è la gestione intelligente dell’illuminazione, la termoregolazione, il controllo degli accessi, la rilevazione d’incendi, la gestione dei carichi elettrici, la supervisione degli impianti di allarme, la gestione aziendale dei vari ambiente ecc. In questo modo è possibile sapere quando un’area è occupata e quante persone sono in una stanza, permettendo di regolare l’aria condizionata, oppure è possibile sapere quando illuminare l’ambiente, attraverso sensori di movimento, oppure impostare lo spegnimento dell’aria condizionata quando una finestra si apre e il viceversa quando la finestra è chiusa, e prevedere le manutenzioni degli impianti.

La Building Automation è fondamentale per il conseguimento di risultati significativi nell’ambito dell’efficienza energetica e per questa ragione alcune norme prescrivono i requisiti e gli obblighi dei nuovi edifici. Per gli edifici non residenziali gli obblighi normativi sono dettati dal D.M. 26 Giugno 2015 che prescrive i requisiti minimi sulla classe di automazione edifici, e dal DL 63/2013 sugli edifici ad energia quasi zero - nZEB. Tra le norme tecniche di riferimento ci sono le Guide CEI 306-2, 64-100/1, 64-100/2 e 64-100/3 e la norma UNI EN 15232.

La norma UNI (Prestazione energetica degli edifici - Incidenza dell’automazione, della regolazione e della gestione tecnica degli edifici) non si focalizza direttamente sul tema Intelligent Building, ma riguarda l’infrastruttura di controllo e supervisione che può rendere intelligente un edificio, stimando l’impatto che tali sistemi hanno sulle prestazioni energetiche degli edifici.

La UNI EN 15232 definisce quattro classi di sistemi di building automation in base alle funzioni di automazione implementate:

Classe D: un sistema in cui non c’è alcuna funzione di automazione;

Classe C : un sistema che implementa un numero minimo di sotto-funzioni di automazione per ciascuna funzione di building automation;

Classe B: un sistema che aggiunge alle funzioni della Classe C una gestione centralizzata dei singoli impianti presenti all'interno dell'edificio;

Classe A: un sistema che consente una gestione simile alla Classe B permettendo però di garantire elevate prestazioni energetiche.

Secondo la norma la Classe C deve essere lo standard di riferimento nella regolamentazione nazionale; in questo modo diventa possibile quantificare e confrontare i risparmi economici teorici connessi con ogni classe e scegliere la classe del futuro sistema di controllo. Tutto ciò è in linea con la spinta che Europa vuole dare all'efficienza energetica e ai sistemi di Home & Building Automation

Per rendere 'intelligente' un intero edificio, è necessario predisporre gli impianti in tal senso.

Generalmente tali impianti innovativi, in cui i dispositivi sono in grado sia di elaborare informazioni che di comunicare tra loro, si basano su tre tecnologie: BUS, onde convogliate e trasmissione dati wireless. L'impianto elettrico della struttura in oggetto sarà totalmente progettato e realizzato mediante questa metodologia, in quanto ogni quadro elettrico in cui saranno installate le varie utenze elettriche monitorate da idonei sistemi, saranno tutti tra loro comunicanti e gestiti dal BMS (Building Management Systems), ovvero sistemi per la gestione integrata di tutte le funzioni tecnologiche di un edificio, che sarà ubicato nel locale denominato "Control Room" al primo piano dell'edificio.

La tecnologia a BUS prevede il collegamento fisico tra i vari dispositivi attraverso un doppino intrecciato che trasferisce sia i segnali che l'alimentazione ai dispositivi, consentendo agli attuatori ed ai sensori di comunicare.

