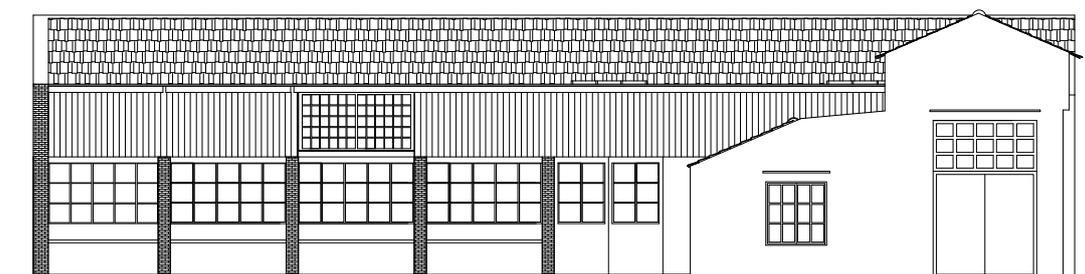




# COMUNE DI PALERMO

## Ufficio Città Storica

**OGGETTO: Servizio di architettura e ingegneria per la progettazione impiantistica e l'attività di Direttore operativo del "Restauro dei Padiglioni 1 - 2 ai Cantieri Culturali alla Zisa, da destinare a sede decentrata della Biblioteca Comunale"**  
(CUP: D74B12000080001 - CPV 71323200-0)



### PROGETTO ESECUTIVO

**Progettisti:**

Arch. Angela Gebbia  
Arch. Gabriele Giorgianni  
Ing. Edoardo Intravaia  
Ing. Michele Milano

**Progettista impianti:**

Studio Faraone S.r.l.s.  
**Ing. Pietro Faraone**  
Legale rappresentante, Socio e Direttore Tecnico  
Ordine Ingg. di Palermo Iscritto al n. 3699  
**Ing. Francesco Russo**  
Socio e Direttore Tecnico  
Ordine Ingg. di Palermo Iscritto al n. 6374

**Coordinatore della sicurezza:**

Arch. Gianfranco Geraci

**Responsabile Unico del Procedimento:**

Arch. Michele di Rosa

**Elaborato:**

**Impianti tecnologici - Condizionamento e trattamento aria**

Relazione tecnica e di calcolo

**Pareri, approvazioni**

Elaborato del PROGETTO ESECUTIVO verificato come da  
Rapporto Finale prot. n. AREG/1656039 del 19/12/2023

**VISTO,**

ai sensi e per gli effetti dell'art. 42 co.4 del codice d.lgs. 36/2023

**SI VALIDA**

come da contestuale Atto del RUP  
prot. AREG 1656199 del 20.12.2023

Il R.U.P.

*Ing. Tiziano Martelli*

**Staff del RUP:**

Arch. Angela Gebbia

**Data:** luglio 2022

Rev. n. 1

**Codice Elaborato:**

**IC.01**

## INDICE

1. IMPIANTO DI CONDIZIONAMENTO E DI TRATTAMENTO ARIA.....	2
1.1 Premessa.....	2
1.2 Normativa di riferimento.....	3
2. IMPIANTO DI TRATTAMENTO ARIA - Padiglione 1 .....	4
3. IMPIANTO DI CONDIZIONAMENTO - Padiglione 2 .....	7
3.1 Dati progettuali di riferimento.....	7
3.2 Calcoli di dimensionamento .....	7
3.3 Tipologia impiantistica.....	7
3.4 Sistema di ricambio aria .....	8
3.5 Livello sonoro e rumorosità .....	8
3.6 Sistema di regolazione e controllo dell'impianto .....	8

## RELAZIONE TECNICA

### IMPIANTO DI CONDIZIONAMENTO E DI TRATTAMENTO ARIA

#### 1. IMPIANTO DI CONDIZIONAMENTO E DI TRATTAMENTO ARIA

##### 1.1 Premessa

La presente relazione viene redatta al fine di descrivere gli interventi eseguiti per la realizzazione dell'**impianto di condizionamento** (riscaldamento e raffrescamento) e dell'**impianto di trattamento aria** nell'ambito del progetto esecutivo relativo al "*Restauro dei Padiglioni 1 - 2 ai Cantieri Culturali alla Zisa*", da destinare a sede decentrata della Biblioteca Comunale nel comune di Palermo.

