



MINISTERO
DELLE INFRASTRUTTURE
E DELLA MOBILITÀ SOSTENIBILI



E.N.A.C
ENTE NAZIONALE per
L'AVIAZIONE CIVILE

Committente Principale



AEROPORTO INTERNAZIONALE DI FIRENZE – “AMERIGO VESPUCCI”

Opera

INTERVENTI DI ADEGUAMENTO E OTTIMIZZAZIONE DELLE AREE TERMINALI

Titolo Documento

RELAZIONE TECNICA IMPIANTI TERMOMECCANICI TERMINAL

Fase di Progetto

PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA

FASE	REV	DATA EMISSIONE	SCALA	CODICE FILE
PF	00	2022	N/A	FLR-NT-IM-RT-NA-06_ Rel Tec Imp Term Terminal
				NOME FILE Rel Tec Imp Term Terminal

REV	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
00	2022	Prima Emissione	ME	Ing. A. Bonciani	Ing. L. Tenerani

COMMITTENTE PRINCIPALE		GRUPPO DI PROGETTAZIONE		SUPPORTI SPECIALISTICI	
 Toscana Aeroporti ACCOUNTABLE MANAGER Dott. Vittorio Fanti		 Toscana Aeroporti engineering DIRETTORE TECNICO Ing. Lorenzo Tenerani		SUPPORTO PROGETTAZIONE ARCHITETTONICA ACI ENGINEERING S.A. RAFAEL VIÑOLY ARCHITECTS PC	
		RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE Ing. Lorenzo Tenerani Ordine degli Ingegneri di Massa Carrara N°631		SUPPORTO STRUTTURALE Eckersley O'Callaghan	SUPPORTO IMPIANTI IDRICI E IDRAULICI TEKNE
		PROGETTISTA ARCHITETTURA E STRUTTURE Arch. David Perri Ordine degli Architetti di Lucca N°1157		SUPPORTO IMPIANTI TERMOMECCANICI me engineers	SUPPORTO IMPIANTI ELETTRICI E SPECIALI TECHNION S.r.l.
POST HOLDER DI AREA	POST HOLDER PROGETTAZIONE Ediz/D Ediz/D	PROGETTISTA SPECIALISTICO IMPIANTI Ing. Andrea Bonciani Ordine degli Ingegneri di Firenze N°4150		SUPPORTO IDROLOGIA E IDRAULICA HYDROGEO INGEGNERIA	SUPPORTO PROGETTO APRON M.C.P. MARRADI CONSULTING PARTNERS Infrastructures Engineering, Technology & Consulting
	POST HOLDER MANUTENZIONE Ing. Nicola D'Ippolito	PROGETTISTA SPECIALISTICO APRON Ing. Lorenzo Tenerani Ordine degli Ingegneri di Massa Carrara N°631		GEOLOGIA TERRA & OPERE S.R.L. SOCIETÀ D'INGEGNERIA CONSULENZE GEOLOGICHE	ARCHEOLOGIA ARS ARCHEO SYSTEM
	POST HOLDER AREA DI MOVIMENTO Geom. Luca Ermini	PROGETTISTA VIABILITÀ E OPERE ESTERNE Arch. David Perri Ordine degli Architetti di Lucca N°1157		SUPPORTO SISTEMA BHS TECHNOGECO	CANTIERIZZAZIONE E SICUREZZA architecna ENGINEERING

Relazione Tecnica Impianti Meccanici

1	IL CONTESTO EUROPEO E LA SITUAZIONE DEGLI AEROPORTI.....	3
2	REQUISITI MINIMI ED OBIETTIVO N-ZEB	4
3	VALUTAZIONE DELLE ALTERNATIVE PROGETTUALI	4
4	CENTRALI DI PRODUZIONE ENERGIA TERMOFRIGORIFERA.....	9
5	IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE ESTIVA/INVERNALE	12
6	NORME DI RIFERIMENTO.....	16

1 Il contesto europeo e la situazione degli aeroporti

Il 14 luglio 2021 la Commissione Europea ha adottato un pacchetto di proposte per rendere le politiche dell'UE in materia di clima, energia, uso del suolo, trasporti e fiscalità idonee a ridurre le emissioni nette di gas a effetto serra di almeno il 55% entro il 2030 rispetto ai livelli del 1990 ("Fit for 55"). L'obiettivo del 55% è estremamente ambizioso. Per fare una comparazione, dal 1990 al 2020 le emissioni nell'Unione europea si sono ridotte del 20%. Tali misure sono le prime azioni messe in campo per la realizzazione del *Green Deal* europeo adottato nel dicembre 2019 col quale l'UE si è posta l'obiettivo di arrivare alla carbon neutrality (neutralità carbonica) entro il 2050. Tutto questo si inserisce nell'ambito del precedente Accordo di Parigi del 2015 col quale i Paesi dell'UE si sono impegnati per evitare pericolosi cambiamenti climatici limitando il riscaldamento globale al di sotto dei 2°C con l'obiettivo di limitarlo possibilmente a 1,5°C.

In questo percorso è evidente che anche l'edilizia dovrà fare la sua parte orientandosi sempre più verso edifici ad energia zero (net zero energy building ovvero N-ZEB) cioè edifici il cui consumo di energia non sia inferiore a quella prodotta in-situ attraverso l'utilizzo esclusivo di fonti di energia rinnovabile.

La legislazione italiana già col DM 26/06/2015, in recepimento della Diretiva 010/31/UE, aveva posto l'obbligo di costruzione di nuovi edifici secondo criteri n-ZEB (nearly zero energy building – edifici ad energia quasi zero) a partire dal 1° gennaio 2019 per gli edifici pubblici e dal 1° gennaio 2021 per tutti gli altri edifici specificando la quota di energia rinnovabile a copertura del fabbisogno complessivo secondo l'Allegato 3 del D.Lgs.28/2011.

Gli aeroporti sono edifici altamente energivori per i quali è particolarmente importante il contenimento dei consumi energetici ed il ricorso a fonti rinnovabili.

In tal senso molti aeroporti nel mondo hanno deciso di aderire a forme volontarie di certificazione ambientale come la certificazione LEED americana.

