

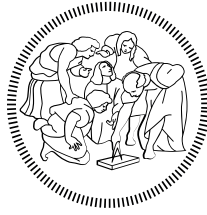
Progettazione impiantistica

IMMUTABILI VARIAZIONI

Progetto per il nuovo Polo Sportivo di Siracusa

Stefania **Celentano**

Daniela **Loliva**



Politecnico di Milano

Scuola di Architettura, Urbanistica e Ingegneria delle Costruzioni

Corso di Laurea Magistrale in Architettura delle Costruzioni

Anno Accademico 2022-2023

IMMUTABILI VARIAZIONI

Progetto per il nuovo Polo Sportivo di Siracusa

Relatore:

Prof. Tomaso Monestiroli

Correlatori:

Prof.ssa Paola Gallo Stampino

Prof. Vassilis Mpampatsikos

Prof. Paolo Oliaro

Prof. Fulvio Re Cecconi

Candidati:

Stefania Celentano, 994075

Daniela Loliva, 993811

9 Aprile 2024

Indice

Abstract

01	IL COMFORT DI PROGETTO	
1.1	Descrizione del progetto	12
1.2	Il contesto	14
1.3	Il comfort termico	16
02	LE UNITÀ TECNOLOGICHE	26
2.1	I pacchetti stratigrafici	
03	I CARICHI TERMICI	
3.1	Le prestazioni termiche dei componenti edilizi	40
3.2	I carichi di ventilazione	42
3.3	I carichi di trasmissione	47
3.4	I carichi solari	56
3.5	I carichi endogeni	64
3.6	Sintesi	70
04	LA CENTRALE TERMO-FRIGORIFERA	
4.1	La progettazione della centrale termo-frigorifera	74
05	L'IMPIANTO DI ACQUA CALDA SANITARIA	
5.1	La produzione di acqua calda sanitaria	78
06	L'IMPIANTO DI VENTILAZIONE MECCANICA	
6.1	Dimensionamento dell'impianto UTA	84
6.2	Il palazzetto dello sport	86
6.3	La piscina per apnea	94

07 L'IMPIANTO FOTOVOLTAICO

7.1 Dimensionamento dell'impianto fotovoltaico	104
7.2 Il palazzetto dello sport	106
7.3 La piscina per apnea	109

08 LA CERTIFICAZIONE ENERGETICA

8.1 I dati di progetto	114
8.2 La modellazione	116
8.3 Gli impianti	118
8.4 Conclusioni	120

09 I CRITERI AMBIENTALI MINIMI

9.1 I CAM	128
-----------	-----

Appendice

Bibliografia

Sitografia

Abstract

Il progetto di tesi si pone l'obiettivo di realizzare un nuovo Polo Sportivo nell'area costiera Targia, nella città di Siracusa. In questo contesto, attualmente occupato dal polo petrolchimico siracusano e destinato ad ospitare un campus universitario, si delinea la necessità di concepire la progettazione dello spazio su più ampia scala, al fine di garantire che l'intervento non si limiti semplicemente a risolvere un problema funzionale, ma diventi piuttosto un processo di rigenerazione e recupero. Il progetto si inserisce all'interno di un masterplan più ampio, il cui elemento generatore risulta essere un grande parco urbano, che collega la città al mare. Lo schema insediativo, apparentemente rigido e regolare, subisce delle variazioni in corrispondenza degli elementi caratterizzanti l'area, tra cui la Rada di Santa Panagia, mantenuta come memoria storica del luogo. È in corrispondenza di questa che si sviluppa il progetto del Polo Sportivo costituito dal Palazzetto dello Sport, dalla Piscina per Apnea e da una Torre Panoramica, che grazie alla sua forma

riesce ad assorbire le diverse inclinazioni e a definire ulteriormente lo spazio. Il carattere collettivo dei due edifici sportivi si identifica in due strutture ad aula, uguali nella forma ma che assumono inclinazioni diverse e che si collocano al di sopra di un basamento, elemento di mediazione tra paesaggio, suolo ed edificio. Il basamento diviene anche una grande piazza pavimentata, che si affaccia sul mare e che consente il collegamento non solo con il grande parco urbano, ma anche con il sistema residenziale adiacente. Al fine di attuare una progettazione integrata, la tesi sviluppa vari aspetti, tra cui quelli architettonici, strutturali, tecnologici, impiantistici ed ambientali, la cui integrazione mira a rispondere a un complesso panorama di esigenze, requisiti e prestazioni per raggiungere una progettazione attenta e consapevole. "Immutabili variazioni" è un concetto che, seppur apparentemente contraddittorio, riesce a raccontare la chiave del progetto: da una parte suggerisce l'idea di inalterabilità e permanenza, dall'altra racconta le possibilità di cambiamenti.

The thesis project aims to realise a new Sports Centre in the coastal area of Targia, in the city of Syracuse. In this context, currently occupied by the petrochemical complex of Syracuse and set to host a university campus, it is necessary to conceive design on a larger scale. The goal is to guarantee that the project will not only solve a functional problem, but it will rather start a process of urban regeneration. The project falls within a larger masterplan, in which the generative element is a wide linear park that connects the city to the sea. The settlement model, apparently rigid and regular, undergoes variations in correspondence with the elements that characterise the area, including the Santa Panagia Cove, preserved as a historical memory of the place. In this location the new Sports Centre will develop: it consists of a Sports Arena, a Freediving Pool and a Panoramic Tower, whose form ranges to absorb the different inclinations and further defines the space. The collective character of the two sports buildings is embodied in two hall structures, identical in form

but with two different inclinations. These structures are placed above a podium, a mediating element between landscape, ground and building. The podium is also a large paved square, overlooking the sea and facilitating connections not only with the linear park but also with the residential system. In order to improve an integrated design, the thesis develops multiple aspects including architectural, structural, technological, plant engineering and environmental considerations. The integration of these aspects aims to respond to a complex landscape of needs, requirements and performances, to achieve a careful and conscious design. "Immutabili variazioni" represents a concept that - although apparently contradictory - is able to convey the essence of the project. On one hand it evokes the idea of permanence and inalterability, while on the other hand, it describes the possibilities of change.

01

IL PROGETTO IMPIANTISTICO

1.1 DESCRIZIONE DEL PROGETTO

La tesi sviluppa il progetto di un impianto sportivo che si colloca nell'area costiera **Targia a Siracusa**, attualmente occupata dal polo petrolchimico siracusano e destinata ad ospitare un campus universitario. In questo contesto, si evidenzia l'importanza di concepire la progettazione dello spazio a una scala più ampia, al fine di garantire che l'intervento non si limiti semplicemente a risolvere un problema funzionale, ma diventi piuttosto un processo di rigenerazione e recupero.

La dimensione dell'area e la sua natura morfologica hanno permesso di definire un **grande parco urbano**, elemento generatore del progetto e luogo della collettività. Al suo interno, sono le architetture dei singoli edifici e le interconnessioni tra di essi a definire la configurazione dei luoghi.

Il masterplan, basato su un impianto regolare e ripetibile, presenta degli elementi

di spicco in corrispondenza dei quali subisce delle variazioni, tra cui la Rada di Santa Panagia. È proprio in corrispondenza di questo "asse del mare" che si sviluppa il progetto del **Polo Sportivo**.

Il processo compositivo nasce dalla definizione di **due edifici ad aula**, uguali nella forma ma diversi nel loro orientamento, caratterizzati da uno spazio indiviso e continuo che governa l'intera composizione. I due volumi, che ospitano un **Palazzetto dello Sport** e una **Piscina per Apnea**, sono posti al di sopra di un **basamento**, che accoglie gli ambienti accessori e che al livello superiore si configura come una grande piazza pavimentata. A completare la composizione, è posta una **torre di pianta circolare** che grazie alla sua forma e alla sua collocazione riesce ad assorbire le diverse inclinazioni e a definire la misura dello spazio che si crea tra i due edifici.

La progettazione si è concentrata su vari aspetti, tra cui quelli architettonici, strutturali, tecnologici, impiantistici ed ambientali, con l'obiettivo di coordinare e integrare organicamente le diverse discipline coinvolte nella pratica edilizia.

La **progettazione impiantistica** del Palazzetto dello Sport e della Piscina per Apnea ha come obiettivo principale il raggiungimento e il mantenimento della qualità del **comfort termogrametrico** di tutti gli ambienti che, in questo caso, sono utilizzati per la pratica di attività sportive ad alta intensità.

L'elaborato riporta il dimensionamento degli **impianti** relativi al polo sportivo. Nello specifico, si analizzano gli impianti per il **riscaldamento** e il **raffrescamento**, la **produzione di ACS** e la **ventilazione**. Le potenze ottenute dai diversi calcoli sono state poi impiegate per calcolare il fabbisogno energetico annuo e, di conseguenza, per dimensionare l'**impianto fotovoltaico**.

Tutte le scelte impiantistiche prese hanno come obiettivo finale l'ottenimento di un **edificio a energia quasi zero (nZEB)**, in conformità con la *Direttiva Europea nZEB* che impone che in Italia, a partire dal 1 Gennaio 2021, tutti gli edifici di nuova costruzione o di ristrutturazione debbano essere sostenibili e che il loro fabbisogno energetico sia ridotto e sia soddisfatto in larga parte ricorrendo alle fonti rinnovabili.

1.2 IL CONTESTO

La città di Siracusa si trova ad una latitudine di **37°5'10"32 N**, a una longitudine di **15°16'25"68 E** e ad un'altitudine di circa **17 metri sopra il livello del mare**. Viene classificata come **zona climatica "B"** e presenta un clima di tipo mediterraneo, caldo, temperato e prevalentemente secco come dimostra la quasi totale assenza di precipitazioni nei mesi estivi, fenomeni che invece si concentrano con maggiore frequenza nei mesi invernali. Da uno studio delle temperature e dell'umidità, si riscontra una **temperatura media estiva di 33°C** con umidità del 45%, e una **temperatura media invernale di 5°C** e umidità del 70%¹.

Questi dati sono rilevanti ai fini dell'analisi dei carichi di ventilazione dei due edifici studiati. L'obiettivo è quello di dotare gli edifici di sistemi impiantistici efficienti in grado di garantire il comfort ai futuri fruitori degli spazi interni progettati.



1.
*Dati climatici UNI10349-
2:2016*

Fig. 1
*Mapa dell'Italia con indi-
cazione della localizzazione
della città di Siracusa*

La vicinanza al mare consente l'utilizzo di un sistema geotermico in grado di riscaldare e raffreddare i diversi ambienti dei due edifici. Nei mesi invernali il calore viene trasferito all'edificio dall'acqua prelevata dal mare. In estate, invece, il calore da smaltire viene restituito all'acqua. Il calore del sottosuolo diventa, quindi, utilizzabile grazie all'acqua, fluido termovettore utilizzato nelle pompe di calore.

Nonostante il mare sia una sorgente termica diffusa, occorre prestare attenzione ai fenomeni di corrosione legati al salino. Per tale motivo, si è scelto di utilizzare uno scambiatore intermedio e di usare materiali plastici resistenti alla corrosione.

1.3 IL COMFORT TERMICO

Sia per il Palazzetto dello Sport che per la Piscina per Apnea si è stabilita una condizione di **qualità ambientale**, definendo un valore di **temperatura** e uno di **umidità relativa** (UR%) per ogni funzione presente all'interno di ciascuno spazio.

Trattandosi di edifici sportivi, si fa riferimento alla *"Tabella C-Caratteristiche ambientali"* presente all'interno della **norma Coni 2008**.

Nelle tabelle sono indicate le temperature ottimali in inverno e in estate, con la rispettiva UR% per garantire il comfort termo-igrometrico. Di seguito sono riportate le suddivisioni degli ambienti in base al comfort termico relativo.

Tabella C
Caratteristiche ambientali

Tipologia	Temp. aria °C	Umidità relativa %	Illum. medio lux	Ricambi aria volumi amb./ora	Velocità massima aria m/sec ⁽¹⁾	Livello massimo rumore ambiente dBA ⁽²⁾	Locali
Sale al chiuso	16-20	50	⁽³⁾	⁽⁴⁾	0,15	40	sala di attività
	20-22	50	200	⁽⁴⁾	0,15	40	sale preatletismo
	18-22 ⁽⁷⁾	50	150	5	0,15	40	spogliatoi
	22 ⁽⁸⁾	70	80	8	0,15	50	docce
	22	60	80	5-8	0,15	40	servizi igienici
	20	50	200	2,5	0,15	40	primo soccorso
	20	50	200	1,5	0,15	40	uffici
	20	50	200	1	0,20	40	atrio
	16	50	100	0,5-1	0,25	50	magazzini
20	50	150	0,5	0,20	40	locali vari	
Impianti natatori	⁽⁶⁾ / ⁽⁶⁾	≤ 70 ⁽⁹⁾	≥ 150 ⁽⁹⁾ / ⁽³⁾	⁽⁹⁾ / ⁽⁵⁾	≤ 0,10 ⁽⁹⁾	40	sala di attività
	28	70	300	3	0,15	40	sale preatletismo
	≥ 20 ⁽⁹⁾ -24 ⁽⁷⁾	60	≥ 100 ⁽⁹⁾ - 150	≥ 4 ⁽⁹⁾ -5	0,15	40	spogliatoi
	24 ⁽⁸⁾	70	80	8	0,15	50	docce
	≥ 20 ⁽⁹⁾	60	≥ 80 ⁽⁹⁾	≥ 4 ⁽⁹⁾ -5-8	0,15	40	servizi igienici
	≥ 20 ⁽⁹⁾ -22	50	200	≥ 4 ⁽⁹⁾	0,15	40	primo soccorso
	20	50	300	1,5	0,15	40	uffici
	20	50	200	1,5	0,20	40	atrio
	20	50	100	0,5-1	0,25	50	magazzini
20	50	150	0,5	0,20	40	locali vari	
Servizi per impianti all'aperto	20-22	50	200	3	0,15	40	sale preatletismo
	18-22 ⁽⁷⁾	50	150	3	0,15	40	spogliatoi
	22 ⁽⁸⁾	70	80	8	0,15	50	docce
	20	60	80	5-8	0,15	40	servizi igienici
	20	50	200	2,5	0,15	40	primo soccorso
	20	50	300	1,5	0,15	40	uffici
	18-20	50	200	1,5	0,20	40	atrio
	16	50	100	0,5-1	0,25	50	magazzini
18-20	50	150	0,5	0,20	40	locali vari	