Nella realizzazione delle opere relative al presente intervento, in considerazione della peculiare configurazione architettonica dei padiglioni esistenti e dei vincoli di natura storica connessi con i manufatti, nonché per minimizzare l'impatto visivo dei componenti dell'impianto, sono state previste due soluzioni tecnologiche differenti per il condizionamento del padiglione 1 e del padiglione 2, di seguito sinteticamente descritte:

##### *per il padiglione 1*

- n. 2 unità di trattamento aria (UTA);
- canali aeraulici microforati di mandata (per immissione aria di rinnovo) e canali aeraulici in PAL per la ripresa (per espulsione aria viziata);
- griglie di ripresa;
- sistema di regolazione;

##### *per il padiglione 2*

- impianto di climatizzazione con n. 3 unità modulari VRF (a volume di refrigerante variabile, a pompa di calore a condensazione ad aria ed espansione diretta, funzionamento a liquido refrigerante R410a);
- rete di distribuzione a tubi e giunti, con tubazioni in rame coibentate per il liquido/gas;
- unità interne di condizionamento canalizzate, da installare nel controsoffitto sopra gli uffici e sopra i WC;
- unità interne di condizionamento a cassetta a 4 vie, da installare a controsoffitto negli uffici;
- unità interne di condizionamento a cassetta a 2 vie, da installare a controsoffitto nel corridoio degli uffici;
- pannello di comando centralizzato da installare nella reception.

Nel prosieguo sono riportati la normativa di riferimento ed i calcoli di dimensionamento per l'impianto di condizionamento e trattamento aria.

La tipologia dell'impianto realizzato va incontro alle necessità di ottimizzazione gestionale al fine di conseguire più obiettivi dei quali si indicano i più significativi:

- controllo della temperatura, della purezza dell'aria e del rumore in tutti gli ambienti;
- conseguimento delle condizioni termoisometriche di comfort in tutte le situazioni climatiche esterne,

incluse le stagioni intermedie;

- minimizzazione della occupazione da parte dei componenti di impianto degli spazi, proficuamente utilizzabili ad altri scopi.

Infine, non è superfluo sottolineare gli ulteriori benefici apprezzabili dalle tipologie di impianto previste in ordine all'esigenza di flessibilità gestionale, alla espandibilità ed alla minimizzazione dei consumi energetici.

## 1.2 Normativa di riferimento

Decreto del Presidente della Repubblica 2 aprile 2009, n. 59	Regolamento di attuazione dell'articolo 4, comma 1, lettere a) e b), del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, concernente attuazione della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia.
Ministero dello Sviluppo Economico - Decreto 26 giugno 2009	Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici.
Decreto del Ministero dello sviluppo economico 22 gennaio 2008, n. 37	Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici.
D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81	TESTO UNICO SULLA SALUTE E SICUREZZA SUL LAVORO Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro. (Gazzetta Ufficiale n. 101 del 30 aprile 2008 - Suppl. Ordinario n.108).
D.M. 12/12/1985	Norme tecniche relative alle tubazioni
Legge 9/01/1991, n. 10	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. Lgs. 19 agosto 2005, n. 192	Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia
D. Lgs. 29 dicembre 2006, n. 311	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.M. 7 ottobre 1991	Norme transitorie per il contenimento dei consumi energetici
D.P.R. 21 dicembre 1999, n. 551	Regolamento recante modifiche al d.P.R. 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.P.R. 26 agosto 1993, n.412	Regolamento recante norme per la progettazione, 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
UNI 10339:1995	Impianti aeraulici al fini di benessere. Generalità, classificazione e requisiti. Regole per la richiesta d'offerta, l'offerta, l'ordine e la fornitura
UNI EN 12831:2006	Impianti di riscaldamento negli edifici - Metodo di calcolo del carico termico di progetto.
UNI EN ISO 13790:2008	Prestazione energetica degli edifici - Calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento e il raffrescamento.
UNI EN 15316-1:2008	Impianti di riscaldamento degli edifici - Metodo per il calcolo dei requisiti energetici e dei rendimenti dell'impianto - Parte 1: Generalità.
UNI EN 15316-2-1:2008	Impianti di riscaldamento degli edifici - Metodo per il calcolo dei requisiti energetici e dei rendimenti dell'impianto - Parte 2-1: Sistemi di emissione del calore negli ambienti.
UNI/TS 11300-2:2008	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 10349:1994	Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici.
UNI 10355:1994	Murature e solai. Valori della resistenza termica e metodo di calcolo.
UNI EN 14114:2006	Prestazioni igrotermiche degli impianti degli edifici e delle installazioni industriali - Calcolo della diffusione del vapore acqueo - Sistemi di isolamento per le tubazioni fredde.
UNI/TS 11300-1:2008	Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 1: Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale.
UNI 10379:2005	Riscaldamento degli edifici - Fabbisogno energetico convenzionale normalizzato