Il 16 maggio 2019 gli aeroporti aderenti ad ACI Europe hanno adottato una risoluzione con la quale si sono impegnati a raggiungere l'obiettivo *Net Zero Carbon Emission* entro il 2050.

Con la pandemia da Sars-Covid-19 hanno acquisito ulteriore vigore i temi della digitalizzazione e della transizione ecologica. Con il PNRR (Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza) il governo italiano ha preso impegni importanti riguardo la neutralità climatica destinando circa 68 miliardi di euro alla transizione

ecologica declinata attraverso quattro componenti (agricoltura ed economia circolare, tutela dei territori e delle risorse idriche, efficienza energetica degli edifici, transizione energetica e mobilità sostenibile).

2 Requisiti minimi ed obiettivo N-ZEB

L'attuale legislazione italiana sulle prestazioni energetiche in edilizia (DM 26/06/2015 detto dei "Requisiti minimi") pone degli obblighi stringenti per tutte le nuove costruzioni pubbliche e private.

In particolare a partire dal 1 Gennaio 2019 tutti gli edifici pubblici e dal 1 Gennaio 2021 tutti gli edifici privati di nuova costruzione devono rispettare alcuni requisiti minimi in riferimento ai seguenti aspetti:

- prestazioni termoigrometriche involucro edilizio;
- prestazioni energetiche impianti;
- utilizzo di fonti energetiche rinnovabili.

Con queste caratteristiche l'edificio si definisce "ad energia quasi-zero" (n-ZEB ovvero near-zero energy building).

Per quanto riguarda gli obblighi di utilizzo delle fonti rinnovabili il riferimento all'Allegato 3, paragrafo 1, lettera c), del DLgs 28/2011 successivamente modificato dal D.Lgs. n.199 del 8 Novembre 2021.

Tali obblighi includono che gli impianti di produzione di energia termofrigorifera devono essere progettati e realizzati in modo da garantire il contemporaneo rispetto della copertura, tramite il ricorso ad energia prodotta da impianti alimentati da fonti rinnovabili, del 60% dei consumi previsti per l'acqua calda sanitaria e del 60% della somma dei consumi previsti per l'acqua calda sanitaria, il riscaldamento e il raffrescamento.

Inoltre è fatto obbligo di installazione di un impianto fotovoltaico di potenza proporzionata all'impronta in pianta dell'edificio di nuova costruzione in ragione di una potenza in kW pari al 5% della superficie in pianta.

3 Valutazione delle alternative progettuali

Il conseguimento dei richiamati obiettivi di ricorso a fonti energetiche rinnovabili e di prestazioni energetiche in edilizia hanno indotto ad una ponderata valutazione di alcune alternative possibili in funzione del contesto

territoriale in cui si inserisce il nuovo Terminal e delle tecnologie disponibili per l'approvvigionamento energetico.

La scelta dei vettori energetici primari per il soddisfacimento dei fabbisogni di energia elettrica, termica e frigorifera a servizio del nuovo Terminal è giunta al termine di un percorso nel quale sono state valutate soluzioni e tecnologie diverse partendo dal presupposto che in un'ottica di neutralità carbonica (*carbon neutrality*) l'utilizzo di combustibili fossili sia da escludere a priori.

L'impiego dell'idrogeno molecolare (H₂) come vettore energetico sta assumendo spazi di importanza crescenti nel nuovo panorama energetico che si sta configurando a seguito della pandemia e della guerra russo-ucraina.

Con la pubblicazione della strategia sull'idrogeno da parte della Commissione Europea (CE) nel 2020, la produzione sostenibile di H₂ è diventata una priorità di investimento all'interno del piano Next Generation Europe. Di conseguenza l'Italia ha recentemente predisposto un Piano Nazionale per la Ripresa e la Resilienza (PNRR), in cui vengono stanziati 3,2 miliardi di euro per la ricerca, la sperimentazione, la produzione e l'utilizzo di H₂.

Il governo italiano assegna quindi all'idrogeno un ruolo importante nei piani di transizione ecologica, e ha fissato obiettivi ambiziosi per lo sviluppo e l'applicazione di questo vettore energetico entro il 2030.

L'idrogeno molecolare è attualmente prodotto su larga scala, ma utilizzato principalmente per la sintesi dell'ammoniaca necessaria per i fertilizzanti, nei processi di raffinazione del petrolio e per la sintesi del metanolo. È derivato dal gas naturale, e l'energia necessaria per produrlo proviene dai combustibili fossili. Questo idrogeno è chiamato grigio o marrone. Ricercatori, aziende e governi si stanno ora concentrando su l'unica opzione che porta a zero emissioni di CO₂, cioè l'idrogeno verde. In questo caso la materia prima è l'acqua dolce, che viene scissa in idrogeno e ossigeno per mezzo di elettrolizzatori alimentati da elettricità ottenuta da fonti rinnovabili. Attualmente, il prezzo dell'idrogeno verde è almeno tre volte più alto della sua controparte grigia, e la tecnologia degli elettrolizzatori non è sufficientemente sviluppata per produrre milioni di tonnellate di H₂ l'anno.

Si prevede che l'idrogeno verde diventerà competitivo sul mercato in circa un decennio, ma anche in questo scenario sarà importante valutare quanta elettricità, superfici ed acqua richiederà la sua produzione.

La Società di gestione dell'aeroporto di Torino Caselle (Sagat) sta implementando un impianto di cogenerazione basato su celle a combustibile ad ossidi solidi che in prospettiva potrà essere alimentato ad idrogeno ma che nella fase di start-up sarà molto probabilmente esercito con gas naturale o con un blending di gas naturale e biometano.

In definitiva le soluzioni basate sull'utilizzo dell'idrogeno scontano una bassa maturità e solidità della filiera produttiva e distributiva e non sono state ritenute percorribili anche per gli ingenti costi realizzativi.