Note:

1. I valori si riferiscono al caso di ventilazione artificiale. Per la sala di attività si intendono validi per tutto il volume interessato al gioco (attrezzi compresi); per gli altri locali fino ad una distanza minima di m 2 dalle persone.
2. Il livello di rumore è quello prodotto dalle apparecchiature e impianti tecnici installati nei locali.
3. Per i valori dell'illuminamento dello spazio di attività fare riferimento alla Tabella B.
4. Almeno 20 m³/ora/persona al massimo affollamento per la zona pubblico; 30 m³/ora/persona al massimo affollamento per quella atleti.
5. Valori da stabilire in relazione alle caratteristiche termoigrometriche da raggiungere, con i limiti di cui all'articolo 4 per la ventilazione.
6. Per la temperatura dell'acqua nelle vasche vedere gli articoli 10.2.1 e 10.2.2.
7. La temperatura dell'aria negli spogliatoi (esclusi quelli degli impianti natatori) è opportuno sia superiore di 2 - 4 °C a quella della sala di attività.
8. La temperatura dell'acqua delle docce, all'erogazione, non deve essere inferiore a 37°C e non superiore a 40°C, se premiscelata; la temperatura dell'acqua calda miscelabile non deve superare i 48°C.
9. I requisiti termoigrometrici, di ventilazione e illuminotecnici dovranno risultare conformi a quanto indicato nell'Accordo 16 gennaio 2003 - tra il Ministro della salute, le Regioni e le province autonome di Trento e di Bolzano sugli aspetti igienico-sanitari per la costruzione, la manutenzione e la vigilanza delle piscine a uso natatorio.

Fig. 2
"Tabella C- Caratteristiche ambientali" da Norme CONI per l'impiantistica sportiva

TEMPERATURA OTTIMALE INTERNA		
Funzione	Invernale	Estiva
Locali commerciali	22°C	25°C
Atrio/Distribuzione	20°C	26°C
Primo soccorso/Fisioterapia	20°C	28°C
Sale preatletismo	20°C	28°C
Sale attività	20°C	28°C
Piscina	28°C	28°C
Spogliatoi	20°C	26°C
Docce	22°C	28°C
Spazi di servizio	16°C	26°C
Uffici	20°C	26°C
Servizi igienici	22°C	28°C

Tab. 1

UMIDITÀ OTTIMALE INTERNA UR %		
Funzione	Invernale	Estiva
Locali commerciali	50%	50%
Atrio/Distribuzione	50%	50%
Primo soccorso/Fisioterapia	50%	50%
Sale preatletismo	60%	60%
Sale attività	60%	60%
Piscina	60%	60%
Spogliatoi	55%	55%
Docce	70%	70%
Spazi di servizio	50%	50%
Uffici	50%	50%
Servizi igienici	60%	60%

Tab. 2

Tab. 1

*Temperature ottimali interne
distinte per ambienti*

Tab. 2

*Umidità ottimali interne di-
stinte per ambienti*

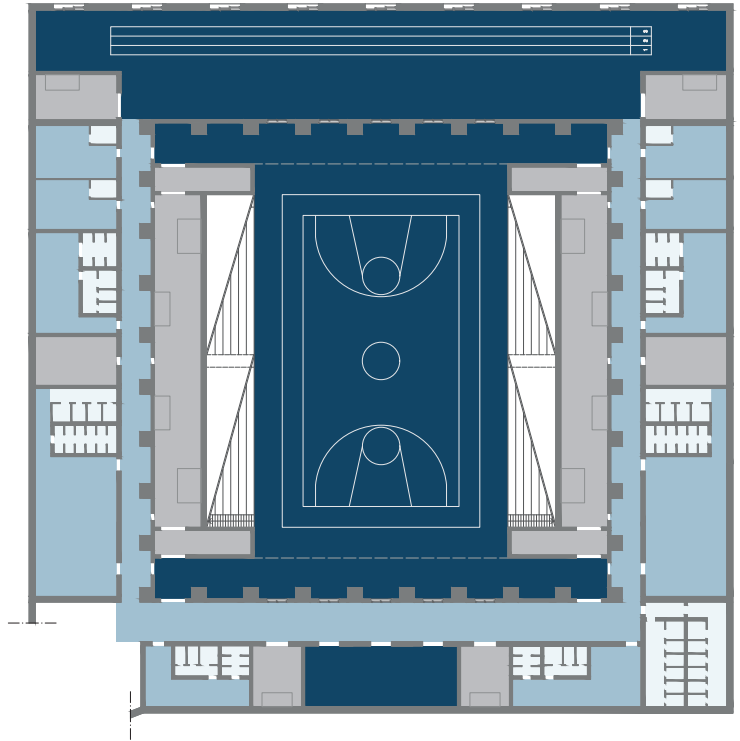
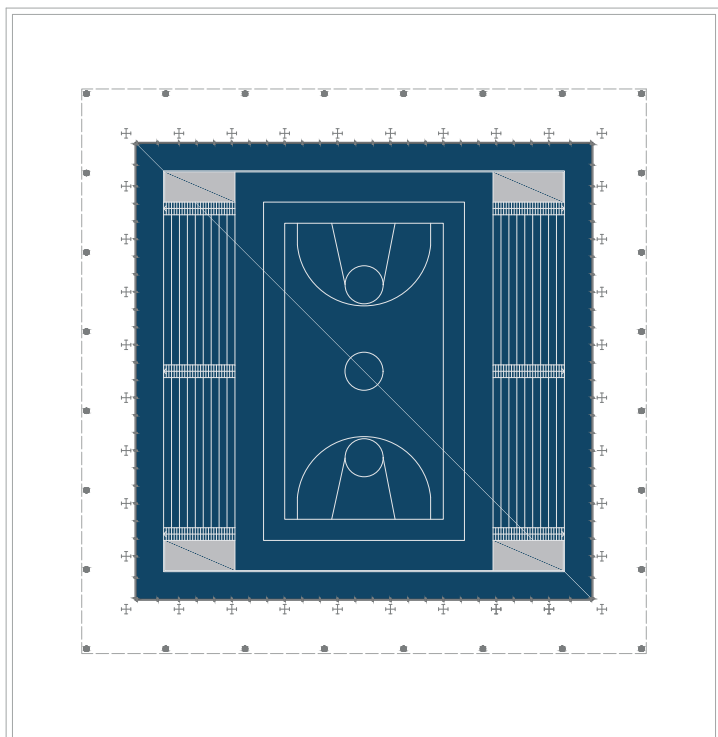


Fig. 2
 Palazzetto dello sport
 Piano terra con rispettive
 condizioni di comfort

■ $T_i = 16^\circ\text{C}$
 $T_e = 26^\circ\text{C}$
 UR = 50%
 ■ $T_i = 22^\circ\text{C}$
 $T_e = 28^\circ\text{C}$
 UR = 60%

■ $T_i = 20^\circ\text{C}$
 $T_e = 26^\circ\text{C}$
 UR = 50%
 ■ $T_i = 20^\circ\text{C}$
 $T_e = 26^\circ\text{C}$
 UR = 55%

■ $T_i = 20^\circ\text{C}$
 $T_e = 28^\circ\text{C}$
 UR = 60%



$T_i = 16^\circ\text{C}$
 $T_e = 26^\circ\text{C}$
 UR = 50%

$T_i = 20^\circ\text{C}$
 $T_e = 28^\circ\text{C}$
 UR = 60%

Fig. 3
Palazzetto dello sport
Piano primo con rispettive
condizioni di comfort

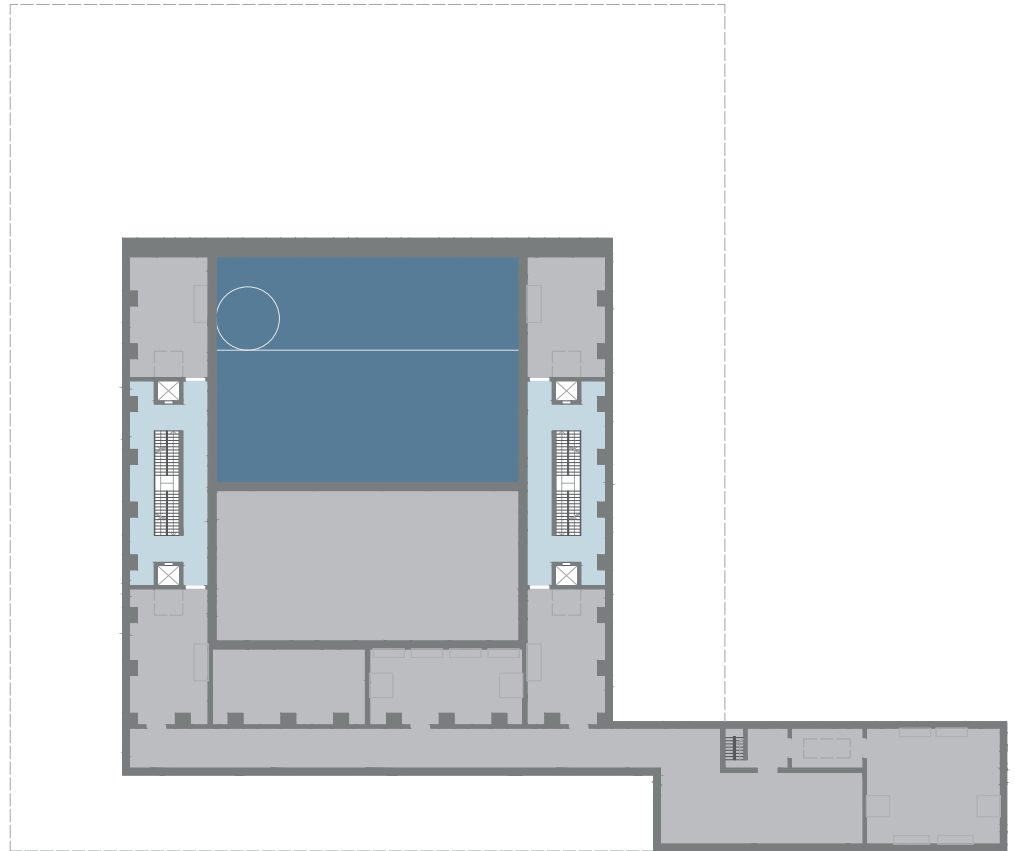
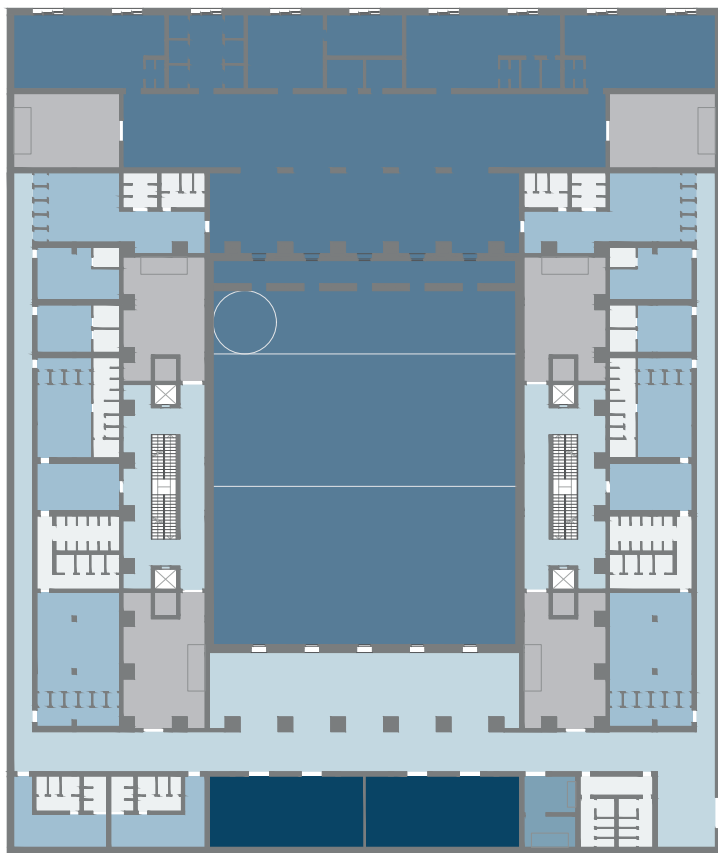