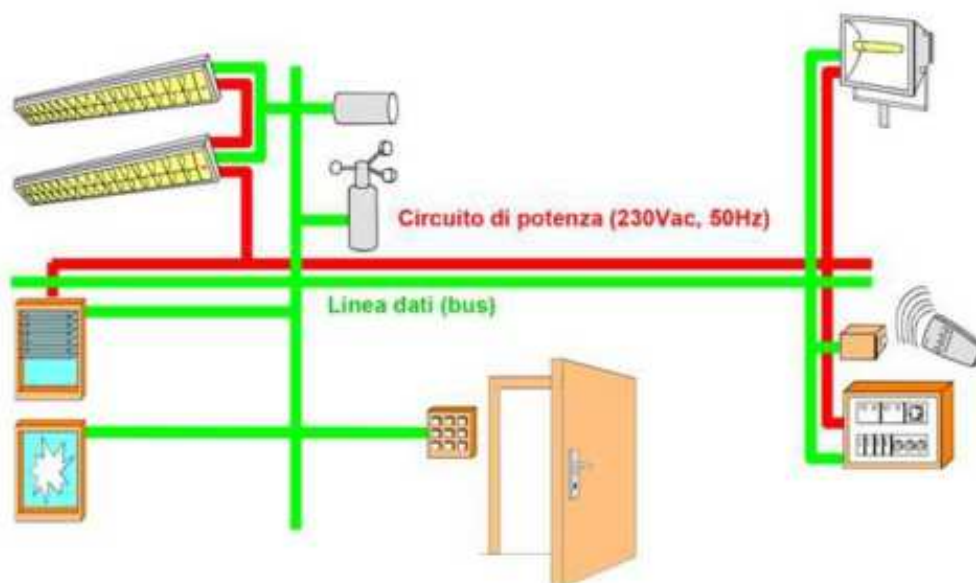


Fig. 5.32 - Esempio di collegamento BUS

Tra i maggiori vantaggi di questa soluzione: sicurezza dei dati trasmessi, immunità dai disturbi, velocità di trasmissione, ottima soluzione per nuove realizzazioni.