La realizzazione di un cogeneratore a biometano o biomassa, per quanto perfettamente in linea con l'immagine e la vocazione eno-agricola dell'infrastruttura, pone diversi interrogativi ed elementi critici :

- disponibilità di biocombustibile
- filiera corta
- autorizzazioni ambientali
- impatto sociale

Il biometano è un gas composto principalmente da metano ottenuto dalla purificazione (upgrading) del biogas prodotto da fonti energetiche rinnovabili e può essere utilizzato come combustibile sostitutivo del gas naturale. Il biometano può essere anche immesso nella rete del gas naturale oppure trasportato come gas compresso o liquefatto e utilizzato per riscaldamento, usi domestici, cogenerazione o altri impieghi nell'industria e per l'autotrazione.

Il biometano è un vettore energetico individuato come strategico anche nell'ambito PNRR per consentire il graduale passaggio da una economia basata sui carburanti fossili ad una decarbonizzata e più sostenibile. Contiene almeno il 95% di metano e deriva dal biogas prodotto dalla digestione anaerobica di biomasse in ambiente controllato o in discarica, in seguito alla decomposizione dei rifiuti o dal gas derivante dalla gassificazione delle biomasse.

Tuttavia nel territorio circostante il nuovo Terminal non esistono realtà di aziende agricole, zootecniche o di altro tipo con le quali poter ipotizzare soluzioni sinergiche di utilizzo dei cascami organici per la produzione di biogas e quindi biometano.

Una ulteriore ipotesi presa in considerazione, in questo caso correlata all'utilizzo di biomassa legnosa, prende spunto dalla pubblicazione *"Analisi della filiera foresta-legno in una prospettiva di (bio)economia circolare: il caso studio della foresta di Monte Morello"* [Paletto et al. - Italian Journal of Forest and Mountain

Environment - 2018] in cui si valutano le potenzialità produttive di cippato di legna provenienti dai boschi di Monte Morello per l'alimentazione dell'esistente impianto di cogenerazione di Biogenera S.r.l. a Calenzano che attualmente utilizza biomassa (tagli boschivi e residui derivanti da potature di origine agricola) proveniente da territori situati entro un raggio di 70 km, perseguendo il duplice obiettivo di comprimere la filiera e promuovere la valorizzazione e la tutela della montagna.

A nostro giudizio, l'idea di un impianto di cogenerazione/trigenerazione alimentato dalle biomasse provenienti da Monte Morello e dalle aree agricole circostanti l'aeroporto, per quanto di indubbia fascinazione e conferma di un forte radicamento dell'infrastruttura al territorio, non appare tuttavia di semplice ed immediata fattibilità tecnico-economica a fronte di una filiera agro-forestale a tutt'oggi non sviluppata.

I temi della garanzia della continuità di approvvigionamento e della filiera corta sono ovviamente da valutare con estrema attenzione in un orizzonte temporale congruo per non incorrere nel rischio di dover sostenere oneri di trasporto eccessivi ed al tempo stesso vanificare gli obiettivi ambientali con le emissioni correlate al trasporto.

Nella situazione attuale il vettore energetico che si ritiene maggiormente affidabile in termini di disponibilità e garanzia di continuità è quello elettrico.

Le soluzioni tecnologiche adottate per il soddisfacimento dei fabbisogni energetici del nuovo Terminal sono pertanto basate sull'utilizzo di energia elettrica, in parte prelevata dalla rete elettrica nazionale ed in parte autoprodotta con impianti solari fotovoltaici.

La produzione di energia termofrigorifera per le esigenze di climatizzazione ambientale estiva ed invernale sono dunque basate sull'utilizzo di pompe di calore elettriche ad alta efficienza energetica.

Sono stati in tale senso valutate le seguenti alternative.

Pompe di calore idrotermiche

La presenza di acqua di falda nel suolo di Peretola offre l'opportunità di valutare possibili soluzioni impiantistiche basate su pompe di calore che utilizzano come sorgente termica l'acqua direttamente emunta dai pozzi.

Si tratta di sistemi a circuito aperto in cui l'acqua viene prelevata da pozzi di emungimento e, successivamente allo scambio termico all'interno della pompa di calore, reimpressa in falda attraverso idonei pozzi di reimmissione.

Un sistema di questo tipo espone tuttavia gli scambiatori delle pompe di calore a sporcamento e deterioramento delle superfici di scambio termico per la presenza di particelle e minerali nel terreno che progressivamente riducono il trasferimento di calore e possono generare azioni corrosive.

Pompe di calore aerotermiche

Le pompe di calore aerotermiche utilizzano l'aria esterna come sorgente termica per il trasferimento di calore.

La valenza estetica delle coperture verdi del nuovo Terminal non consente ovviamente l'installazione di queste unità e parimenti l'ubicazione a terra in aree limitrofe all'edificio imporrebbe la necessità di adottare idonee schermature per limitare l'impatto paesaggistico.

Il vero e più importante limite di queste soluzioni è tuttavia legato alla performance energetica, nettamente inferiore rispetto alle soluzioni idrotermiche e geotermiche in quanto lo scambio termico risente negativamente delle variazioni stagionali di temperatura dell'aria esterna.

Pompe di calore geotermiche

Le pompe di calore geotermiche a circuito chiuso trasferiscono il calore al suolo nei mesi di raffreddamento e recuperano il calore dal suolo nei mesi di riscaldamento attraverso idonei scambiatori di calore noti come "sonde geotermiche".

Questa soluzione a circuito chiuso non espone le superfici di scambio termico delle pompe di calore allo sporcamento e al deterioramento delle superfici di scambio termico. Il corretto funzionamento di un impianto geotermico a bassa entalpia richiede un attento dimensionamento dello scambiatore geotermico ed una verifica del bilancio annuale del calore scambiato col terreno, al fine di evitare fenomeni di saturazione termica.

Inoltre la sostanziale invarianza termica stagionale del suolo a profondità superiori a 8 ÷ 10 metri dal piano di campagna consente a queste unità di garantire elevate prestazioni energetiche in tutto il periodo annuale di funzionamento.