Fig. 4
Piscina per apnea
 Piano interrato con rispettive
 condizioni di comfort

■ $T_i = 16^\circ\text{C}$
 $T_e = 26^\circ\text{C}$
 UR = 50%

■ $T_i = 20^\circ\text{C}$
 $T_e = 26^\circ\text{C}$
 UR = 50%

■ $T_i = 28^\circ\text{C}$
 $T_e = 28^\circ\text{C}$
 UR = 60%



$T_i = 16^\circ\text{C}$
 $T_e = 26^\circ\text{C}$
 $\text{UR} = 50\%$

$T_i = 22^\circ\text{C}$
 $T_e = 28^\circ\text{C}$
 $\text{UR} = 60\%$

$T_i = 20^\circ\text{C}$
 $T_e = 26^\circ\text{C}$
 $\text{UR} = 50\%$

$T_i = 20^\circ\text{C}$
 $T_e = 26^\circ\text{C}$
 $\text{UR} = 55\%$

$T_i = 28^\circ\text{C}$
 $T_e = 28^\circ\text{C}$
 $\text{UR} = 60\%$

$T_i = 20^\circ\text{C}$
 $T_e = 28^\circ\text{C}$
 $\text{UR} = 60\%$

Fig. 5
Piscina per apnea
 Piano terra con rispettive
 condizioni di comfort

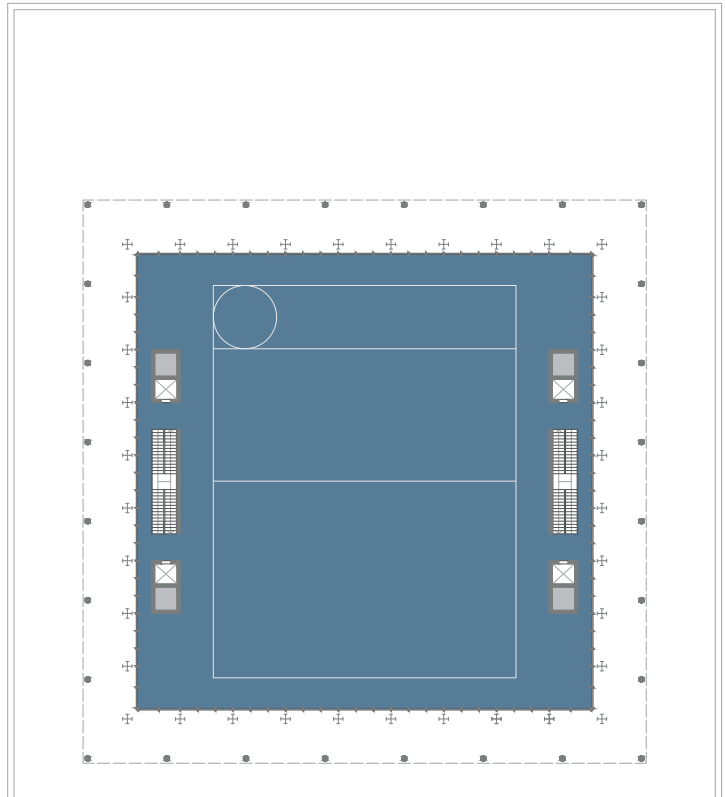


Fig. 6
Piscina per apnea
Piano primo con rispettive
condizioni di comfort

■ $T_i = 16^\circ\text{C}$
 $T_e = 26^\circ\text{C}$
 UR = 50%

■ $T_i = 28^\circ\text{C}$
 $T_e = 28^\circ\text{C}$
 UR = 60%

02

LE UNITÀ TECNOLOGICHE

2.1 I PACCHETTI STRATIGRAFICI

La **progettazione delle stratigrafie** dell'involucro edilizio si orienta verso la minimizzazione delle dispersioni attraverso il **controllo delle trasmittanze**. Riducendo la dispersione termica per trasmittanza, si realizza un risparmio sia in termini di consumo che di costi, contribuendo simultaneamente alla diminuzione delle emissioni di CO₂ legate alla produzione di energia elettrica.

In tal senso, l'obiettivo è stato quello di ottenere valori di trasmittanza termica per i pacchetti tecnologici degli involucri inferiori ai limiti stabiliti dal decreto ministeriale del 26 giugno 2015.

In particolare, i **parametri di trasmittanza** a cui si fa riferimento per le diverse unità tecnologiche sono quelli contenuti nell'*Appendice A (Allegato 1, Capitolo 3)* del Decreto Ministeriale:

- Strutture opache verticali verso l'esterno: **U < 0,43 W/m²K**
- Strutture opache orizzontali o inclinate di copertura: **U < 0,35 W/m²K**
- Strutture opache orizzontali di pavimento: **U < 0,44 W/m²K**
- Chiusure tecniche trasparenti e opache: **U < 3,00 W/m²K**

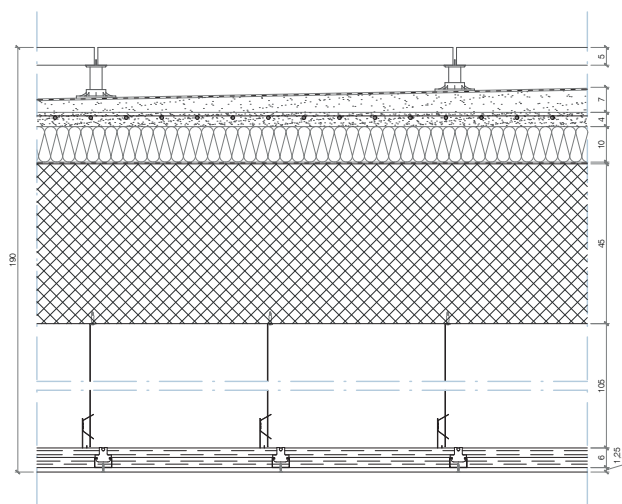
Il calcolo delle trasmittanze di progetto è svolto utilizzando la seguente formula:

$$U = \frac{1}{R} = \frac{1}{R_{si}} + \frac{1}{\frac{S_i}{\lambda_i}} + \frac{1}{\frac{S_n}{\lambda_n}} + \frac{1}{R_n} + \frac{1}{R_a} + \frac{1}{R_{se}}$$

Di seguito vengono riportati i pacchetti stratigrafici orizzontali e verticali con annessi valori caratteristici di trasmittanza.

2. Solaio di copertura del basamento

	s (mm)	λ (W/m*k)	R (m ² *K/W)	U (W/m ² *K)
Resistenza liminare esterna			0,06	
Massetto di pendenza	80	1,60	0,05	
Massetto per ripartizione dei carichi	40	2,30	0,02	
Strato coibente	100	0,03	2,90	
Soletta piena in c.a.	450	0,30	2,20	
Camera d'aria	650	0,30	0,20	
Lastra in cartongesso	12,5	0,25	0,05	
Resistenza liminare interna			0,17	
Totale			5,65	0,18



Tab. 4
Valori caratteristici dei diversi strati del solaio di copertura del basamento

Fig. 8
Pacchetto stratigrafico del solaio di copertura del basamento

3. Solaio di copertura dell'aula

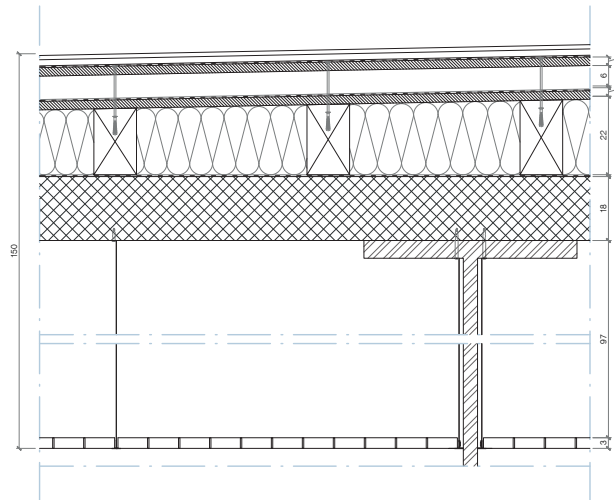
	s (mm)	λ (W/m*k)	R (m ² *K/W)	U (W/m ² *K)
Resistenza liminare esterna			0,04	
Aggraffatura doppia PREFALZ	30	210	0,0001	
Isolamento in poliuretano espanso	220	0,02	10,00	
Soletta piena in c.a.	180	1,60	0,10	
Resistenza liminare interna			0,11	
Totale			10,26	0,10

Tab. 5

Valori caratteristici dei diversi strati del solaio di copertura dell'aula

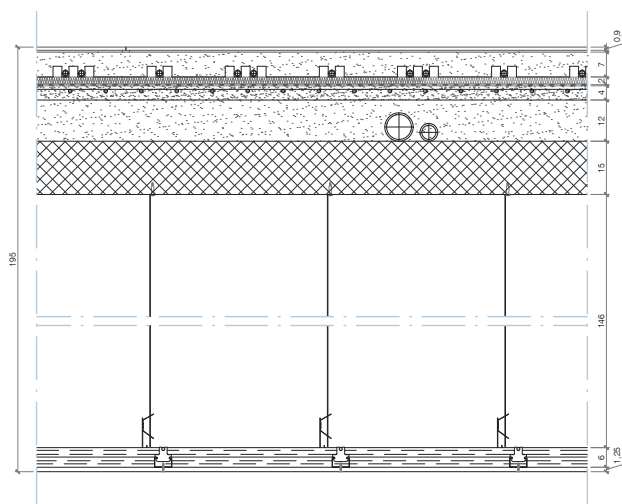
Fig. 9

Pacchetto stratigrafico del solaio di copertura dell'aula



4. Solaio di interpiano

	s (mm)	λ (W/m*k)	R (m ² *K/W)	U (W/m ² *K)
Resistenza liminare esterna			0,06	
Rivestimento Lapitec	12	1,30	0,01	
Massetto per ripartizione dei carichi	40	2,30	0,02	
Strato coibente	80	0,03	2,35	
Massetto impiantistico	100	1,60	0,06	
Camera d'aria	700	0,30	2,33	
Resistenza liminare interna			0,17	
Totale			5,01	0,20



Tab. 6

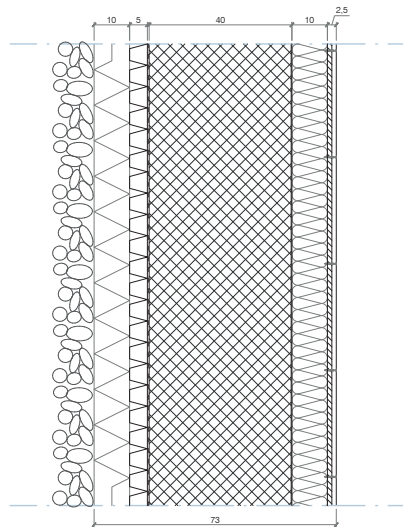
Valori caratteristici dei diversi strati del solaio di interpiano

Fig. 10

Pacchetto stratigrafico del solaio di interpiano

5. Chiusura verticale opaca controterra

	s (mm)	λ (W/m*k)	R (m ² *K/W)	U (W/m ² *K)
Setto pieno in c.a.	400	2,30	0,17	
Polistirene espanso	100	0,03	2,86	
Lastre accoppiate in cartongesso	25	0,25	0,10	
Resistenza liminare interna			0,12	
Totale			3,25	0,31



Tab. 7

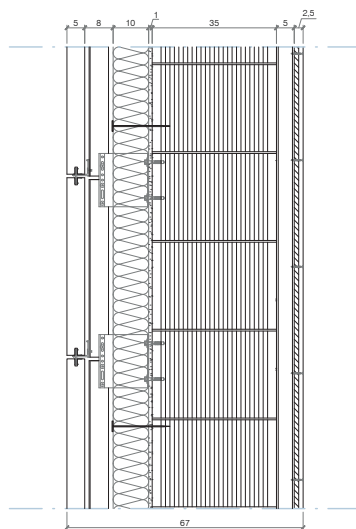
Valori caratteristici della chiusura verticale controterra

Fig. 11

Pacchetto stratigrafico della chiusura verticale controterra

6. Chiusura verticale opaca

	s (mm)	λ (W/m*k)	R (m ² *K/W)	U (W/m ² *K)
Resistenza liminare esterna			0,04	
Strato coibente in lana di roccia	100	0,03	2,90	
Intonaco rustico	10	0,50	0,02	
Paramento in blocchi laterizi	350	2,30	3,10	
Camera d'aria	50	0,30	0,20	
Lastre accoppiate in cartongesso	25	0,25	0,10	
Resistenza liminare interna			0,12	
Totale			6,46	0,15



Tab. 8
Valori caratteristici dei diversi strati della chiusura verticale opaca

Fig. 12
Pacchetto stratigrafico della chiusura verticale opaca

7. Chiusura verticale opaca (setto)

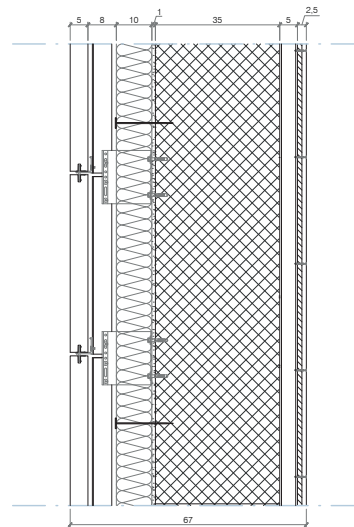
	s (mm)	λ (W/m*k)	R (m ² *K/W)	U (W/m ² *K)
Resistenza liminare esterna			0,04	
Strato coibente in lana di roccia	100	0,034	2,94	
Intonaco rustico	10	0,55	0,02	
Setto in c.a.	350	2,30	0,15	
Camera d'aria	50	0,30	0,17	
Lastre accoppiate in cartongesso	25	0,25	0,10	
Resistenza liminare interna			0,12	
Totale			3.54	0,28

Tab. 9

Valori caratteristici dei diversi strati della chiusura verticale opaca (setto)

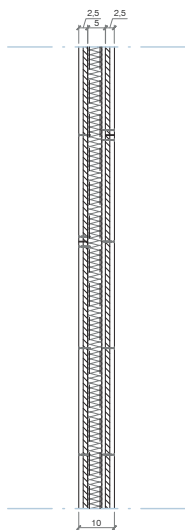
Fig. 13

Pacchetto stratigrafico della chiusura verticale opaca (setto)



8. Parete a singola orditura metallica e doppio rivestimento

	s (mm)	λ (W/m*k)	R (m ² *K/W)	U (W/m ² *K)
Resistenza liminare esterna			0,04	
Lastre accoppiate in cartongesso	25	0,25	0,10	
Strato coibente in lana di roccia	40	0,034	1,18	
Lastre accoppiate in cartongesso	25	0,25	0,10	
Resistenza liminare interna			0,12	
Totale			1,54	0,65