## **2. IMPIANTO DI TRATTAMENTO ARIA - PADIGLIONE 1**

In riferimento alla configurazione architettonica degli ambienti e alla destinazione d'uso si rappresenta quanto segue:

- il padiglione 1 è suddiviso in due corpi paralleli e adiacenti a quote differenti in copertura; nel corpo a quota maggiore sarà ubicata la sala lettura della biblioteca; nel corpo a quota inferiore saranno allocati i locali tecnici e n. 2 archivi, come indicato nei grafici di progetto;
- la biblioteca/sala lettura è dotata di aperture verso l'esterno nella parte alta adiacente il corpo più basso e si prevede la motorizzazione di alcune di esse come indicato nei grafici di progetto;
- per il condizionamento della biblioteca/sala lettura si prevede un impianto a tutta aria mediante installazione di una UTA dedicata, accoppiata ad una pompa di calore, che consentirà anche il ricambio d'aria in conformità alla norma UNI 10339;
- per il condizionamento degli archivi si prevede un impianto a tutta aria mediante installazione di una UTA dedicata, accoppiata alla suddetta pompa di calore, che consentirà anche il ricambio d'aria in conformità alla norma UNI 10339.

Nel prosieguo viene descritto e dimensionato l'impianto di trattamento aria per tali ambienti.

Per il dimensionamento dell'impianto di trattamento aria si è fatto riferimento all'affollamento previsto sulla base delle seguenti norme:

- norma UNI 10339, in cui viene specificato un affollamento pari a 0,2 persone/m<sup>2</sup>;
- codice di prevenzione incendi 3.8.2015, in cui viene specificato un affollamento pari a 0,2 persone/m<sup>2</sup> (capitolo S.4 Esodo, paragrafo S.4.6.2);

Tipologia di attività	Densità di affollamento
Ambiti all'aperto destinati ad attività di spettacolo o intrattenimento, delimitati e privi di posti a sedere	2,0 persone/m <sup>2</sup>
Locali al chiuso di spettacolo o intrattenimento (es. sale concerti, trattenimenti danzanti, ...) privi di posti a sedere e di arredi, con carico di incendio specifico $q_f \leq 50 \text{ MJ/m}^2$	
Ambiti per mostre, esposizioni	1,2 persone/m <sup>2</sup>
Ambiti destinati ad attività di spettacolo o intrattenimento (es. sale concerti, trattenimenti danzanti, ...) con presenza di arredi o con carico di incendio specifico $q_f > 50 \text{ MJ/m}^2$	
Ambiti adibiti a ristorazione	0,7 persone/m <sup>2</sup>
Ambiti adibiti ad attività scolastica e laboratori (senza posti a sedere)	0,4 persone/m <sup>2</sup>
Sale d'attesa	
Uffici	
Ambiti di vendita di piccole attività commerciali al dettaglio con settore alimentare o misto	
Ambiti di vendita di medie e grandi attività commerciali al dettaglio con settore alimentare o misto	0,2 persone/m <sup>2</sup>
Ambiti di vendita di attività commerciali al dettaglio senza settore alimentare	
Sale di lettura di biblioteche, archivi	0,1 persone/m <sup>2</sup>
Ambulatori	
Ambiti di vendita di attività commerciali all'ingrosso	
Ambiti di vendita di piccole attività commerciali al dettaglio con specifica gamma merceologica non alimentare	
Civile abitazione	
	0,05 persone/m <sup>2</sup>