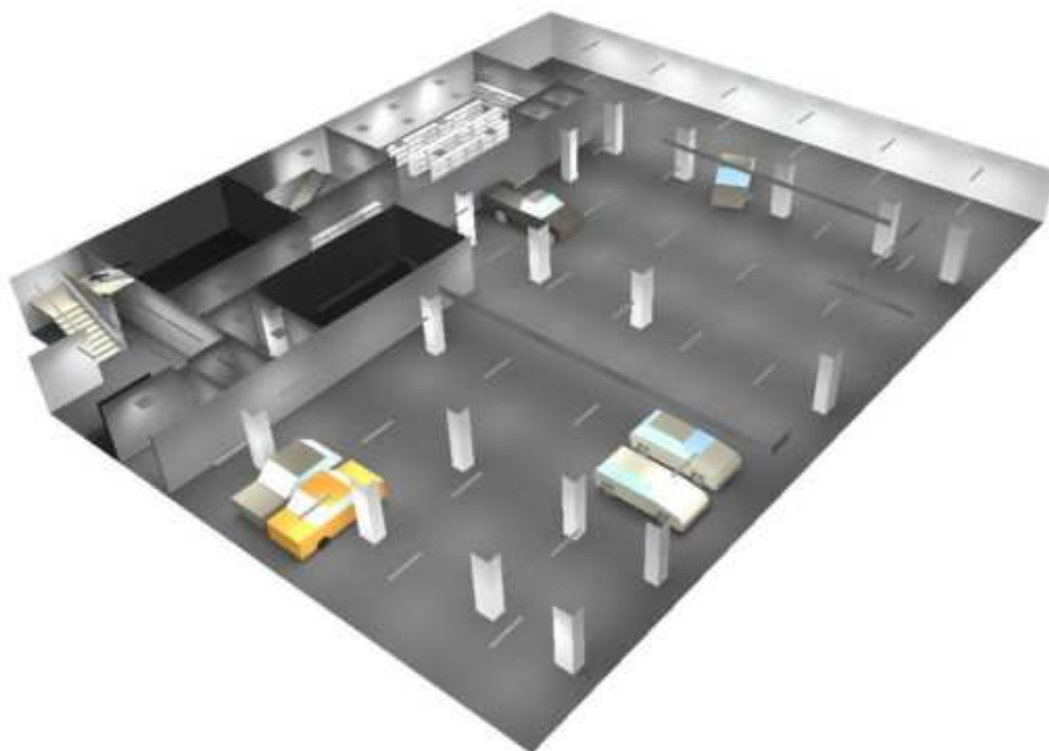


Figura 5.33 Rendering illuminotecnico autorimessa

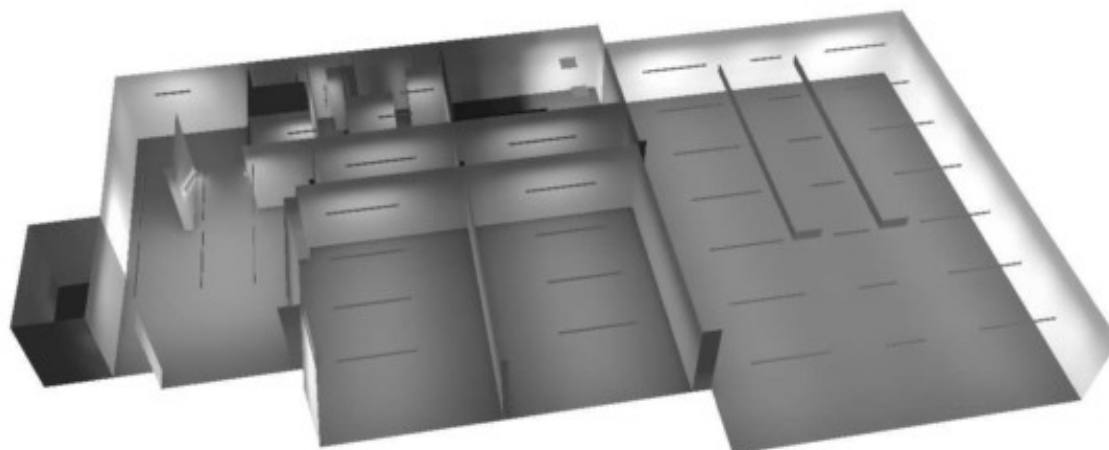


Figura5.34 Rendering illuminotecnico piano terra

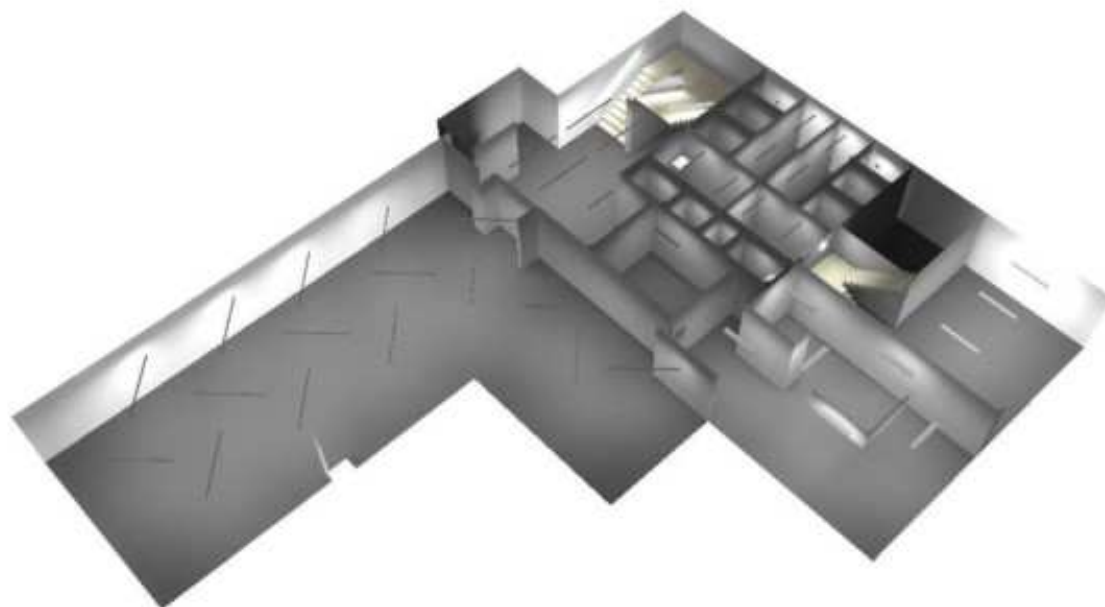


Figura5.35 Renderign illuminotecnico piano primo

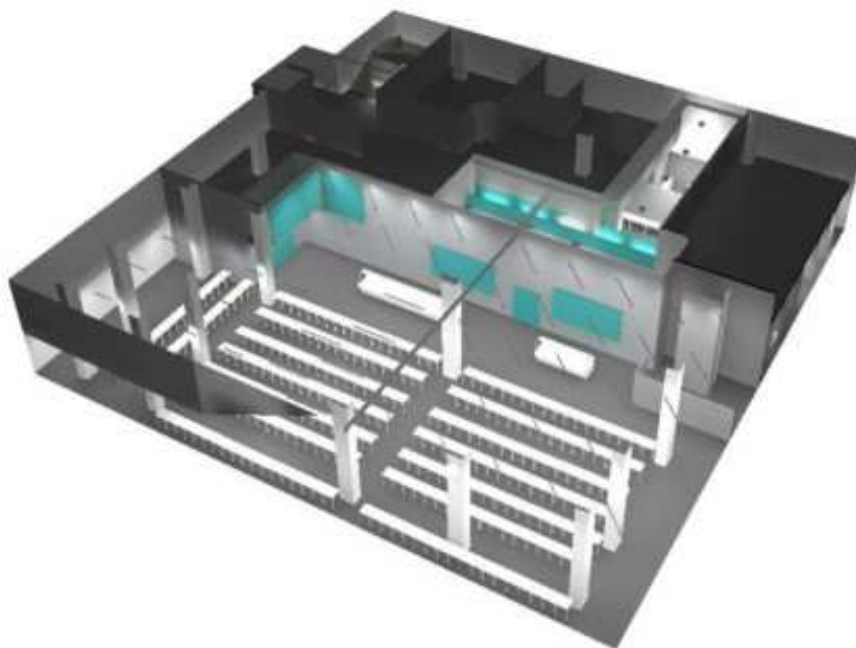


Figura 5.36 Rendering illuminotecnico piano secondo

5.6 Infrastrutture per la mobilità elettrica

Il Decreto legislativo n. 48 di attuazione della Direttiva UE 2018/844 che modifica la direttiva 2010/31/UE sulla prestazione energetica nell'edilizia e la direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica (G.U. n. 146 del 10 giugno 2020), prescrive, tra l'altro, all'Art. 16 che entro 180 giorni dalla data di entrata in vigore del Decreto stesso (11 giugno 2020), i Comuni devono adeguare il Regolamento edilizio comunale, prevedendo, con decorrenza dal medesimo termine, che, ai fini del conseguimento del titolo abilitativo edilizio, sia obbligatoriamente previsto, per gli edifici sia ad uso residenziale che ad uso diverso da quello residenziale, di nuova costruzione o sottoposti a interventi di ristrutturazione importante che siano rispettati i criteri di integrazione delle colonnine di ricarica dei veicoli elettrici negli edifici.

In particolare, l'art. 4 del suddetto D.lgs. ha apportato una serie di modifiche al Decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, tra cui il comma 1-bis che viene sostituito con:

“ Negli edifici di nuova costruzione, negli edifici sottoposti a ristrutturazione importante e negli edifici non residenziali dotati di più di venti posti auto sono rispettati i seguenti criteri di integrazione delle tecnologie per la ricarica dei veicoli elettrici:

a) negli edifici non residenziali di nuova costruzione e negli edifici non residenziali sottoposti a ristrutturazioni importanti, dotati di più di dieci posti auto, sono installati:

1) almeno un punto di ricarica ai sensi del decreto legislativo 16 dicembre 2016, n. 257, di recepimento della direttiva 2014/94/UE;

2) infrastrutture di canalizzazione, vale a dire condotti per cavi elettrici, per almeno un posto auto ogni cinque, al fine di consentire anche in una fase successiva di installare ulteriori punti di ricarica per veicoli elettrici.

Al di là degli obblighi previsti l'opportunità di installare le colonnine di ricarica è da prendere nella dovuta considerazione, sia perché la transizione verso la mobilità elettrica diventerà un percorso inevitabile sia per la convenienza economica.

Per tal proposito si è progettato un impianto per la ricarica dei veicoli elettrici sia ad uso privato della dirigenza che per i dipendenti della ditta. Tale impianto prevede l'installazione di n. 5 colonnine di ricarica auto con doppia presa all'interno dell'autorimessa privata al piano seminterrato dell'edificio, fruibili sia dalla dirigenza che dai vari rappresentanti in visita o eventualmente dai mezzi per la consegna di cibi e bevande. Oltre a questi si è predisposto una serie di colonnine esterne per i dipendenti dell'azienda che vogliono usufruire della ricarica durante l'attività lavorativa o durante la pausa pranzo.