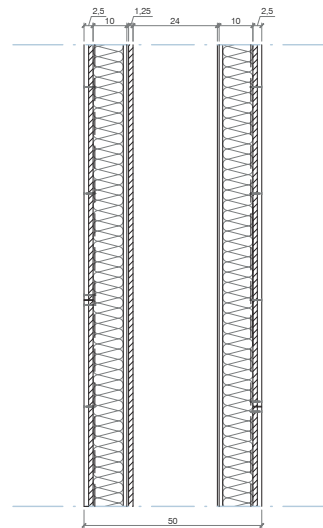


Tab. 10
Valori caratteristici dei diversi strati della parete a singola orditura metallica e doppio rivestimento

Fig. 14
Pacchetto stratigrafico della parete a singola orditura metallica e doppio rivestimento

9. Parete a doppia orditura metallica e doppio rivestimento per cavedio

	s (mm)	λ (W/m*k)	R (m ² *K/W)	U (W/m ² *K)
Resistenza liminare esterna			0,04	
Rivestimento ceramico	10	0,00177	5,65	
Doppia lastra aquapanel	25	0,15	0,17	
Strato coibente in lana di roccia	40	0,034	1,18	
Cavedio impiantistico	150	0,026	5,77	
Strato coibente in lana di roccia	40	0,034	1,18	
Lastre accoppiate in cartongesso	25	0,25	0,10	
Resistenza liminare interna			0,12	
Totale			14,20	0,07



Tab. 11

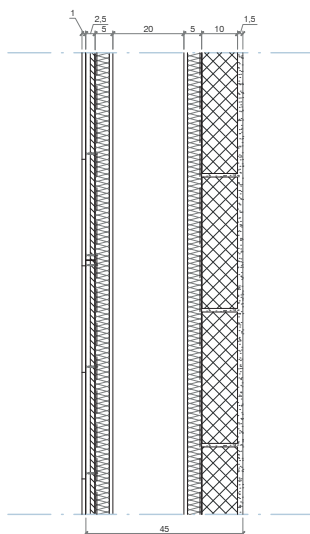
Valori caratteristici dei diversi strati della parete a doppia orditura metallica e doppio rivestimento

Fig. 15

Pacchetto stratigrafico della parete a doppia orditura metallica e doppio rivestimento

10. Parete a doppia orditura metallica e doppio rivestimento con blocchi in cls

	s (mm)	λ (W/m*k)	R (m ² *K/W)	U (W/m ² *K)
Resistenza liminare esterna			0,04	
Rivestimento ceramico	10	0,00177	5,65	
Doppia lastra aquapanel	25	0,15	0,17	
Strato coibente in lana di roccia	40	0,034	1,18	
Cavedio impiantistico	200	1,3	0,15	
Strato coibente in lana di roccia	40	0,034	1,18	
Blocchi in calcestruzzo	100	1,6	0,06	
Intonaco rasato a gesso	15	0,36	0,04	
Resistenza liminare interna			0,12	
Totale			8,59	0,12



Tab. 12

Valori caratteristici dei diversi strati della parete a doppia orditura metallica e doppio rivestimento con blocchi in cls

Fig. 16

Pacchetto stratigrafico della parete a doppia orditura metallica e doppio rivestimento con blocchi in cls

Chiusure verticali trasparenti

Finestra basamento	s (mm)	λ (W/m ² *k)	R (m ² *K/W)	U (W/m ² *K)
--------------------	-----------	------------------------------------	----------------------------	----------------------------

Finestra Schüco ASE 60

1,10

Tab. 13

Sistema per facciate	s (mm)	λ (W/m ² *k)	R (m ² *K/W)	U (W/m ² *K)
----------------------	-----------	------------------------------------	----------------------------	----------------------------

Finestra Schüco FWS 50

1,50

Tab. 14

Tab. 13

Valori caratteristici della chiusura verticale trasparente del basamento

Tab. 14

Valori caratteristici della chiusura verticale trasparente dell'aula

Fig. 17

Nodo della chiusura verticale trasparente del basamento

Fig. 18

Nodo della chiusura verticale trasparente dell'aula

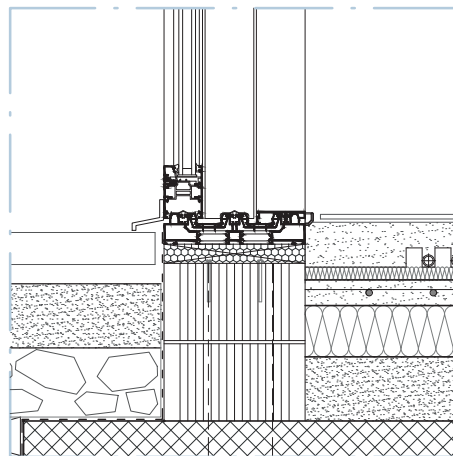


Fig. 17

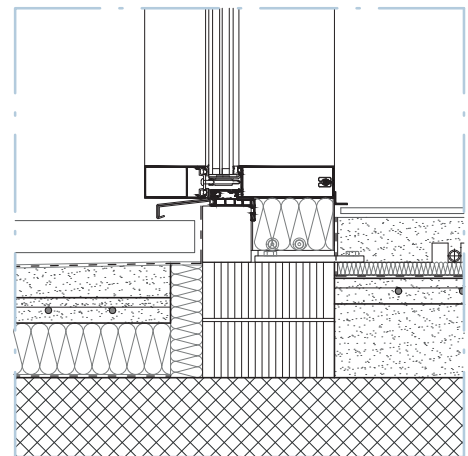


Fig. 18

03

I CARICHI TERMICI

3.1 LE PRESTAZIONI TERMICHE

Una volta definite le stratigrafie dei componenti dell'involucro edilizio e le loro prestazioni termiche, si è proceduto con il **calcolo dei carichi termici** invernali ed estivi di entrambi gli edifici. Questo ha permesso di determinare le potenze termiche e frigorifere dei generatori e di stimarne l'incidenza.

Successivamente, sono state calcolate le potenze termiche disperse per trasmissione e ventilazione in estate e in inverno.

Come dimostra la formula riportata, i carichi di raffrescamento dipendono dai carichi di ventilazione e di trasmissione, dalle potenze termiche delle entrate solari e dai carichi endogeni:

$$Q_{\text{raffrescamento}} = Q_t + M_{\text{vent}} \cdot Q_s + Q_e$$

Per la stagione invernale, il calcolo dei carichi termici deriva dai carichi di ventilazione e di trasmissione:

$$Q_{\text{riscaldamento}} = Q_t + M_{\text{vent}} \cdot \Delta H$$
$$Q_s = Q_e = 0$$

dove:

- Q_v : carico di ventilazione;
- Q_t : carico di trasmissione;
- Q_s : carico solare;
- Q_e : carico endogeno;
- t_i : temperatura interna [°C];
- t_e : temperatura esterna [°C];
- t_a : temperatura dei locali adiacenti a differente temperatura o non climatizzati [°C];
- $t_{s,j}$: temperatura sole-aria per la superficie [°C];
- M_{vent} : portata d'aria di ventilazione [kg/s];
- U : trasmittanza di pareti o finestre [W/m²K];
- S : area della superficie di pareti o finestre [m²].

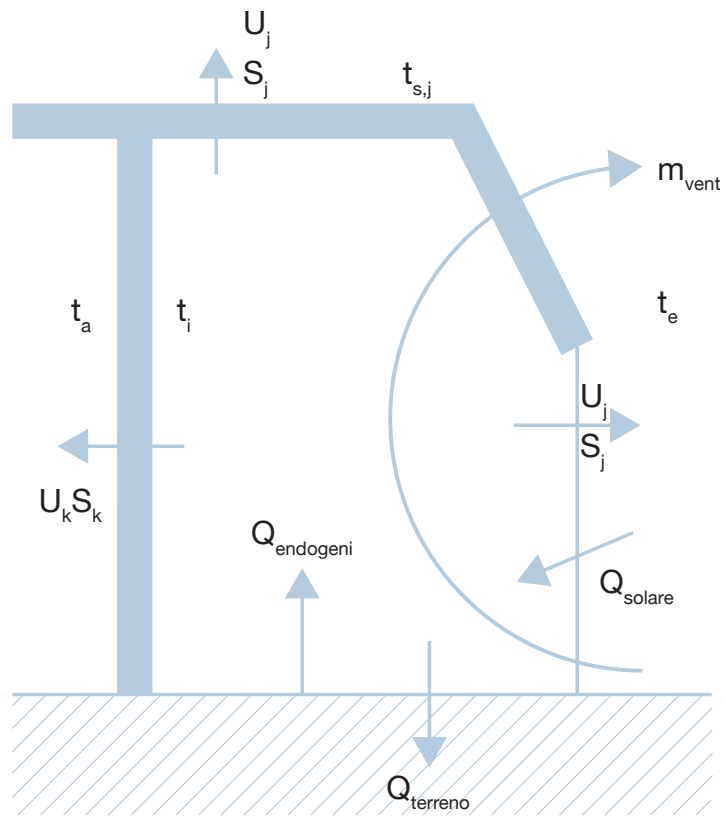


Fig. 19
 Schema degli scambi termici tra edificio e ambiente esterno

3.2 I CARICHI DI VENTILAZIONE

I carichi di ventilazione sono definiti come la quantità di energia, in termini di calore, persa o acquisita, a seguito di un trattamento d'aria. L'aria di rinnovo deve essere riscaldata all'interno dell'UTA e l'energia necessaria, affinché questo avvenga, equivale a:

$$Q_v = M_{\text{vent}} * \Delta H \text{ (W)}$$

dove:

- ΔH : differenza dell'entalpia;
- M_{vent} : portata d'aria del sistema di ventilazione all'interno dei locali in termini di massa oraria.

La differenza di entalpia si calcola utilizzando il diagramma psicometrico, tenendo conto del funzionamento delle UTA. Per il calcolo di M_{vent} , per tutti gli ambienti, si considera la seguente formula:

$$M_{\text{vent}} = n * V * 1,2 \text{ kg/m}^3 * 1/3600 \text{ h/s}$$

dove:

- n : ricambio d'aria all'ora² [vol/h];
- V : volume edificio;

Per lo spazio del campo da basket, la piscina e il centro benessere, la formula utilizzata per il calcolo della portata nominale è:

$$M_{\text{vent}} = \text{prs.} * \text{prt.} * 1,2 \text{ kg/m}^3 * 1/3600 \text{ h/s}$$

dove:

- prs. : numero delle persone;
- prt. : portata d'aria [m³/h];

Di seguito vengono riportati i calcoli in merito ai carichi di ventilazione, categorizzando gli spazi in varie tipologie a seconda della temperatura. La temperatura esterna di progetto è fissata in **estate a 33°C e UR 45%**, mentre per l'**inverno 5°C e UR 70%**.

2.

Si considerano i valori dei ricambi d'aria presenti nella Tabella C, Caratteristiche ambientali, Norme Coni per l'impianistica sportiva, 2008

DIAGRAMMA PSICROMETRICO

TEMPERATURE NORMALI

SI - METRICO
Pressione Barometrica 101.325 kPa
LIVELLO DEL MARE

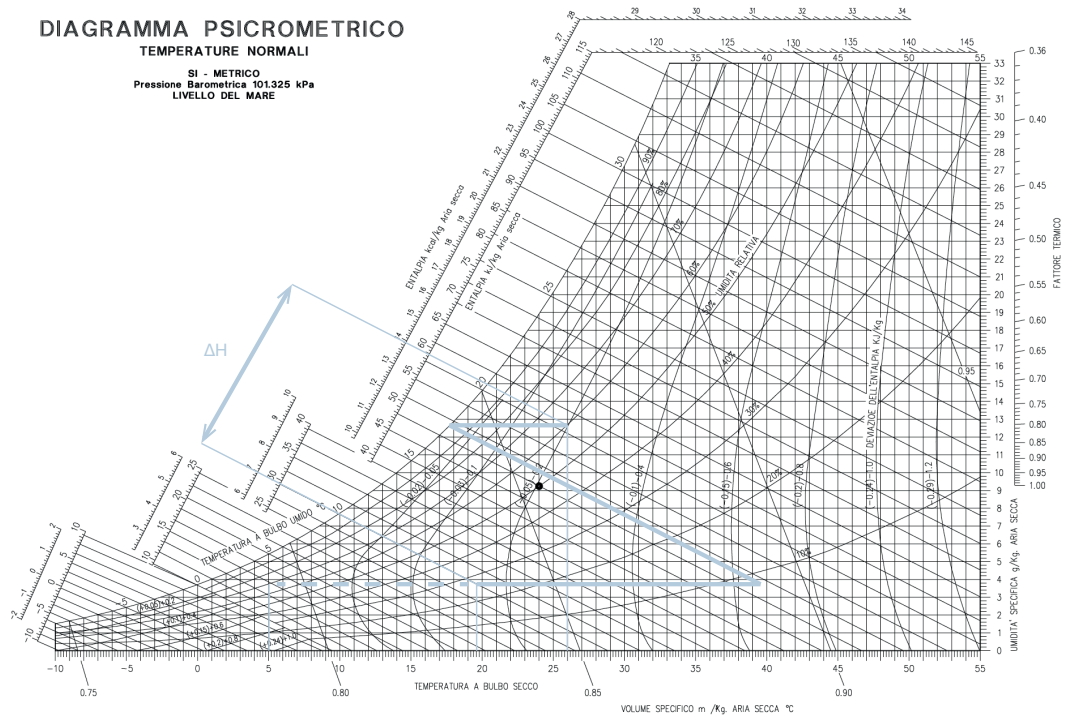


Fig. 20

Esempio di diagramma psicrometrico svolto per il dimensionamento invernale con recuperatore