*Tabella S.4-12: Densità di affollamento per tipologia di attività*

- **per la sala lettura**, considerando una superficie totale di 388 m<sup>2</sup>, e considerando un incremento dell'affollamento con indice pari a 0,3 persone/m<sup>2</sup> per tenere conto di eventuali picchi di affollamento possibili si ottiene un affollamento pari a 117 persone. In considerazione di ciò, considerando un ricambio d'aria di circa **40 mc/h/persona** come indicato nella norma UNI 10339, si ottiene una portata complessiva pari a:  $(117 \cdot 40) = 4.680 \text{ mc/h}$
- **per lo spazio adibito ad archivio**, considerando una superficie totale pari a 300 m<sup>2</sup> si ottiene una portata complessiva pari a:  $(300 \cdot 5,4 \text{ mc/h/mq}) = 1.620 \text{ mc/h}$

In considerazione che studi recenti hanno dimostrato che la concentrazione di virus va diluita il più possibile aumentando la portata di aria esterna di rinnovo (maggiore è la portata d'aria di rinnovo, maggiore è il tasso di ventilazione, minore è il numero di cariche virali elementari presenti in ambiente) si prevede, quindi, l'installazione di due Unità di Trattamento Aria (UTA), regolabile in mandata e ripresa. Le due Unità di Trattamento Aria (UTA), collocate all'interno di un locale tecnico nell'ambiente del padiglione 1, serviranno le zone di sala lettura con una portata di **6.000 mc/h** e le zone di archivio con una portata pari a **4.500 mc/h**.

Le caratteristiche dell'UTA sono riportate nell'**allegato 2** (il modello allegato è indicativo ed in fase esecutiva sarà obbligo dell'impresa esecutrice rispettare le caratteristiche tecniche ivi indicate utilizzando un modello equivalente di caratteristiche tecniche almeno pari a quelle indicate nell'allegato 2).

Dall'UTA vengono derivati i canali di mandata e di ripresa il cui dimensionamento viene riportato nel paragrafo successivo. Per i canali di espulsione e immissione di aria pulita si predispone un'apertura a

tetto in corrispondenza del medesimo locale tecnico dedicato all'impianto di trattamento aria, di dimensioni 1100 x 3500 mm.

## 2.1 Dimensionamento dei canali

Per il dimensionamento dei canali è stato utilizzato apposito foglio di calcolo.

Per la **mandata**, nel tratto esterno dall'UTA alla biblioteca sarà utilizzato un canale in PAL (pannelli preisolato da 20 mm rivestiti su ambo le facce con alluminio goffrato spessore 80 micron) con idoneo rivestimento per la protezione dagli agenti atmosferici, all'interno degli ambienti di sala lettura del padiglione 1 saranno utilizzati **canali microforati circolari in acciaio** per la diffusione dell'aria; per la ripresa, all'esterno, saranno utilizzati canali in PAL con idoneo rivestimento per la protezione dagli agenti atmosferici; all'interno si prevede un canale in lamiera da installare sotto pavimento da collegare allo spazio della sala lettura e degli archivi, come indicato nei grafici di progetto.

La ripresa dall'aria dall'ambiente è realizzata mediante opportuni cavedi completi di griglie di ripresa realizzati adiacenti ai pilastri portanti dei locali; nell'elaborato grafico planimetria distributiva trattamento aria (canali di mandata e ripresa) è riportata la distribuzione dei canali e le relative dimensioni, nonché le dimensioni di diffusori e griglie.

Di seguito si riporta il calcolo di dimensionamento del canale di mandata in uscita dall'UTA per la distribuzione nell'ambiente.