6 Valutazione tecnico economica

6.1 Premessa

Alla luce di quanto discusso precedentemente, si vuole ora fornire informazioni utili alla scelta dell'impiantistica termo-meccanica a servizio del fabbricato adibito ad uso mensa aziendale. Le valutazioni di seguito esposte metteranno in evidenza i vantaggi e svantaggi legati a ciascuna delle scelte impiantistiche proposte nella fase di fattibilità, con una panoramica finale riassuntiva inclusiva dei costi annessi. Le soluzioni proposte riguarderanno l'impiantistica da installarsi per il controllo e mantenimento delle ottimali condizioni termo-igrometriche all'interno dei vari ambienti (temperatura / umidità relativa / tasso di CO₂ e altri parametri).

6.2 Analisi e valutazione del sistema di generazione

Il sistema di generazione per la produzione di acqua tecnica (calda e fredda per riscaldamento/produzione di ACS e raffrescamento rispettivamente) può essere rappresentato da una delle seguenti combinazioni di apparecchiature:

Soluzione 1 - Caldaia a condensazione + Chiller

Soluzione 2 - Pompa di calore ad inversione di ciclo (caldo/freddo e ACS) ARIA/ACQUA

Soluzione 3 - Pompa di calore ad inversione di ciclo (caldo/freddo e ACS) ACQUA/ACQUA in combinazione con GEOTERMIA

Soluzione 4 - Co-generazione per produzione combinata di calore ed energia elettrica

Soluzione 5 - Tri-generazione per produzione combinata di calore, energia elettrica e acqua refrigerata

L'integrazione necessaria per la copertura di energia da fonti rinnovabili prevede anche l'installazione di Impianto Fotovoltaico e Solare Termico in copertura.

Si forniscono sotto tabelle comparative, con descrizione di VANTAGGI e SVANTAGGI di ciascuna:

SOLUZIONE 1: CALDAIA A CONDENSAZIONE + CHILLER	
VANTAGGI	SVANTAGGI
- bassi costi di installazione	- soluzione 'tradizionale' poco innovativa
- bassi costi di manutenzione	- necessita' di allaccio per fornitura gas metano di rete (altra utenza)
- soluzione tecnica collaudata ed affidabile anche in condizioni ambientali spinte (basse temperature invernali)	- assoggettabilita' a prevenzione incendi
	-

SOLUZIONE 2: POMPA DI CALORE ARIA/ACQUA	
VANTAGGI	SVANTAGGI
- bassi costi di installazione	- sistema di generazione che ha un consistente calo di rendimento in condizioni ambientali estreme (basse temperature invernali e alte estive)
- bassi costi di manutenzione	- sistema di generazione con bassi rendimenti per la necessita' di garantire alte temperature del fluido termo-vettore (almeno 65°C)
- soluzione che non rappresenta attivita' soggetta al controllo dei vv.f.	-necessita' di avere una unita' esterna, con conseguente impatto estetico-acustico

SOLUZIONE 3: POMPA DI CALORE GEOTERMICA	
VANTAGGI	SVANTAGGI
- bassi costi di manutenzione	- alti costi iniziali connessi alla realizzazione delle sonde geotermiche
- buoni rendimenti di funzionamento e poco variabili su base annua	- necessari studi di fattibilità e pratiche connesse ad autorizzazioni ambientali
- soluzione tecnica collaudata ed affidabile anche in condizioni ambientali spinte (non risente della variabilità delle temperature ambiente)	-
- soluzione che non rappresenta attività soggetta al controllo dei vv.f.	-
- possibilità di alloggiare tutte le apparecchiature all'interno del fabbricato (vani tecnici) senza avere unità esterne	

SOLUZIONE 4 e 5: CO-GENERAZIONE / TRI-GENERAZIONE	
VANTAGGI	SVANTAGGI
- generazione combinata di energia termica ed elettrica da motore endotermico a combustione interna, alimentato a gas metano di rete	- altissimi costi iniziali di installazione e fattibilità tecnica (progettazione)
- soluzione tecnica estremamente innovativa (ritorno dell'investimento costituito in buona parte dal 'ritorno d'immagine', con possibilità di rappresentare un 'caso-studio' per questo tipo di applicazione)	- alti costi di gestione e manutenzione (poche ditte specializzate reperibili)
- buoni rendimenti poco dipendenti da condizioni ambientali	- potenziali problematiche legate all'aspetto acustico e impatto estetico (presenza di torri evaporative)
	- soluzione che rappresenta attività soggetta al controllo dei vv.f.