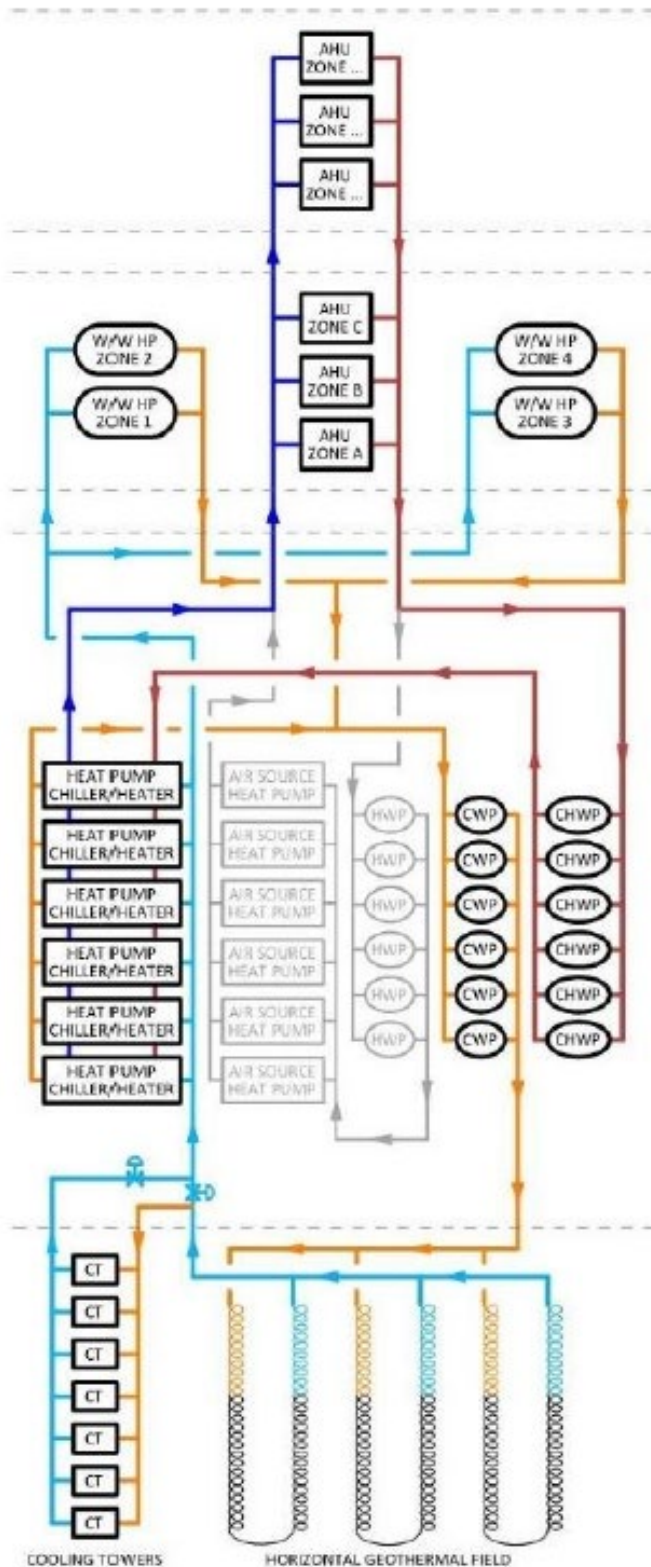
4 Centrali di produzione energia termofrigorifera

La soluzione impiantistica adottata è basata fundamentalmente sull'impiego di pompe di calore geotermiche ed un sistema di scambiatori ad anello che impiegheranno circa 1,5 milioni di metri cubi di terreno, pari a circa 21.000 tonnellate, per immagazzinare il calore prelevato durante la fase di raffrescamento estivo e renderlo disponibile e riutilizzabile nel periodo di riscaldamento invernale. La capacità dimensionale dell'impianto sarà di circa 3.000 kW.

Le stime sugli impianti geotermici riscontrabili dai dati di letteratura indicano infatti che per un corretto equilibrio dei sistemi di iniezione e recupero del calore geotermico sono necessari circa 500 metri cubi di terreno per ogni KW. Questa stima sarà verificata da calcoli dettagliati nelle successive fasi della progettazione.

Preliminarmente ai successivi sviluppi progettuali dovrà essere quindi battuto almeno un pozzo per l'effettuazione della prova di risposta termica (*Ground Response Test*) la sola prova in grado di consentire una determinazione esatta della capacità di trasferimento di calore da parte del terreno e quindi di permettere il corretto dimensionamento del sistema.

Naturalmente non sarà possibile coprire l'intero fabbisogno energetico per climatizzazione estiva ed invernale con il solo impianto geotermico, a supporto ed integrazione del quale interverranno una serie di altre apparecchiature disegnando complessivamente un'architettura di sistema improntato alla massimizzazione dell'efficienza energetica complessiva come meglio descritto nel seguito.



Funzionamento estivo

L'energia termica sottratta all'edificio sarà dispersa nel terreno attraverso il circuito geotermico col supporto di torri di raffreddamento a funzionamento ibrido che garantiranno il mantenimento della temperatura dell'anello di dissipazione del calore anche nei periodi più caldi.

L'acqua di tale anello sarà utilizzata nei condensatori delle pompe di calore acqua/acqua che produrranno l'acqua refrigerata necessaria all'alimentazione delle batterie delle UTA e dei ventilconvettori.