DIAGRAMMA PSICROMETRICO

TEMPERATURE NORMALI

SI - METRICO
Pressione Barometrica 101.325 kPa
LIVELLO DEL MARE

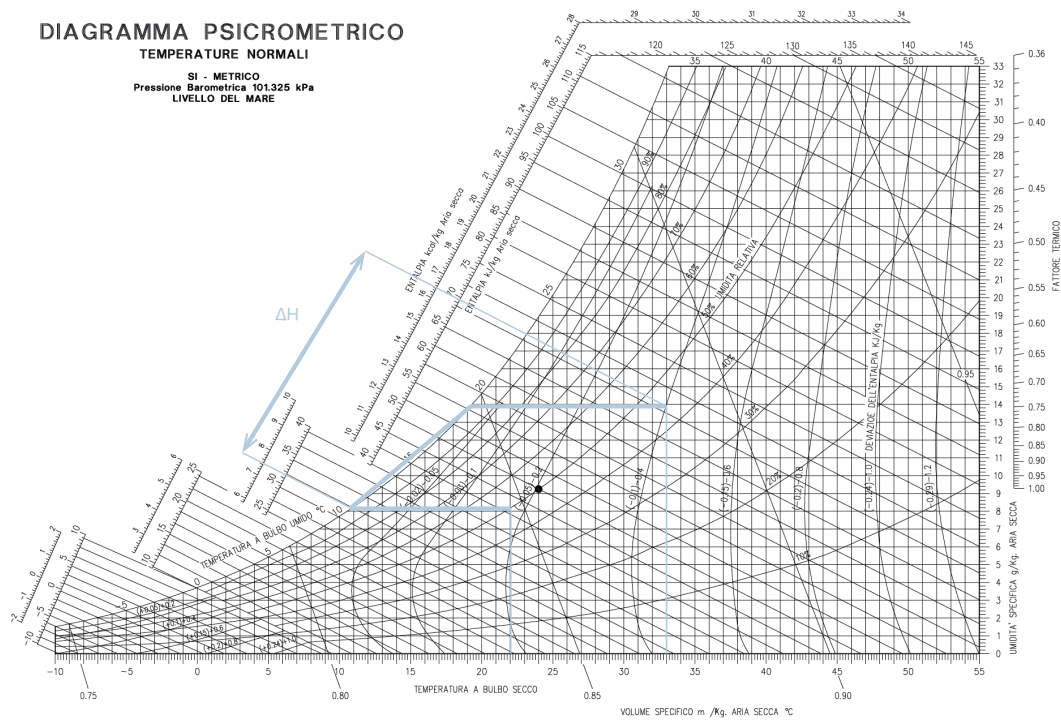


Fig. 21
Esempio di diagramma psicrometrico svolto per il dimensionamento estivo.

Calcolo Q_v - Inverno
Palazzetto dello sport

Tipo	T aria (°C)	U.R. (W/m²k)	T recuperatore (°C)	$\Delta H_{\text{esterno}}$ (kJ/kg)	$\Delta H_{\text{interno}}$ (kJ/kg)	$\Delta H_{\text{recuperatore}}$ (kJ/kg)	ΔH (kJ/kg)	m_v (kg/s)	Q_v (W)
Tipo 5	20	50	15,50	14,50	38,50	26,00	12,50	2,00	25114,00
Tipo 6	21	55	16,20	14,50	42,50	26,00	16,50	4,00	66622,00
Tipo 7	20	50	15,50	14,50	38,50	26,00	12,50	1,40	16875,30
Tipo 8	18	50	14,10	14,50	34,50	23,50	11,00	18,00	202125,00
Totale									310,70 kW

Tab. 15

Calcolo Q_v - Inverno
Piscina per apnea

Tipo	T aria (°C)	U.R. (W/m²k)	T recuperatore (°C)	$\Delta H_{\text{esterno}}$ (kJ/kg)	$\Delta H_{\text{interno}}$ (kJ/kg)	$\Delta H_{\text{recuperatore}}$ (kJ/kg)	ΔH (kJ/kg)	m_v (kg/s)	Q_v (W)
Tipo 1	26	60	19,70	14,50	59,00	29,50	29,50	2,70	80636,50
Tipo 2	21	55	16,20	14,50	42,50	26,00	16,50	7,90	130758,30
Tipo 3	20	50	15,50	14,50	38,50	26,00	12,50	0,60	7958,70
Tipo 4	28	50	21,10	14,50	58,50	31,00	27,50	1,40	37430,60
Totale									256,80 kW

Tab. 15

Calcolo dei carichi di ventilazione invernali per il palazzetto dello sport

Tab. 16

Calcolo dei carichi di ventilazione invernali per la piscina per apnea

Tab. 16

Calcolo Q_v - Estate
Palazzetto dello sport

Tipo	T aria (°C)	U.R. (W/m*k)	$\Delta H_{\text{esterno}}$ (kJ/kg)	$\Delta H_{\text{interno}}$ (kJ/kg)	ΔH (kJ/kg)	m_v (kg/s)	Q_v (W)
Tipo 5	27	50	69,50	43,50	26,00	2,00	52237,20
Tipo 6	26	55	69,50	45,00	24,50	4,00	98923,60
Tipo 7	28	50	69,50	51,00	18,50	1,40	24975,50
Tipo 8	20	50	69,50	28,00	42,00	18,00	771750,00
Totale							947,90 kW

Tab. 17

Calcolo Q_v - Estate
Piscina per apnea

Tipo	T aria (°C)	U.R. (W/m*k)	$\Delta H_{\text{esterno}}$ (kJ/kg)	$\Delta H_{\text{interno}}$ (kJ/kg)	ΔH (kJ/kg)	m_v (kg/s)	Q_v (W)
Tipo 1	27	60	69,50	53,00	16,50	2,70	47101,80
Tipo 2	25	55	69,50	43,00	26,50	7,90	210005,80
Tipo 3	28	50	69,50	51,00	18,50	0,60	11778,80
Tipo 4	28	50	69,50	51,00	18,50	1,40	25180,60
Totale							292,10 kW

Tab. 18

Tab. 17

Calcolo dei carichi di ventilazione estivi per il palazzetto dello sport

Tab. 18

Calcolo dei carichi di ventilazione estivi per la piscina per apnea

3.3 I CARICHI DI TRASMISSIONE

I **carichi di trasmissione** Q_t equivalgono al calore ceduto dagli ambienti interni all'aria esterna e al terreno.

Di seguito vengono riportati i calcoli in merito ai carichi di trasmissione invernali ed estivi.

La formula utilizzata per calcolarli è:

$$Q_t = \sum z(Uz Sz)_{\text{Tras}} * (T_i - T_e) + \sum j(Uj Sj)_{\text{Opachi}} * (T_i - T_e)$$

Questa formula esprime la sommatoria dei prodotti tra le **trasmittanze U** e le **superfici S** di ogni elemento dell'involucro edilizio, moltiplicati per la differenza tra la **temperatura interna T_i** e la **temperatura esterna T_e** .

Si dovrebbe tener conto anche delle trasmissioni verso ambienti non riscaldati e tra ambienti confinanti con temperature interne di progetto differenti. Tuttavia, trattandosi di una nuova costruzione, questi non vengono considerati poiché si fa fede alla buona progettazione tecnologica.

Calcolo Q_t - Inverno
Palazzetto dello sport

Struttura verticale Ambiente	Superficie (m ²)	T°esterno (°C)	T°interno (°C)	ΔT (°C)	$Q_{tr} = Hd * \Delta T$ (W)
Palestra/Esterno	214,50	5	20	15	497,90
Palestra/Esterno 2	64,74	5	20	15	298,43
Palestra/Esterno 3	46,40	5	20	15	196,38
Finestra/Esterno	64,80	5	20	15	1069,20
Locale tecnico/Palestra	154,22	16	20	4	43,43
Locale tecnico/Esterno 3	46,94	5	16	11	145,69
Locale tecnico/Esterno 2	68,28	5	16	11	230,81
Infermeria/Esterno 3	59,00	5	20	15	249,70
Infermeria/Esterno 2	35,40	5	20	15	163,18
Spogliatoi/Esterno 3	75,80	5	20	15	320,81
Spogliatoi/Esterno 2	267,27	5	20	15	1232,02
Corridoio/Esterno 2	76,20	5	20	15	351,25
Servizi/Esterno 2	76,19	5	22	17	398,02
Corridoio/Servizi	213,70	20	22	2	49,74
Corridoio/Locale tecnico	313,91	16	20	4	146,12
Servizi/Locale tecnico	111,72	16	22	6	47,19
Spogliatoi/Servizi	356,41	20	22	2	50,18
Locale tecnico/	71,14	16	20	4	20,03
Spogliatoio	1247,33	5	20	15	28064,88
Teca	61,74	20	20	0	0,00
Palestra/Corridoio					33575,00
Totale					

Tab. 19
Calcolo dei carichi di trasmissione invernali per il palazzetto dello sport

Solai Ambiente	Superficie (m ²)	T°esterno (°C)	T°interno (°C)	ΔT (°C)	Q _{tr} = Hd * ΔT (W)
Copertura/Esterno	1875,70	5	28	23	4203,73
Palestra/Esterno	711,00	5	20	15	1886,27
Locale tecnico/Esterno	191,20	5	16	11	371,98
Spogliatoi/Esterno	559,30	5	20	15	1483,81
Servizi/Esterno	221,40	5	22	17	665,69
Corridoio/Esterno	519,30	5	20	15	1377,69
Palestra/Esterno T.	1955,50	14	28	14	6760,72
Locale tecnico/Esterno T.	844,00	14	16	2	416,85
Spogliatoi/Esterno T.	559,30	14	20	6	828,71
Servizi/Esterno T.	225,60	14	22	8	445,69
Corridoio/Esterno T.	519,30	14	20	6	769,44
Totale					19210,59

Tab. 20

Calcolo dei carichi di trasmissione invernali per il palazzetto dello sport

Q_{tr} invernali totali
52,80 kW

Calcolo Q_t - Estivi
Palazzetto dello sport

Struttura verticale Ambiente	Superficie (m ²)	T°esterno (°C)	T°interno (°C)	ΔT (°C)	$Q_{tr} = Hd * \Delta T$ (W)
Palestra/Esterno	214,50	33	28	5	165,97
Palestra/Esterno	64,74	28	14	14	278,53
Palestra/Esterno 3	46,40	33	28	5	65,46
Finestra/Esterno	64,80	33	28	5	356,40
Locale tecnico/Palestra	154,22	28	26	2	21,71
Locale tecnico/Esterno 3	46,94	33	26	7	92,71
Locale tecnico/Esterno 2	68,28	16	14	2	41,97
Infermeria/Esterno 3	59,00	33	26	7	116,53
Infermeria/Esterno 2	35,40	26	14	12	130,54
Spogliatoi/Esterno 3	75,80	33	26	7	149,71
Spogliatoi/Esterno 2	267,27	26	14	12	985,61
Corridoio/Esterno 2	76,20	26	14	12	281,00
Servizi/Esterno 2	76,19	28	14	14	327,79
Corridoio/Servizi	213,70	28	26	2	49,74
Corridoio/Locale tecnico	111,72	28	26	2	11,22
Servizi/Locale tecnico	356,41	28	26	2	50,18
Spogliatoi/Servizi	71,14	28	26	2	10,02
Locale tecnico/Spogliatoio	1247,33	33	26	7	13096,94
Teca	313,91	26	26	0	0,00
Palestra/Corridoio	61,74	28	26	2	14,37
Totale					16246,40

Tab. 21
Calcolo dei carichi di trasmissione estivi per il palazzetto dello sport

Solai Ambiente	Superficie (m ²)	T°esterno (°C)	T°interno (°C)	ΔT (°C)	Q _{tr} = Hd * ΔT (W)
Copertura/Esterno	1875,70	33	28	5	913,85
Palestra/Esterno	711,00	33	28	5	628,76
Locale tecnico/Esterno	191,20	33	26	7	236,72
Spogliatoi/Esterno	559,30	33	26	7	692,45
Servizi/Esterno	221,40	33	28	5	195,79
Corridoio/Esterno	519,30	33	26	7	642,92
Palestra/Esterno T.	1955,50	28	14	14	6760,72
Locale tecnico/Esterno T.	844,00	26	14	12	2501,10
Spogliatoi/Esterno T.	559,30	26	14	12	1657,42
Servizi/Esterno T.	225,60	28	14	14	779,96
Corridoio/Esterno T.	519,30	26	14	12	1538,89
Totale					16548,60

Tab. 22

Calcolo dei carichi di trasmissione estivi per il palazzetto dello sport

Q_{tr} invernali totali
32,80 kW

Calcolo Q_t - Inverno
Piscina per apnea

Struttura verticale Ambiente	Superficie (m ²)	T°esterno (°C)	T°interno (°C)	ΔT (°C)	$Q_{tr} = Hd * \Delta T$ (W)
Centro benessere/Esterno	214,50	5	28	23	763,44
Finestra/Esterno	89,90	5	28	23	2275,48
Centro benessere/Esterno 3	55,00	5	28	23	356,92
Centro benessere/Esterno 2	3,80	14	28	14	16,35
Locale tecnico/Esterno 3	48,20	5	16	11	149,60
Locale tecnico/Esterno 2	847,90	14	16	2	521,16
Spogliatoi/Esterno 3	38,60	5	20	15	163,37
Spogliatoi/Esterno 2	105,90	14	20	6	195,17
Corridoio/Esterno 3	117,40	5	20	15	496,87
Corridoio/Esterno 2	365,50	14	20	6	673,93
Palestra/Esterno 3	29,40	14	20	6	54,21
Servizi/Esterno 2	27,70	14	22	8	68,15
Servizi/Centro benessere	538,00	16	28	12	324,07
Servizi/Centro benessere	89,70	22	28	6	27,02
Locale tecnico/Spogliatoio	280,70	16	20	4	56,37
Spogliatoio/Servizi	527,50	20	22	2	52,96
Servizi/Corridoio	109,50	20	22	2	25,47
Corridoio/Locale tecnico	234,80	16	20	4	109,28
Palestra/Corridoio	123,50	20	20	0	0,00
Locale tecnico/Palestra	27,10	16	20	4	5,45
Locale tecnico/Servizi	174,00	16	22	6	52,40
Spogliatoio/Palestra	28,40	20	20	0	0,00
Centro benessere/Corridoio	163,00	20	28	8	367,84
Teca	1247,30	5	28	23	43032,82
Totale					49788,30