# CALCOLO CANALI

PORTATA in mc/h	6.000	PORTATA in Lt/s	1.666,7	
VELOCITA' in m/s	7,00	SUPERFICIE ESTERNA CANALE CIRCOLARE mq/m	1,83	
SEZIONE CANALE in cmq.	2.380,95	SUPERFICIE ESTERNA CANALE RETTANGONALE mq/m	2,39	
SCELTA LATO MINIMO cm.	30			
ALTRO LATO cm.	79			
DIAMETRO EQUIVALENTE cm.	55,07			
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; font-size: small;">                 PER CANALIZZAZIONI AVENTI LATO MAGGIORE SINO a 30 cm. USARE SPESSORI di 6/10 mm. ** PER LATO MAGGIORE COMPRESO TRA 35 e 60 cm. USARE SPESSORI 8/10 mm. ** PER LATO MAGGIORE COMPRESO TRA 65 e 100 cm. USARE SPESSORI 10/10 mm. ** OLTRE USARE SPESSORI di 12/10 mm.             </div>		PESO CANALE RETTANGONALE Kg/m (sp. 6/10 mm)	11,47	13,76
		PESO CANALE RETTANGONALE Kg/m (sp. 8/10 mm)	15,30	18,36
		PESO CANALE RETTANGONALE Kg/m (sp. 10/10 mm)	19,13	22,96
		PESO CANALE RETTANGONALE Kg/m (sp. 12/10 mm)	22,96	27,56
		PESO CANALE CIRCOLARE Kg/m (sp. 8/10 mm)	11,71	14,06
				PERDITA di CARICO in Pa ogni 10 metri di CANALE
		PERDITA di CARICO DP in mmH2O ogni 10 metri di CANALE	0,85	

***Dimensionamento canali circolari in uscita dall'UTA nell'ambiente (diametro 55 cm).***

### 3. IMPIANTO DI CONDIZIONAMENTO - PADIGLIONE 2

#### 3.1 Dati progettuali di riferimento

Si forniscono di seguito i valori delle grandezze fisiche che gli impianti devono provvedere a mantenere, entro gli specificati limiti di tolleranza, in condizioni di progetto, e i dati tecnici considerati per il dimensionamento.

*Condizioni termoigrometriche esterne*

Inverno: 5 °C 80 %U.R.

Estate: 35 °C 60 %U.R.

*Condizioni termoigrometriche interne*

Inverno: 20°C 50% U.R.

Estate: 50%U.R.

#### 3.2 Calcoli di dimensionamento

Al fine di determinare la potenza termica dell'unità esterna e delle singole unità per gli ambienti da climatizzare è stato effettuato un calcolo basato su dati empirici; in particolare si è assunto, per la zona climatica di riferimento (zona B, Palermo), un valore pari a 30 W/mc per tenere conto delle dispersioni termiche, del calore latente, dei carichi luce e delle apparecchiature informatiche.

Nella tabella seguente si riportano i calcoli per ciascun ambiente e per ciascun corpo.

		<b>PADIGLIONE 1</b>							
PIANO TERRA	Destinazione d'uso	mq	affollamento	$h_m$	mc	W/mc	W	kW unità interna	N.
		Sala lettura e altri servizi	239	0,3	7,15	1.706,4	30	54.000	45
PIANO	Sala lettura	148	0,3	7,15	1.122	30	33.600	45	
	Archivio Cartaceo 1	166	-	3,50	670	30	20.100	26,4	1
	Archivio Cartaceo 2	132	-	3,50	545	30	16.350	26,4	
	<b>TOTALE</b>	<b>685</b>			<b>4.197,8</b>		<b>124.110</b>	<b>142,8</b>	<b>2</b>
		<b>PADIGLIONE 2</b>							
PIANO TERRA	Destinazione d'uso	mq	affollamento	h	mc	W/mc	W	kW unità interna	N.
		Sala lettura e altri servizi	721	0,3	5,7	4.121,6	30	133.260	31,5
	<b>TOTALE</b>	<b>721</b>			<b>4.121,6</b>		<b>133.260</b>	<b>157,5</b>	

In considerazione di quanto determinato ed in considerazione di suddividere l'impianto di condizionamento in due zone (Padiglione 1 e Padiglione 2) sono state scelte le potenze delle unità esterne e le potenze delle unità interne; per il dettaglio delle unità si rimanda al paragrafo successivo.