Funzionamento medio-stagionale

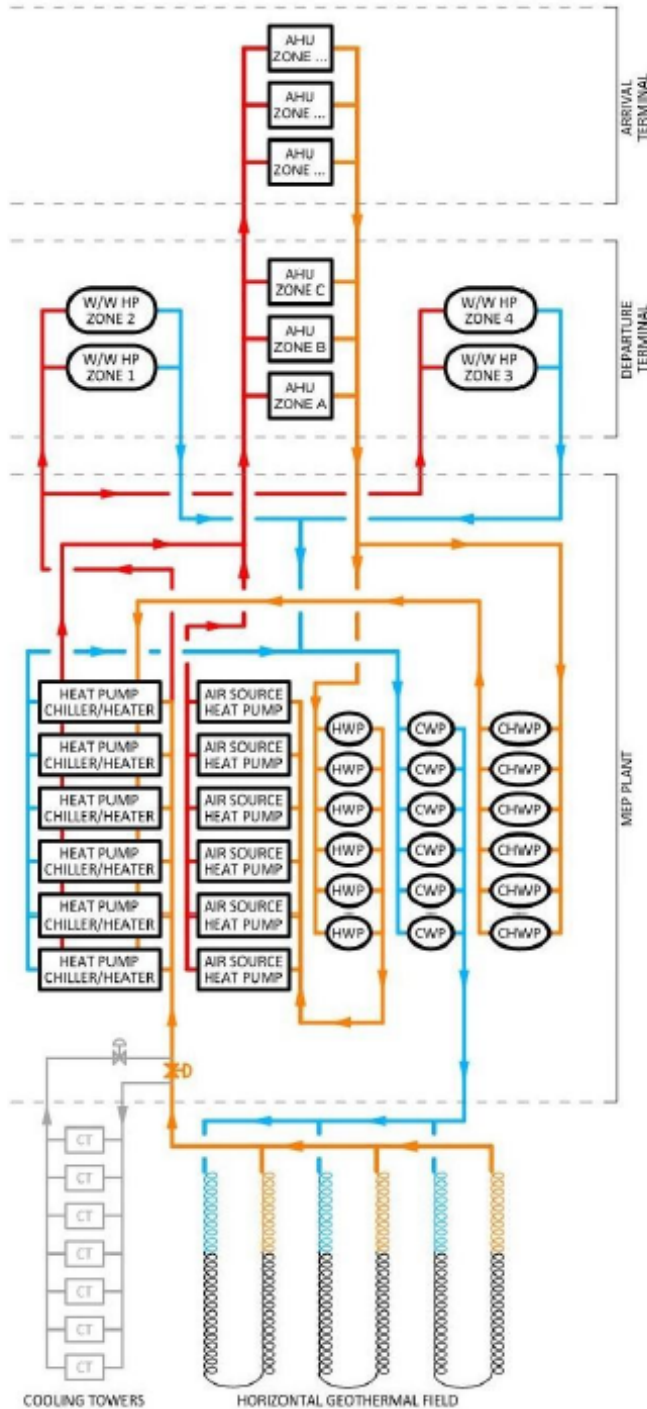
Il sistema sarà progettato per massimizzare i trasferimenti energetici all'interno dell'edificio in modo tale che il calore sottratto dagli ambienti interni più caldi possa essere utilizzato per fornire riscaldamento agli ambienti perimetrali più freddi.

Funzionamento invernale

Nei mesi invernali le aree perimetrali dell'edificio richiederanno riscaldamento mentre gli ambienti interni occupati probabilmente richiederanno raffrescamento. Il circuito idronico geotermico faciliterà il trasferimento di calore dagli ambienti interni a quelli perimetrali minimizzando la necessità di generare calore per condizionare gli ambienti occupati. Nei periodi in cui la generazione di calore interno non è adeguata a riscaldare gli ambienti perimetrali, i sistemi recupereranno il calore immagazzinato in estate per fornire calore alle zone perimetrali.

In modalità invernale, i circuiti geotermici invertiranno il funzionamento estivo e recupereranno il calore immagazzinato nel terreno.

Alcune pompe di calore aereotermitiche provvederanno a fornire il calore ausiliario necessario al fine di scongiurare un eccessivo raffreddamento del terreno nei periodi più freddi di maggiore richiesta energetica.



L'impianto nel suo complesso sarà dimensionato per soddisfare i fabbisogni dell'edificio con la seguente combinazione di pompe di calore geotermiche ed aerotermiche :

	Pompe di calore ad acqua (COP 5.4)	Pompe di calore ad aria (COP 2.92)
Riscaldamento	6.000 kW (N+1)	2.435 kW (N+1)
Raffrescamento	8.500 kW (N+1)	2.170 kW (N+1)
Pompe dell'acqua del condensatore	460L/s at 20 meter WC (N+1)	120L/s at 20 meter WC (N+1)
Pompe per acqua refrigerata	310L/s at 95 meter WC (N+1)	80L/s at 95 meter WC (N+1)
Pompe dell'acqua per riscaldamento	70L/s at 95 meter WC (N+1)	30L/s at 95 meter WC (N+1)

5 Impianto di climatizzazione estiva/invernale

Il progetto degli impianti HVAC (*heating, ventilation & air conditioning*) è stato eseguito tenendo conto dei mutati scenari che sono seguiti alla pandemia da Sars-Cov-2 ed alla conseguente necessità di implementare adeguati sistemi di filtrazione dell'aria ed utilizzare tassi di ventilazione sufficientemente elevati, privilegiando soluzioni basate sulla riduzione delle quote di ricircolo dell'aria ambiente.

Le condizioni di progetto esterne sono le seguenti :

Inverno

- temperatura 0°C
- umidità relativa 80%

Estate

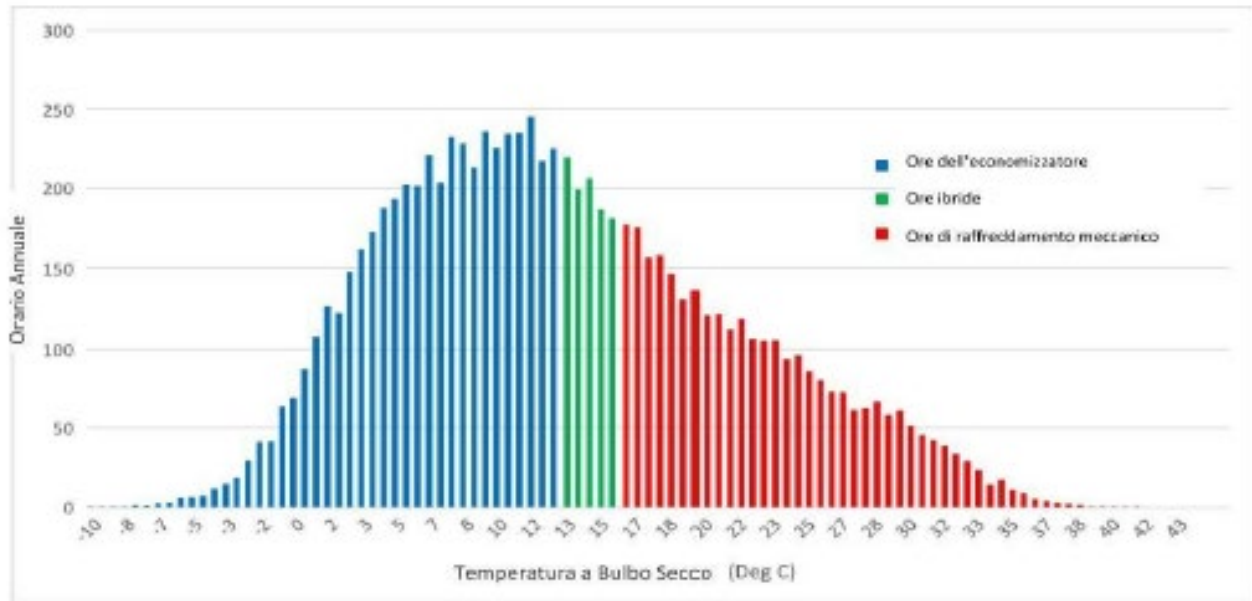
- temperatura 35°C
- umidità relativa 50%