Tab. 23
Calcolo dei carichi di trasmissione invernali per la piscina per apnea

Solai Ambiente	Superficie (m ²)	T°esterno (°C)	T°interno (°C)	ΔT (°C)	Q _{tr} = Hd * ΔT (W)
Copertura/Esterno	1875,70	5	28	23	4203,73
Centro benessere/Esterno	971,10	5	28	23	3884,93
Spogliatoio/Esterno	729,00	5	20	15	1902,00
Servizi/Esterno	311,40	5	22	17	920,79
Locale tecnico/Esterno	169,10	5	16	11	323,54
Corridoio/Esterno	459,10	5	20	15	1197,82
Locale tecnico/Esterno	426,40	16	28	12	1021,62
Corridoio/Interno	420,30	20	28	8	671,34
Palestra/Esterno	198,00	5	20	15	516,59
Centro benessere/Esterno T.	1575,10	14	28	14	5445,57
Spogliatoio/Esterno T.	729,00	14	20	6	1080,15
Servizi/Esterno T.	310,10	14	22	8	612,63
Locale tecnico/Esterno T.	1155,00	14	16	2	570,45
Corridoio/Esterno T.	672,30	14	20	6	996,14
Palestra/Esterno T.	198,00	14	28	14	684,54
Totale					24031,80

Tab. 24

Calcolo dei carichi di trasmissione invernali per la piscina per apnea

Q_{tr} invernali totali
73,80 kW

Calcolo Q_t - Estate

Piscina per apnea

Struttura verticale Ambiente	Superficie (m ²)	T°esterno (°C)	T°interno (°C)	ΔT (°C)	$Q_{tr} = Hd * \Delta T$ (W)
Centro benessere/Esterno	214,50	33	28	5	165,97
Finestra/Esterno	89,90	33	28	5	494,67
Centro benessere/Esterno 3	55,00	33	28	5	77,59
Centro benessere/Esterno 2	3,80	28	14	14	16,35
Locale tecnico/Esterno 3	48,20	33	26	7	95,20
Locale tecnico/Esterno 2	847,90	26	14	12	3126,97
Spogliatoi/Esterno 3	38,60	33	26	7	76,24
Spogliatoi/Esterno 2	105,90	26	14	12	390,34
Corridoio/Esterno 3	117,40	33	26	7	231,87
Corridoio/Esterno 2	365,50	26	14	12	1347,86
Palestra/Esterno 3	29,40	33	28	5	45,17
Servizi/Esterno 2	27,70	28	14	14	119,26
Loc. tecnico/Centro ben.	538,00	28	26	2	54,01
Servizi/Centro benessere	89,70	28	26	2	9,01
Locale tecnico/Spogliatoio	280,70	26	26	0	0,00
Spogliatoio/Servizi	527,50	28	26	2	52,96
Servizi/Corridoio	109,50	28	26	2	25,47
Corridoio/Locale tecnico	234,80	26	26	0	0,00
Palestra/Corridoio	123,50	28	26	2	28,74
Locale tecnico/Palestra	27,10	28	26	2	2,72
Locale tecnico/Servizi	174,00	28	26	2	17,47
Spogliatoio/Palestra	28,40	28	26	2	2,85
Centro benessere/Corridoio	163,00	28	26	2	91,96
Teca	1247,30	33	28	5	9354,96
Totale					15827,60

Tab. 25

Calcolo dei carichi di trasmissione estivi per la piscina per apnea

Solai Ambiente	Superficie (m ²)	T°esterno (°C)	T°interno (°C)	ΔT (°C)	Q _{tr} = Hd * ΔT (W)
Copertura/Esterno	1875,70	33	28	5	913,85
Centro benessere/Esterno	971,10	33	28	5	844,55
Spogliatoio/Esterno	729,00	33	26	7	887,60
Servizi/Esterno	311,40	33	28	5	270,82
Locale tecnico/Esterno	169,10	33	26	7	205,89
Corridoio/Esterno	459,10	33	26	7	558,98
Locale tecnico/Esterno	426,40	28	26	2	170,27
Corridoio/Interno	420,30	28	26	2	167,83
Palestra/Esterno	198,00	33	28	5	172,20
Centro benessere/Esterno T.	1575,10	28	14	14	5445,57
Spogliatoio/Esterno T.	729,00	26	14	12	2160,31
Servizi/Esterno T.	310,10	28	14	14	1072,10
Locale tecnico/Esterno T.	1155,00	26	14	12	3422,71
Corridoio/Esterno T.	672,30	26	14	12	1992,29
Palestra/Esterno T.	198,00	28	14	14	684,54
Totale					18969,52

Tab. 26

Calcolo dei carichi di trasmissione estivi per la piscina per apnea

Q_{tr} estivi totali
34,80 kW

3.4 I CARICHI SOLARI

I **carichi solari** vengono considerati solo per la condizione estiva, in quanto l'apporto di calore proveniente dal sole costituisce un fattore peggiorativo solo per la climatizzazione estiva.

Per la determinazione degli apporti solari sono state calcolate, inizialmente, le aree delle superfici vetrate e, successivamente, altre tre componenti: l'irradianza, il fattore solare e il fattore di accumulo.

La formula utilizzata è:

$$Q_{\text{sol}} = I_{t,\text{max}} \cdot S_{\text{vetrate}} \cdot FS_{\text{tot}} \cdot f_{\text{accumulo}}$$

dove:

- $I_{t,\text{max}}$: valore massimo giornaliero dell'irradianza solare relativa all'elemento nel mese di giugno³ [W/m²];
- S_{vetrate} : area delle superfici vetrate che fanno parte dell'elemento [m²];
- FS_{tot} : fattore solare complessivo, che dipende dal tipo di vetro e dall'eventuale presenza di aggetti e

schermature;

- f_{accumulo} : dipende dal rapporto tra la massa dell'edificio e la superficie di pavimento;
- i fattori $I_{t,\text{max}}$, FS_{tot} ed f_{accumulo} sono ricavati da apposite tabelle presenti in normativa.

Irradianza massima giornaliera	I_{diretta} (W/m ²)
Nord-Est	614 W/m ²
Ovest	787 W/m ²
Sud-Ovest	621 W/m ²
Est	787 W/m ²

Il carico solare, calcolato per ogni elemento trasparente e per ogni orientamento, corrisponde al calore che penetra nell'edificio a causa della radiazione solare.

Di seguito vengono riportati i calcoli in merito ai carichi solari.

3.

Si considerano i valori di irradianza solare massima estiva incidente su superfici verticali [W/m²] contenuti all'interno della [UNI10349-2:2016]

Tab. 27

Irradianza massima giornaliera per ogni orientamento

Calcolo $I_{t,max}$

$I_{t,max}$ - Valore massimo giornaliero dell'irradianza solare incidente sulla superficie a giugno

PALAZZETTO DELLO SPORT - PT

Nord-Est 614 W/m²

PALAZZETTO DELLO SPORT - P1

Nord-Est 614 W/m²

Ovest 787 W/m²

Sud-Ovest 621 W/m²

Est 787 W/m²

PISCINA PER APNEA - PT

Nord-Est 614 W/m²

PISCINA PER APNEA - P1

Nord-Est 614 W/m²

Ovest 787 W/m²

Sud-Ovest 621 W/m²

Est 787 W/m²

Tab. 28

Valore massimo giornaliero dell'irradianza solare incidente sulla superficie nel mese di giugno

Calcolo s_{vetrate}

S_{vetrate} - Area delle superfici vetrate

PALAZZETTO DELLO SPORT - PT

Nord-Est 70,50 m²

PALAZZETTO DELLO SPORT - P1

Nord-Est 228,60 m²

Ovest 228,60 m²

Sud-Ovest 228,60 m²

Est 228,60 m²

PISCINA PER APNEA - PT

Nord-Est 70,50 m²

PISCINA PER APNEA - P1

Nord-Est 228,60 m²

Ovest 228,60 m²

Sud-Ovest 228,60 m²

Est 228,60 m²

Tab. 29
Area delle superfici vetrate

Calcolo f_{accumulo}

Orientamento	Tipo di involucro	Massa per m ³ di pavimento [kg/m ²]	f_{accumulo}^4
S	leggero	< 300	0,75
	medio	300-600	0,57
	pesante	>600	0,51
SO	leggero	< 300	0,78
	medio	300-600	0,50
	pesante	>600	0,43
O	leggero	< 300	0,49
	medio	300-600	0,30
	pesante	>600	0,27
NO	leggero	< 300	0,27
	medio	300-600	0,19
	pesante	>600	0,17
N	leggero	< 300	0,97
	medio	300-600	0,76
	pesante	>600	0,69
NE	leggero	< 300	0,16
	medio	300-600	0,21
	pesante	>600	0,22
E	leggero	< 300	0,18
	medio	300-600	0,25
	pesante	>600	0,26
SE	leggero	< 300	0,32
	medio	300-600	0,36
	pesante	>600	0,35

Tab. 30

Calcolo del fattore di accumulo

4.

Da calcolare dividendo la massa complessiva di pareti e solai per la superficie calpestabile di pavimento. Il calcolo deve essere effettuato non rispetto al locale considerato, ma rispetto all'unità immobiliare o all'intero edificio. Il fattore di accumulo indicato nella tabella seguente si riferisce alle ore 15.00, seguendo un calcolo semplificato che altrimenti dovrebbe essere effettuato ora per ora.

	Massa strato (kg/m ²)	Superficie (m ²)	Massa parete (kg/m ²)
1. Chiusura verticale opaca controterra			
Strato coibente in lana di roccia	9,30		
Intonaco rustico	12,00		
Setto in c.a.	910,00		
Lastre accoppiate in cartongesso	13,30		
Totale	945,00	252,00	238039,20
2. Chiusura verticale opaca			
Strato coibente in lana di roccia	9,30		
Intonaco rustico	12,00		
Paramento in blocchi laterizi	309,00		
Lastre accoppiate in cartongesso	13,30		
Totale	343,60	257,50	88477,00
3. Solaio di copertura dell'aula			
Aggraffatura doppia PREFALZ	3,00		
Isolamento in poliuretano espanso	30,00		
Soletta piena in c.a.	470,00		
Totale	503,00	1875,75	943502,25
4. Solaio di interpiano della piscina			
Lapitec	2,40		
Massetto per la ripartizione dei carichi	920,00		
Strato coibente	14,00		
Massetto impiantistico	40,00		
Soletta piena in c.a.	390,00		
Lastra in cartongesso	15,00		
Totale	553,40	808,10	447202,54

	Massa strato (kg/m ²)	Superficie (m ²)	Massa parete (kg/m ²)
5. Solaio di interpiano del palazzetto			
Pavimento finito	20,00		
Massetto in calcestruzzo alleggerito	28,00		
Strato coibente	2,80		
Massetto per la ripartizione dei carichi	92,00		
Massetto impiantistico	44,00		
Soletta piena in c.a.	390,00		
Lastra cartongesso	15,00		
Totale	591,80	438,50	259504,30
F1 - Sistema per facciata Schüco FWS50	25	718,40	17960,00
F2 - Sistemi scorrevoli Schüco ASE60	2	65,50	131,04
Acqua piscina	5000	1067,60	5338000,00

Tab. 31

Tab. 31

Calcolo delle masse e delle superfici di solai e pareti

	Massa totale	Superficie calpestabile	Massa per m ² di pavimento
Palazzetto dello sport	1547613,80 kg/m ²	1875,80 m ²	825,10 kg/m ²
Piscina per apnea	7073312,00 kg/m ²	1875,80 m ²	3770,90 kg/m ²

Tab. 32

Tabella di sintesi

Tab. 32

Calcolo FS_{tot}

Tipo di vetro	$g_{gl,n}$
Vetro singolo	0,85
Doppio vetro normale	0,75
Doppio vetro con rivestimento basso-emissivo	0,67
Triplo vetro normale	0,70
Triplo vetro con doppio rivestimento basso emissivo	0,50
Doppia finestra	0,75

Tab. 33

Finestra	$g_{gl,n}$	f_{v+s}	% non ombreggiata	FS_{tot}
F1				
Schüco ASE60	0,70	0,90	0,42	0,30
F2				
Schüco FWS50	0,75	1,00	0,65	0,50

Tab. 34

Tab. 33

Fattore solare per diversi vetri

Tab. 34

Calcolo del fattore solare per le due diverse tipologie di chiusure verticali trasparenti

	$I_{t,max}$ (W/m ²)	$S_{vetrate}$ (m ²)	FS_{tot}	$f_{accumulo}$	$Q_{sol,tot}$ (W)
PISCINA - PT	614	70,50	0,5	0,22	4761,60
Nord-Est					
PISCINA - P1					
Nord-Est	614	228,60	0,3	0,22	9263,80
Ovest	787	228,60	0,3	0,27	14572,60
Sud-Ovest	621	228,60	0,3	0,43	18312,90
Est	787	228,60	0,3	0,26	14032,80
PALAZZETTO DELLO SPORT - PT					
Nord-Est	614	70,50	0,5	0,22	4761,60
PALAZZETTO DELLO SPORT - P1					
Nord-Est	614	228,60	0,3	0,22	9263,80
Ovest	787	228,60	0,3	0,27	14572,60
Sud-Ovest	621	228,60	0,3	0,43	18312,90
Est	787	228,60	0,3	0,26	14032,80

Tab. 35

Calcolo dei carichi solari
totali

Q_{sol} totale
60,90 kW

3.5 I CARICHI ENDOGENI

I **carichi endogeni** Q_e sono valutati solo per la condizione estiva in quanto costituiscono un apporto peggiorativo al comfort termogrametrico. Nei mesi invernali, al contrario, producendo calore all'interno dell'ambiente, migliorano il comfort.