#### 3.3 Tipologia impiantistica

L'unità esterna e le unità interne saranno installate in coerenza con le esigenze derivanti dalla configurazione architettonica dell'edificio.

Per quanto riguarda il sistema di condizionamento per il Padiglione 2 si è scelta una tipologia impiantistica del tipo a volume di refrigerante variabile (VRF) che coniuga l'efficienza del sistema con gli spazi a disposizione e l'architettura dell'edificio.

Il **sistema VRF** è costituito da:

- n. 1 unità esterna, composta da 3 macchine, da 150 kW in raffreddamento e di 169,5 kW in riscaldamento alle condizioni nominali di funzionamento e relativa potenza elettrica assorbita di 37,81 kW in raffreddamento e 39,22 kW in riscaldamento;
- collettore per il collegamento delle unità interne, alimentato dall'unità esterna;
- comando centralizzato a filo con timer a parete da installare nella reception;
- tubazioni liquido/gas di diametro come indicato nei grafici di progetto.

A tale unità saranno collegate n. 5 unità interne canalizzabili ad alta prevalenza mediante linee frigorifere refrigerate con gas R410A con un sistema a tubi e giunti.

In particolare, si hanno le seguenti caratteristiche delle unità di diffusione dell'aria:

- n. 5 unità interne canalizzate, collegabili all'unità esterna VRF, da 28 kW in raffreddamento e di 31,5 kW in riscaldamento alle condizioni nominali di funzionamento e relativa potenza elettrica assorbita di 7,14 kW in raffreddamento e 7,20 kW in riscaldamento. Queste sono collegabili alle unità di condizionamento mediante un sistema a tubi e giunti, dim. 1350 (L) x 700 (P) x 460 mm (H).
- n. 3 unità interne a cassetta a 4 vie, collegabili all'unità interna, della potenza di 28 kW in raffreddamento e 31,5 kW in riscaldamento, la cui potenza complessiva resti compresa tra il 50% ed il 130% rispetto alla potenza nominale sopra indicata, alimentazione 220-240 V, 50/60 Hz, carpenteria del modulo in lamiera zincata preverniciata, dim. 260 (H) x 570 (L) x 650 (P) mm, 21 kg;
- n. 20 griglie di mandata dell'aria installata a parete, collegabili alle unità interne, della potenza di portata min. 450 mc/h, portata max. 1820 mc/h realizzate in carpenteria del modulo in lamiera zincata preverniciata, dim. 200 (H) x 800 (L) x 150 (P) mm;

Per le sezioni delle tubazioni si rimanda all'elaborato grafico di progetto.

### **3.4 Sistema di ricambio aria**

Il ricambio d'aria sarà garantito dalle finestre apribili, presenti sul lato nord del padiglione 2.

### **3.5 Livello sonoro e rumorosità**

Con impianti in funzione la pressione sonora rilevata nell'ambiente non deve superare i limiti ammessi dalla norma UNI 8199. La misurazione dei livelli di pressione sonora deve essere effettuata nella zona occupata dalla fruizione, ad altezza di 1,5 metri dal pavimento, nei punti scelti dalla DL.

### **3.6 Sistema di regolazione e controllo dell'impianto**

La regolazione digitale è basata sull'impiego di sensori e trasduttori in grado di acquisire i parametri operativi che rappresentano lo stato del sistema e di intervenire efficacemente e tempestivamente sul

sistema per regolare i parametri termoigrometrici ai valori di progetto che garantiscono, entro gli specifici limiti di tolleranza, le condizioni di benessere.

Tutti i parametri di controllo e regolazione delle unità di trattamento previste sono accentrati su pannelli di controllo locale, con funzione di termostato ambiente in grado anche di monitorare costantemente il funzionamento e le prestazioni delle stesse unità.

Nello spazio adibito a reception è stata installato il pannello di comando centralizzato dell'impianto.

Il sistema di regolazione e controllo in argomento determinato da specifica elettronica integrata sarà in grado di controllare ed armonizzare ogni componente del sistema (sia l'unità esterna che le unità interne) al fine del miglior comfort in tutte le stagioni.