Nei singoli locali saranno garantite le seguenti condizioni ambientali interne :

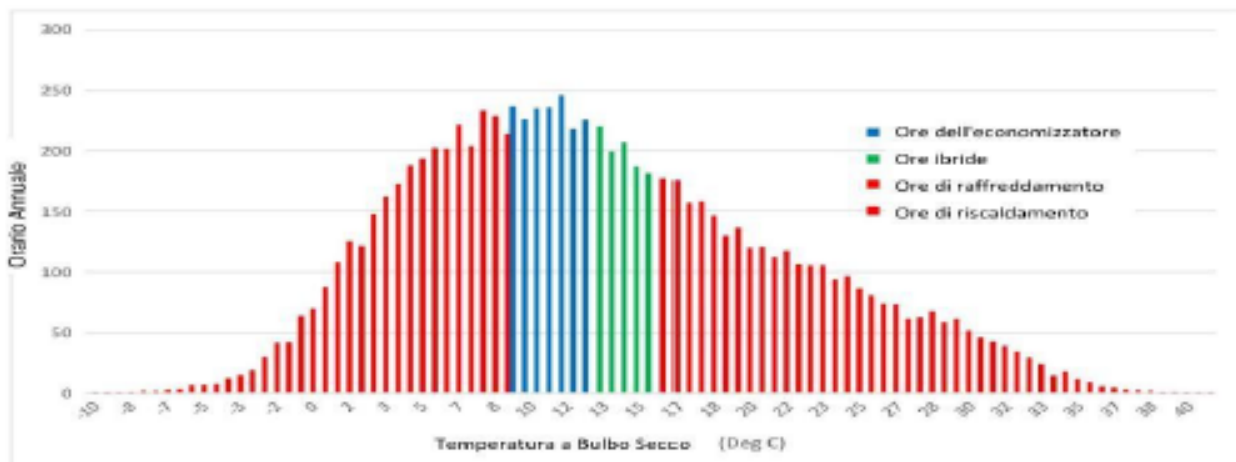
Tipo di spazio	Inverno		Estate	
	Temp [°C]	RH [%]	Temp. [°C]	RH [%]
Magazzini/Sala partenze/Reception bagagli/check in	20 ± 1	15% ± 5	26 ± 1	50% ± 5
Bar	20 ± 1	15% ± 5	26 ± 1	50% ± 5
Locali di supporto	20 ± 1	15% ± 5	26 ± 1	50% ± 5
WC	20 ± 1
Uffici	20 ± 1	15% ± 5	26 ± 1	50% ± 5
Corridoi	20 ± 1	15% ± 5	26 ± 1	50% ± 5
Torri di passerelle	20 ± 1	15% ± 5	26 ± 1	50% ± 5
Magazzini	15 ± 1
Spogliatoi	20 ± 1
Attività ricettive / Commerciale	20 ± 1	40% ± 5	26 ± 1	50% ± 5

L'andamento stagionale della temperatura di Firenze determina l'opportunità per il raffrescamento gratuito degli ambienti occupati.

Per gli ambienti interni, caratterizzati da notevoli carichi endogeni di riscaldamento (di origine antropica, carichi elettrici, etc.), gli impianti di climatizzazione passeranno da funzionamento con economizzatore (*free cooling*), al funzionamento ibrido e infine al raffrescamento meccanico come indicato nel seguente grafico.



Per gli ambienti perimetrali si possono pure prevedere periodi consistenti di funzionamento in free cooling ed, in questo caso, anche necessità di riscaldamento nei periodi in cui la perdita di calore attraverso l'involucro supera il calore generato all'interno (vedi grafico sottostante).



I dati meteorologici specifici del sito sono facilmente disponibili e un'analisi dei dati storici sul vento conferma la prevalenza dei venti da nord-est e sud-ovest.



Tali informazioni possono essere utilizzate per sviluppare geometrie che veicolano l'aria attraverso gli ambienti occupati per fornire ventilazione, riducendo o eliminando notevolmente il funzionamento dei ventilatori e il raffrescamento meccanico. Le unità di trattamento aria saranno selezionate con livelli di filtraggio multipli, per rimuovere il particolato e gli odori dall'aria in entrata.

I livelli di inquinamento dell'aria esterna varieranno nel corso della giornata e da stagione a stagione al variare dei movimenti dei velivoli e della direzione del vento.

La movimentazione dei velivoli produrrà monossido di carbonio, biossido di azoto, ozono, piombo, biossido di zolfo, PM 2.5, PM 10. Il monitoraggio dell'aria esterna per il livello di ciascuno di questi agenti inquinanti identificherà i periodi in cui l'utilizzo di aria esterna e della ventilazione ibrida potranno essere massimizzate.

La climatizzazione degli spazi aeroportuali sarà effettuata con sistemi a tutt'aria mentre impianti misti aria primaria e ventilconvettori saranno prevalentemente utilizzati per gli ambienti ad uso ufficio ed i locali commerciali in subconcessione.