I carichi endogeni sono definiti dalla somma di più carichi termici, ovvero: la potenza termica generata dalle persone, le potenze elettriche installate per i macchinari e per l'illuminazione.

$$Q_e = Q_{\text{utenti}} + Q_{\text{macchinari}} + Q_{\text{illuminazione}}$$

In particolare, il Q_{utenti} viene calcolato come il prodotto tra il numero di persone presenti all'interno di ogni edificio e la potenza termica generata da ogni individuo, assunta pari a 50 W/persona⁵.

Il $Q_{\text{macchinari}}$ si definisce come il prodotto tra la potenza unitaria di ciascun macchinario, la loro quantità e un coefficiente di

riduzione, associato al reale utilizzo.

Infine, il $Q_{\text{illuminazione}}$ si quantifica come il rapporto tra il flusso luminoso da installare F_L [lm] e l'efficienza luminosa delle lampade E_L [lm/W], il tutto ridotto tramite il fattore di manutenzione $f_m = 0,7$ e il fattore ambiente/utilizzazione $f_u = 0,5$. F_L è stato, a sua volta, calcolato come il prodotto tra l'illuminamento medio di esercizio⁶ $L_{m,ex}$ [lux] e la superficie degli ambienti S_{tot} [m²]. E_L è stato, invece, desunto dalle schede tecniche delle singole lampade scelte.

5.

Il valore relativo alla potenza termica 50W/ persona è ricavato dal materiale delle lezioni fornite dalla docenza.

6.

I valori di illuminamento di esercizio sono ricavati dalla Norma UNI EN 12464-1.

Calcolo $Q_{e,utenti}$
Palazzetto dello sport

	n°	W/persona (W)	Q (W)
Persone	1350	50	67500

Tab. 36

Calcolo $Q_{e,utenti}$
Piscina per apnea

	n°	W/persona (W)	Q (W)
Persone	100	50	5000

Tab. 37

Tab. 36

Calcolo dei carichi endogeni generati dalla presenza di persone all'interno del palazzetto dello sport

Tab. 37

Calcolo dei carichi endogeni generati dalla presenza di persone all'interno della piscina per apnea

Calcolo $Q_{e,illuminazione}$
Palazzetto dello sport

Funzione	Superficie (m ²)	$L_{m,ex}$ (lux)	F_l (lm)	Lampada
Palestra	2576	300	772800	Philip Gentle Space gen2
Locale tecnico	149	100	14900	Philips CoreLine Regletta
Ufficio	95	300	28500	Philips LuxSpace
Servizi	270	200	54000	Philips LuxSpace
Corridoio	459	100	45900	Philips TrueLine
Spogliatoio	483	200	96600	Philips LuxSpace

E_l (lm/W)	f_m	f_u (lux)	$Q_{lampada}$ (W)	$Q_{da\ installare}$ (W)	n°lampade
155	0,70	0,50	110	14245,20	130
128			18	40,70	2
113			23	88,30	4
113			23	167,30	7
121			40	132,80	4
113			23	299,20	13

Totale $Q_{da\ installare}$
8136,20 W

Tab. 38
Calcolo dei carichi endogeni generati dall'illuminazione per il palazzetto dello sport

Calcolo $Q_{e,illuminazione}$
Piscina per apnea

Funzione	Superficie (m ²)	$L_{m,ex}$ (lux)	F_I (lm)	Lampada
Piscina	2738	300	821400	Philip Gentle Space gen2
Locale tecnico	619	100	61900	Philips CoreLine Regletta
Servizi	263	200	52600	Philips LuxSpace
Corridoio	690	100	69000	Philips TrueLine
Spogliatoio	668	200	133600	Philips LuxSpace
Palestra	200	300	60000	Philips LuxSpace

E_I (lm/W)	f_m	f_u (lux)	$Q_{lampada}$ (W)	$Q_{da\ installare}$ (W)	n°lampade
155	0,70	0,50	110	15141,00	110
128			18	169,30	18
113			23	162,990	23
121			40	199,60	40
113			23	413,80	23
113			23	185,80	23

Tab. 39

Calcolo dei carichi endogeni generati dall'illuminazione per la piscina per apnea

Totale $Q_{da\ installare}$
8136,20 W

Calcolo $Q_{e,macchinari}$
Palazzetto dello sport

Macchinario	Quantità	Coeff. riduzione	$Q_{unitaria}$ (W)	Q_{totale} (W)
Ascensore	0	0,10	3000	0
Asciugamani	12		700	840
Asciugacapelli	60		600	3600
Aspiratore bagno	40		90	360
Computer	4		200	80
Fotocopiatrice	3		500	100
Lavastoviglie	0		400	0
Frigorifero	0		300	0
Televisione	0		200	0
Distributore	4		700	280
Totale				5260

Totale $Q_{da\ installare}$
80,20 kW

Tab. 40
Calcolo dei carichi endogeni generati dai macchinari per il palazzetto dello sport

Calcolo $Q_{e,macchinari}$
Piscina per apnea

Macchinario	Quantità	Coeff. riduzione	$Q_{unitaria}$ (W)	Q_{totale} (W)
Ascensore	14	0,10	3000	1200
Asciugamani	70		700	980
Asciugacapelli	46		600	4200
Aspiratore bagno	4		90	414
Computer	2		200	80
Fotocopiatrice	0		500	100
Lavastoviglie	0		400	0
Frigorifero	0		300	0
Televisione	4		200	0
Distributore			700	280
Totale				7254

Tab. 41

Calcolo dei carichi endogeni generati dai macchinari per la piscina per apnea

Totale $Q_{da\ installare}$
20,40 kW

3.6 SINTESI

PALAZZETTO DELLO SPORT

Inverno

$Q_{\text{ventilazione}}$ (kW)	$Q_{\text{trasmissione}}$ (kW)	Q_{solare} (kW)	Q_{endogeni} (kW)	$Q_{\text{riscaldamento}}$ (kW)
310,74	52,79	0,00	0,00	363,52

Estate

$Q_{\text{ventilazione}}$ (kW)	$Q_{\text{trasmissione}}$ (kW)	Q_{solare} (kW)	Q_{endogeni} (kW)	$Q_{\text{raffrescamento}}$ (kW)
947,90	32,80	60,94	80,25	1121,87

Tab. 42
Tabella di sintesi

PISCINA PER APNEA

Inverno

$Q_{\text{ventilazione}}$ (kW)	$Q_{\text{trasmissione}}$ (kW)	Q_{solare} (kW)	Q_{endogeni} (kW)	$Q_{\text{riscaldamento}}$ (kW)
256,80	73,70	0,00	0,00	330,50

Estate

$Q_{\text{ventilazione}}$ (kW)	$Q_{\text{trasmissione}}$ (kW)	Q_{solare} (kW)	Q_{endogeni} (kW)	$Q_{\text{raffrescamento}}$ (kW)
292,07	34,80	60,94	20,40	408,20

Tab. 43
Tabella di sintesi

04

LA CENTRALE TERMO-FRIGORIFERA

4.1 LA PROGETTAZIONE

Dopo aver calcolato i carichi termici estivi e invernali, si è proceduto con il dimensionamento dei **macchinari di generazione termica** ad alta efficienza.

Data la vicinanza al mare, si è scelto di adottare un sistema geotermico. Le macchine utilizzate sono **pompe di calore acqua-acqua** reversibili che estraggono calore dall'acqua del mare e lo cedono a quella dell'impianto. Tuttavia, le condizioni di salinità e il contatto prolungato con l'acqua salmastra, rendono necessario l'impiego di materiali resistenti alla corrosione.

Il trasferimento di energia termica da una sorgente a temperatura più bassa a una a temperatura più alta avviene tramite un ciclo termodinamico inverso, le cui fasi sono:

- Prelievo di calore dalla sorgente fredda (**evaporatore**);
- Compressione del fluido (**compressore**);
- Cessione di calore al pozzo caldo (**condensatore**);
- Espansione del fluido (**valvola di espansione**).

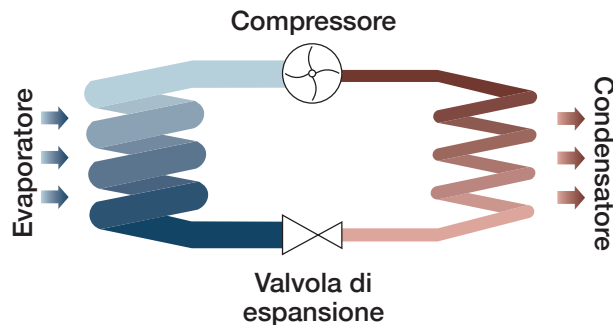


Fig. 22
Schema del funzionamento della pompa di calore

Le pompe di calore alimentano le diverse unità di trattamento dell'aria che gestiscono: la ventilazione, il riscaldamento, l'impianto di generazione di acqua calda sanitaria e gli impianti della piscina.

La **centrale termo-frigorifera** è unica per ogni edificio. Essa è posta interrata, ma risulta essere facilmente accessibile tramite botole.

Ogni centrale termo-frigorifera si compone di quattro pompe di calore e due di riserva, utilizzabili in caso di guasti o imprevisti. Inoltre, la presenza in sovrannumero dei macchinari ne consente un impiego ciclico, riducendo l'usura complessiva di ogni macchina. Il modello di pompa di calore scelto è **AERMEC WS**, presente nel progetto nelle categorie **WS1602** e **WS2202**.

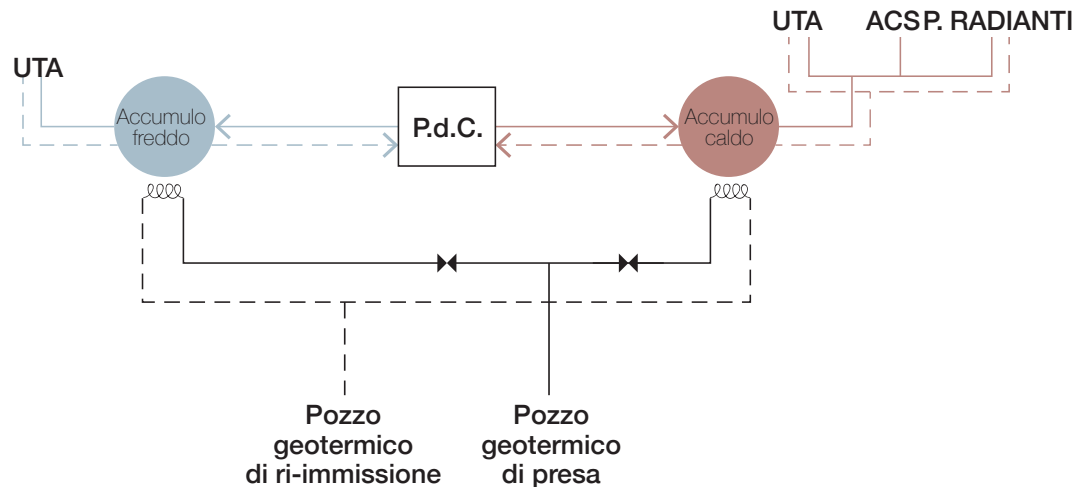


Fig. 23
Schema del funzionamento del sistema di generazione termica del progetto

05

L'IMPIANTO DI ACQUA CALDA SANITARIA

5.1 LA PRODUZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA

Per il dimensionamento del **generatore di acqua calda sanitaria** si è proceduto con il calcolo della portata d'acqua necessaria. Inizialmente, è stato individuato il numero di utenze (lavandini e docce) presenti in entrambi gli edifici. Questo dato è stato, poi, moltiplicato per il calore specifico dell'acqua e per la temperatura di 25°C al fine di trovare il fabbisogno massimo di acqua calda.

A ogni pompa di calore è abbinato un **gruppo di accumulo AERMEC SAP 2500 o 3500** che permette di limitare i cicli di accensione e spegnimento dell'impianto e, dunque, ottimizzarne il rendimento.

La presenza di **vasche natatorie** all'interno dell'edificio della piscina ha richiesto un particolare approccio per la stima dei consumi termici e quindi della potenza dei generatori. È, infatti, stato necessario considerare il ricambio ciclico dell'acqua e il suo

alto calore specifico che richiede, dunque, maggiore energia per subire una variazione di temperatura. Inoltre, la temperatura dell'acqua è superiore a quello dell'ambiente, per cui si ha una trasmissione dei carichi termici agli ambienti circostanti attraverso l'aria e le pareti della vasca.

Per compensare questa serie di perdite occorre reintegrare l'acqua ed il calore perso attraverso apposite **vasche di accumulo**, il cui volume totale può arrivare sino a un quarto del volume d'acqua totale delle vasche.

La produzione di acqua calda sanitaria avviene tramite un **sistema localizzato** per il Palazzetto dello Sport e **centralizzato** per la Piscina per apnea. La scelta di differenziare i due sistemi è stata dettata dall'esigenza di garantire flessibilità e adattabilità.

Nel Palazzetto dello sport, il modello scelto è **AERMEC WS 1402**, mentre nella Piscina per apnea è **AERMEC WS 1602**.

Di seguito vengono riportati i calcoli in merito al dimensionamento delle pompe di calore necessarie alla produzione di acqua calda sanitaria.