6.3 Stima costi

L'analisi economica risulta essere fondamentale per la scelta delle diverse tipologie di impianti, specialmente negli impianti ad elevato contenuto tecnologico come nel caso in oggetto. Di seguito si riportano le stime dei costi degli impianti nelle diverse soluzioni impiantistiche per quanto riguarda la climatizzazione, per l'installazione dell'impianto elettrico con relativo sistema building.

6.3.1 stima costi impianto termo meccanico

- Soluzione 1:	545.000,00 €
- Soluzione 2:	530.000,00 €
- Soluzione 3:	680.000,00 €
- Soluzione 4 / 5:	1.000.000,00 €
- Impianto Solare Termico:	13.000,00€

6.3.2 stima costi impianto elettrico

Adeguamento cabina RV4 e linea elettrica di Media Tensione	30.000,00 €
Cabina Elettrica	40.000,00 €
Impianto Elettrico interno (completo di Q.E. generale sotto-quadri, distribuzione, FM/Prese ed Illuminazione):	300.000,00 €
Impianto Elettrico per servizi	60.000,00 €
Impianto Fotovoltaico	80.000,00 €
Sistema Bulding	80.000,00 €
TOTALE COSTI ELETTRICI	590.000,00 €

Analizzate le varie soluzioni tecniche per la generazione di calore e i costi annessi, si è proceduto con la realizzazione di un sistema costituito dalle tecnologie presentate nella soluzione 2 e 3 ovvero, l'installazione di un sistema di sonde geotermiche con pompa di calore acqua/acqua integrata con una seconda pompa di calore aria/acqua.

Questo alla luce del fatto che la soluzione 1 richiede la presenza di un impianto di adduzione gas, la quale scelta risulta essere ad oggi obsoleta in quanto il gas metano viene considerato fonte di energia non rinnovabile con elevate emissioni di CO2. La soluzione 4 proposta, anch'essa prevede la presenza di un impianto di adduzione gas con aggiunta di elevati costi di installazione e manutenzione dovuti ai sistemi di generazione.

7 Conclusioni

Con quanto descritto ed esaminato in questa tesi, si è considerato la realizzazione di un nuovo edificio adibito a mensa aziendale impiegando le nuove tecnologie impiantistiche, che grazie all'innovazione e alla ricerca stanno prendendo sempre più forma, ricercando una migliore efficienza nella gestione della struttura ed una sostenibilità ambientale riducendo le emissioni di CO₂.

Infatti ci si può rendere conto che è possibile realizzare un edificio che sia innovativo e al tempo stesso con un'alta efficienza energetica, avendo così un impatto positivo sull'ambiente, senza dover sostenere costi d'installazione troppo elevanti.

Ed infine, vi è anche la soddisfazione di aver realizzato un edificio all'avanguardia .

Bibliografia

Riferimenti normativi

1. UNI EN 15232:2017 "Prestazione energetica degli edifici - impatto dell'automazione, del controllo e della gestione tecnica degli edifici"
2. UNI EN 11466:2012 "Sistemi geotermici a pompa di calore : Requisiti per la progettazione e il dimensionamento"
3. UNI EN 12464-1 "Illuminazione dei Luoghi di Lavoro"
4. UNI 9795 "Sistemi fissi automatici di rivelazione e di segnalazione allarme d'incendio - Progettazione, installazione ed esercizio".
5. Norma CEI 64-8 dal titolo "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1.000 V in corrente alternata e a 1.500 V in corrente continua". 24 mag 2017
6. D.M 26 Giugno 2015 : "Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici"
7. Direttiva Europea 2010/31/UE : "Linee guida sulla prestazione energetica nell'edilizia"
8. Decreto Legislativo 19 Agosto 2005: "Linee guida sul rendimento energetico nell'edilizia"
9. CEI 306-2,64-100 : "Linee guida per il cablaggio delle comunicazioni elettroniche"
10. Direttiva Europea 2012/27/UE : "Direttiva del Parlamento europeo e del Consiglio sull'efficienza energetica"