Gli impianti a tutt'aria afferiranno ad un congruo numero di unità di trattamento aria (UTA) che saranno tipicamente saranno dotate di due stadi di filtraggio per rimuovere il particolato e gli odori dal flusso d'aria in ingresso. I media filtranti cattureranno le particelle entranti nell'unità mentre i filtri a carbone attivo rimuoveranno gli odori dall'aria prima di distribuirla negli ambienti occupati.

Le unità di trattamento aria saranno tipicamente composte dalle seguenti sezioni modulari :

- Sezione ventilatore di mandata a velocità variabile;
- Sezione ventilatore di ripresa a velocità variabile;
- Sezione di recupero del calore di tipo statico a flussi incrociati;
- Sezione di miscelazione;
- Sezione di presa aria esterna per funzionamento in free-cooling;
- Sezione di filtrazione grossolana classe ePM10;
- Sezione di filtrazione fine classe ePM1;
- Sezione di filtrazione a carboni attivi;
- Sezione batteria di preriscaldamento;
- Sezione batteria di raffreddamento;
- Sezione batteria di postriscaldamento;

Non è prevista una umidificazione dell'aria durante il funzionamento invernale in quanto risulta dall'esperienza operativa degli aeroporti che la produzione endogena di calore latente dovuto al metabolismo umano è sufficiente a garantire valori di comfort per l'umidità relativa ambientale.

Per l'alimentazione dei fluidi vettori termofrigoriferi ai locali commerciali in subconcessione saranno previste reti di alimentazione dedicate provviste di contabilizzatori energetici per la contabilizzazione dei consumi. Le reti idroniche garantiranno le opportune predisposizioni per il completamento dell'impianto interno che sarà a carico del subconcessionario.

Anche l'aria primaria di ventilazione sarà distribuita agli spazi commerciali attraverso UTA dedicate e reti aerauliche che assicureranno una predisposizione in prossimità del limite dell'area in subconcessione rimanendo il completamento dell'impianto a cura del subconcessionario.

Gli spazi destinati agli Enti di Stato (Polizia, Guardia di Finanza, Dogana, etc.) saranno viceversa completati di tutto quanto necessario per essere funzionanti.

6 Norme di riferimento

Gli impianti dovranno essere realizzati a regola d'arte e in osservanza a tutte le leggi, prescrizioni e norme (UNI, CEI, ecc.) che regolano la qualità, la sicurezza e le modalità di esecuzione e installazione degli impianti stessi.

In particolare si richiamano in modo esplicito, le seguenti leggi, regolamenti e norme:

- D.Lgs n°81 del 09.04.2008 Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro così come modificato ed integrato dal d.lgs n°106/2009;
- D.M. n°37 del 22/01/2008 "Regolamento recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici"
- Legge n°1083
- Legge n°186 del 1 marzo 1968
- Legge n°615/66 e relativo Regolamento di attuazione
- Legge n°10 del 09/01/1991 "Norme per l'attuazione del piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia";
- D.P.R. n°412 del 26/08/1993 "Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia, in attuazione dell'art. 4, comma 4, della legge 9 gennaio 1991, n. 10";
- D.P.R. n°551 del 21/12/1999 "Regolamento recante modifiche al decreto del Presidente della Repubblica 26 agosto 1993, n. 412, in materia di progettazione, installazione, esercizio e manutenzione degli impianti termici degli edifici, ai fini del contenimento dei consumi di energia";
- D.Lgs n°192 del 19/08/2005 "Attuazione delle direttiva 2002/91/ce relativa al rendimento energetico nell'edilizia";
- D.Lgs n°311 del 27/12/2006 "Disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia";
- D.lgs n°28 del 03/03/2011 "Attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE";
- Decreto interministeriale 26 giugno 2015 - Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici;
- Decreto interministeriale 26 giugno 2015 - Adeguamento linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici;
- Linee guida ISPESL

- Raccolta R edizione 2009 Specifiche tecniche applicative del Titolo II del D.M. 1.12.1975
- Norme CEI
- D.P.C.M. 14 novembre 1997 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore"
- Legge quadro n. 447 del 26 ottobre 1995
- D.P.C.M. 5 dicembre 1997 "Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici"
- Decreto 6 Aprile 2004 n° 174 "Regolamento concernente i materiali e oggetti che possono essere utilizzati negli impianti fissi di captazione, trattamento, adduzione e distribuzione delle acque destinate al consumo umano"
- Norme e tabelle UNI per i materiali unificati, gli impianti ed i loro componenti, i criteri di progetto, modalità di esecuzione e collaudi.
- Norme e richieste particolari da parte degli Enti preposti quali: Vigili del Fuoco, U.S.S.L., ISPESL, Autorità Comunali e Regionali.
- Linee guida ISPESL "Microclima, aerazione e illuminazione nei luoghi di lavoro";
- Regolamenti e prescrizioni delle Autorità Comunali e Regionali;

Si dovrà fare riferimento alla seguente normativa internazionale, per mancanza o incompletezza di quella nazionale:

- A.S.H.R.A.E. (American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers, Inc.)
- D.I.N. (Deutsche Industrie Normen) – Germany;
- I.S.O. (International Standards Organization) – England;
- B.S.I. (British Standards Institution - HTM) – England;

Il rispetto delle norme sopra indicate è inteso nel senso più restrittivo, cioè non solo la realizzazione dell'impianto, ma altresì ogni singolo componente dell'impianto stesso sarà rispondente alle norme richiamate nella presente specifica ed alla normativa specifica di ogni settore merceologico. Per quanto concerne le prescrizioni riposte nella presente specifica, esse dovranno essere rispettate anche qualora siano previsti dei dimensionamenti in misura eccedenti i limiti minimi consentiti dalle norme.

Prevenzione incendi

- D.P.R. n. 151 del 01 agosto 2011 "Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione degli incendi, a norma dell'articolo 49, comma 4 - quater , del

decreto-legge 31 maggio 2010, n. 78, convertito, con modificazioni, dalla legge 30 luglio 2010, n. 122”;

- D.M. 7 agosto 2012 “Disposizioni relative alle modalità di presentazione delle istanze concernenti i procedimenti di prevenzione incendi e alla documentazione da allegare, ai sensi dell'articolo 2, comma 7, del D.P.R. 01/08/2011, n. 151”;
- DM 20 dicembre 2012 “Regola tecnica di prevenzione incendi per gli impianti di protezione attiva contro l'incendio installati nelle attività soggette ai controlli di prevenzione incendi”;
- D.M. 17 luglio 2014 “Regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio delle attività di aerostazioni con superficie coperta accessibile al pubblico superiore a 5.000 m²;
- D.M. 12 aprile 1996 “Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio degli impianti termici alimentati da combustibili gassosi”;
- D.M. 13 luglio 2011 “Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la installazione di motori a combustione interna accoppiati a macchina generatrice elettrica o ad altra macchina operatrice e di unità di cogenerazione a servizio di attività civili, industriali, agricole, artigianali, commerciali e di servizi”
- D.M. 10 marzo 1998 “Criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione dell'emergenza nei luoghi di lavoro”;
- D.lgs n. 493 del 14 agosto 1996 “Attuazione della direttiva 92/58/CEE concernente le prescrizioni minime per la segnaletica di sicurezza e/o di salute sul luogo di lavoro”;
- Lettera circolare n.1324 del 7/12/2012 "Guida per l'installazione degli impianti
- fotovoltaici - Edizione 2012”;
- D.M. 16 febbraio 2007 “Classificazione di resistenza al fuoco di prodotti ed elementi costruttivi di opere da costruzione”
- D.M. 09 marzo 2007 “Prestazioni di resistenza al fuoco delle costruzioni nelle attività soggette al controllo del Corpo nazionale dei vigili del fuoco”;
- Regolamento (UE) N. 305/2011 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 9 marzo 2011 che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE del Consiglio;

Norme UNI

- UNI/TS 11300 – 1 Prestazioni energetiche degli edifici – Parte 1: Determinazione del fabbisogno di energia termica dell’edificio per la climatizzazione estiva ed invernale;
- UNI/TS 11300 – 2 Prestazioni energetiche degli edifici – Parte 2: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria;
- UNI/TS 11300 – 3 Prestazioni energetiche degli edifici – Parte 3: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione estiva;
- UNI/TS 11300 – 4 Prestazioni energetiche degli edifici – Parte 4: Utilizzo di energie rinnovabili e di altri metodi di generazione per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria;
- UNI EN ISO 13790 Prestazione energetica degli edifici - Calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento e il raffrescamento;
- UNI EN ISO 13790: "Prestazioni termiche degli edifici – Calcolo del fabbisogno di energia per riscaldamento – Edifici residenziali";
- UNI 10345 "Riscaldamento degli edifici – Trasmittanza termica dei componenti finestrati"
- UNI 10346 "Riscaldamento degli edifici – Scambi di energia fra terreno ed edificio".
- UNI 10347 "Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Energia termica scambiata tra una tubazione e l’ambiente circostante. Metodo di calcolo".
- UNI 10348 "Riscaldamento degli edifici. Rendimenti dei sistemi di riscaldamento. Metodo di calcolo".
- UNI 10349 "Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici".
- UNI 10351 "Materiali da costruzione. Conduttività termica e permeabilità al vapore".
- UNI 10355 "Murature e solai. Valori della resistenza termica e metodo di calcolo".
- UNI EN 1264-1-2-3 "Riscaldamento a pavimento – Impianti e componenti"
- UNI 10412 "Impianti di riscaldamento ad acqua calda – Prescrizioni di sicurezza";
- UNI 8065 Trattamento dell’acqua negli impianti termici ad uso civile;
- UNI 9182. "Impianti di alimentazione e distribuzione dell'acqua fredda e calda. Criteri di progettazione, collaudo e gestione".
- UNI EN 12056-1. "Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici - Requisiti generali e prestazioni".

- UNI EN 12056-2. "Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici – Impianti per acque reflue, progettazione e calcolo".
- UNI EN 12056-3. "Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici – Sistemi per l'evacuazione delle acque meteoriche, progettazione e calcolo".
- UNI EN 12056-4. "Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici – Stazioni di pompaggio per acque reflue, progettazione e calcolo".
- UNI EN 12056-5. "Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici -Installazione e prove, istruzioni per l'esercizio, la manutenzione e l'uso".
- UNI EN 10216-1 "Tubi senza saldatura di acciaio per impieghi a pressione – Condizioni tecniche di fornitura – Tubi di acciaio non legato per impieghi a temperatura ambiente".
- UNI EN 10255 (ex 8863) "Tubi di acciaio non legato ad altri alla saldatura ed alla filettatura – condizioni tecniche di fornitura".
- UNI EN 12735-1 "Rame e leghe di rame – Tubi di rame tondi senza saldatura per condizionamento e refrigerazione – Tubi per sistemi di tubazioni".
- UNI 10910-1-2-3-4-5 "Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua;
- UNI EN 1329-1 "Sistemi di tubazioni di materia plastica per scarichi (a bassa ed alta temperatura) all'interno di fabbricati – Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) – Specificazioni per i tubi, i raccordi ed il sistema".
- UNI 10954-1 "Sistemi di tubazioni multistrato metallo-plastici per acqua fredda e calda – tubi".

Impianti di ventilazione

- UNI 10339 Impianti aeraulici a fini di benessere – Generalità, classificazione e requisiti – Regole per la richiesta d'offerta, l'offerta, l'ordine e la fornitura;
- UNI EN 13779 Ventilazione degli edifici non residenziali – Requisiti di prestazione per i sistemi di ventilazione e di climatizzazione;
- UNI EN 15242 Ventilazione degli edifici - Metodi di calcolo per la determinazione delle portate d'aria negli edifici, comprese le infiltrazioni;
- UNI EN 1507- Ventilazione degli edifici - condotte rettangolari di lamiera metallica - requisiti di resistenza e di tenuta;

- UNI EN 15727- Ventilazione degli edifici - condotte e componenti delle reti di condotte, classificazione della tenuta e prove;
- EN 12599 - Ventilazione degli edifici - procedure di test e metodi di misurazione per il collaudo dei sistemi di condizionamento e di ventilazione;