Calcolo Q_{ACS}
Palazzetto dello sport

Elementi	n° utenze	Portata (l/s)	Coeff. cont.
Lavandini	40	0,10	0,60
Docce	44	0,20	0,60

Portata _{TOTALE} (l/s)	$C_{p,H2O}$ (J/kg*K)	ΔT (°C)	Q (W)
2,40	4186	25	251160
5,28	4186	25	552552

Totale Q_{ACS}
929 kW

Tab. 44
Calcolo della produzione di
acqua calda sanitaria per il
palazzetto dello sport

Calcolo Q_{ACS}
Piscina per apnea

Elementi	n° utenze	Portata (l/s)	Coeff. cont.
Lavandini	40	0,10	0,60
Docce	54	0,20	0,60

Portata _{TOTALE} (l/s)	C_{p,H_2O} (J/kg*°K)	ΔT (°C)	Q (W)
2,40	4186	25	251160
6,48	4186	25	678132

Tab. 45

Calcolo della produzione di acqua calda sanitaria per la piscina per apnea

Totale Q_{ACS}
929 kW

06

L'IMPIANTO DI VENTILAZIONE MECCANICA

6.1 IL DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO UTA

Per entrambi gli edifici è stato necessario prevedere un **impianto di Ventilazione Meccanica Controllata** al fine di garantire buone condizioni di comfort termo-igrometrico e un adeguato controllo della qualità dell'aria.

Per la progettazione dell'impianto aeraulico si è tenuto conto dei diversi valori di temperatura e umidità relativa degli ambienti interni. In primo luogo, la superficie di entrambi gli edifici è stata suddivisa in macro zone in base alle affinità funzionali degli spazi. Successivamente, si è calcolata la portata d'aria nominale necessaria alla ventilazione, data dal prodotto tra la superficie **S** del vano considerato, la sua altezza **H** e il valore di **ricambio d'aria**⁷. Per la piscina e per gli spazi del centro benessere, si è tenuto in considerazione il numero di utenti.

Una volta definita la portata d'aria, è

stato possibile dimensionare le macchine e procedere al loro posizionamento nei locali tecnici posti nel basamento.

I canali verticali e orizzontali aeraulici sono stati disposti all'interno di cavedi impiantistici e controsoffitti. L'unica eccezione riguarda l'aula, dove sono stati previsti impianti a vista.

Nel Palazzetto dello Sport sono state scelte tre tipologie di unità di trattamento dell'aria, del modello **Vortice RWH/Hi**. Allo stesso modo, nella Piscina per apnea si individuano tre tipologie di macchinari del modello **Vortice SXH/HP**, studiato appositamente per locali caratterizzati da un alto grado di evaporazione dell'acqua e un alto tasso di umidità.

Le Unità di Trattamento dell'Aria sono responsabili della ventilazione meccanica e del riscaldamento durante i mesi invernali, mentre durante i mesi estivi consentono il

7.

Valore definito dalla Norma UNI 10339:1995 e dalla Norma CONI n.1379 del 25 giugno 2008.

raffreddamento e la riduzione dell'umidità. Ogni UTA gestisce specifici ambienti, raggruppati in base alle loro funzioni e alle caratteristiche simili di qualità dell'aria.

Oltre al dimensionamento dei canali di emissione dell'aria pulita, si sono dimensionati anche quelli di ripresa, la cui portata è pari a quella di mandata sottratta del 10%.

Di seguito vengono riportate in pianta le suddivisioni delle zone di pertinenza associate alle diverse unità di ventilazione meccanica. Il criterio adottato è stato quello di destinare ad ogni unità una o più zone con necessità funzionali e di qualità dell'aria affini.

6.2 PALAZZETTO DELLO SPORT

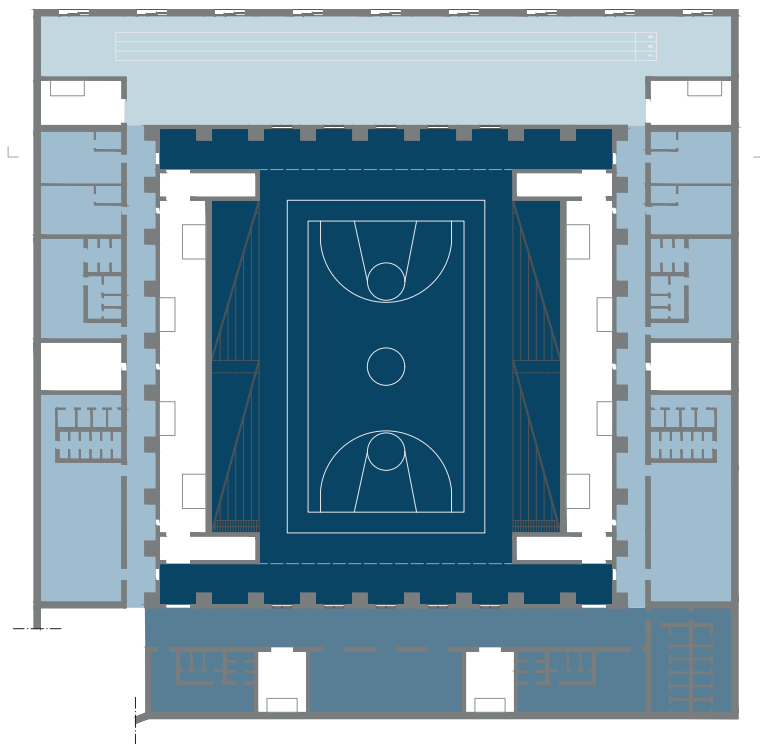


Fig. 24
Palazzetto dello sport
Piano terra con suddivisione
delle UTA

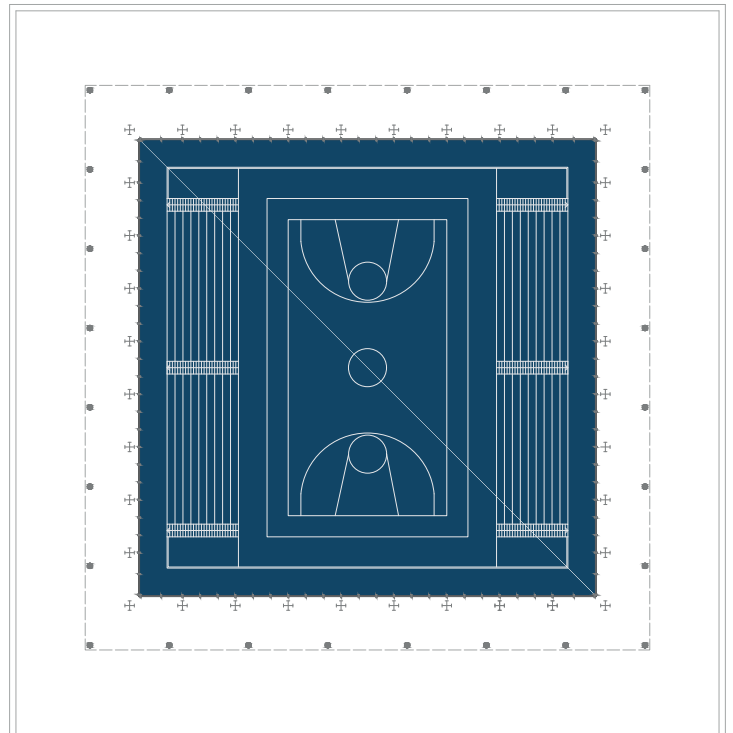


Fig. 25
Palazzetto dello sport
Piano primo con suddivisio-
ne delle UTA

■ UTA 4

UTA 1

Ambiente	Superficie (m ²)	Altezza (m)	Ricambi aria (vol/h)	Portata (m ³ /h)	V _{max,aria} (m/s)	Area canale (m ²)
Palestra	624,80	3,15	3,00	5940,36	3,00	0,60
Totale				5940,36		0,60

Modello	Dimensioni	n° UTA
Vortice RWH/Hi 031	H 1300 x W 1500 x L 3250	2

Ramificazioni

Ambiente	Superficie (m ²)	Altezza (m)	Ricambi aria (vol/h)	Portata (m ³ /h)	V _{max,aria} (m/s)	Area canale (m ²)
Palestra	624,80	3,15	3,00	5940,36	3,00	0,55

Tab. 46
 Informazioni relative all'Unità
 di Trattamento dell'Aria

UTA 2

Ambiente	Superficie (m ²)	Altezza (m)	Ricambi aria (vol/h)	Portata (m ³ /h)	V _{max,aria} (m/s)	Area canale (m ²)
Docce	52,00	3,15	8,00	1310,40	3,00	0,12
Corridoio	519,30	3,15	1,50	2453,69	3,00	0,23
Servizi igienici	65,60	3,15	5,00	1033,20	3,00	0,10
Spogliatoio	340,80	3,15	5,00	5367,60	3,00	0,50
Infermeria	135,00	3,15	4,00	1701,00	3,00	0,16
Totale				11865,89		

Modello	Dimensioni	n° UTA
Vortice RWH/Hi 031	H 1300 x W 1500 x L 3250	4

Ramificazioni

Ambiente	Superficie (m ²)	Altezza (m)	Ricambi aria (vol/h)	Portata (m ³ /h)	V _{max,aria} (m/s)	Area canale (m ²)
Servizi 1	4,50	3,15	5,00	70,88	3,00	0,01
Servizi 2	13,40	3,15	5,00	211,05	3,00	0,02
Servizi 3	3,20	3,15	5,00	50,40	3,00	0,01
Servizi 4	2,40	3,15	5,00	37,80	3,00	0,01
Spogliatoio 1	46,60	3,15	5,00	733,95	3,00	0,07
Spogliatoio 2	123,90	3,15	5,00	1951,43	3,00	0,18
Docce 1	10,60	3,15	8,00	267,12	3,00	0,02
Docce 2	15,40	3,15	8,00	388,08	3,00	0,04
Infermeria 1	34,90	3,15	4,00	439,74	3,00	0,04
Infermeria 2	32,60	3,15	4,00	410,76	3,00	0,04
Soccorso	519,30	3,15	1,50	2453,69	3,00	0,23

Tab. 47
 Informazioni relative all'Unità
 di Trattamento dell'Aria

UTA 3

Ambiente	Superficie (m ²)	Altezza (m)	Ricambi aria (vol/h)	Portata (m ³ /h)	V _{max,aria} (m/s)	Area canale (m ²)
Palestra	86,20	3,15	3,00	814,59	3,00	0,08
Servizi igienici	93,20	3,15	5,00	1467,90	3,00	0,14
Spogliatoio	83,30	3,15	5,00	1311,98	3,00	0,12
Docce	14,80	3,15	8,00	372,96	3,00	0,03
Totale				3967,43		0,40

Modello	Dimensioni	n° UTA
Vortice RWH/Hi 021	H 1270 x W 1350 x L 2900	2

Ramificazioni

Ambiente	Superficie (m ²)	Altezza (m)	Ricambi aria (vol/h)	Portata (m ³ /h)	V _{max,aria} (m/s)	Area canale (m ²)
Servizi 1	4,20	3,15	5,00	66,15	3,00	0,01
Servizi 2	1,90	3,15	5,00	29,93	3,00	0,01
Servizi 3	3,20	3,15	5,00	50,40	3,00	0,01
Servizi 4	2,10	3,15	5,00	33,08	3,00	0,01
Servizi 5	21,70	3,15	5,00	341,78	3,00	0,03
Spogliatoio 1	34,90	3,15	5,00	549,68	3,00	0,05
Spogliatoio 2	48,40	3,15	5,00	762,30	3,00	0,07
Palestra 1	86,20	3,15	3,00	814,59	3,00	0,08
Docce 1	7,40	3,15	8,00	186,48	3,00	0,02

Tab. 48
 Informazioni relative all'Unità
 di Trattamento dell'Aria

UTA 4

Ambiente	Superficie (m ²)	Altezza (m)	Ricambi aria (vol/h)	Portata (m ³ /h)	V _{max,aria} (m/s)	Area canale (m ²)
Palestra	1355,40	12,50	1350	54000,00	3,00	5,00
Totale				54000,00		5,00

Modello	Dimensioni	n° UTA
Vortice RWH/Hi 132	H 2200 x W 2280 x L 3300	4

Tab. 49
 Informazioni relative all'Unità
 di Trattamento dell'Aria

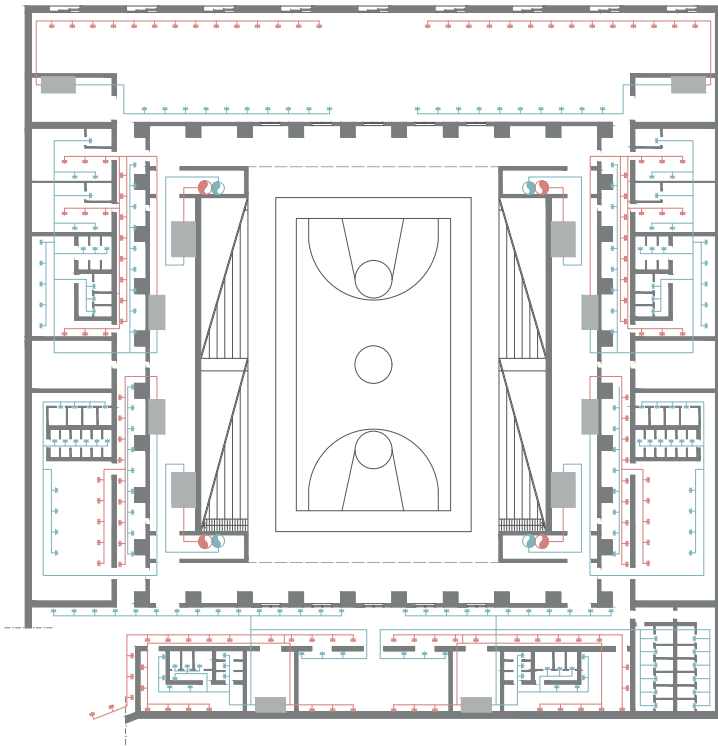


Fig. 26
Palazzetto dello sport
Piano terra con indicazione
degli impianti

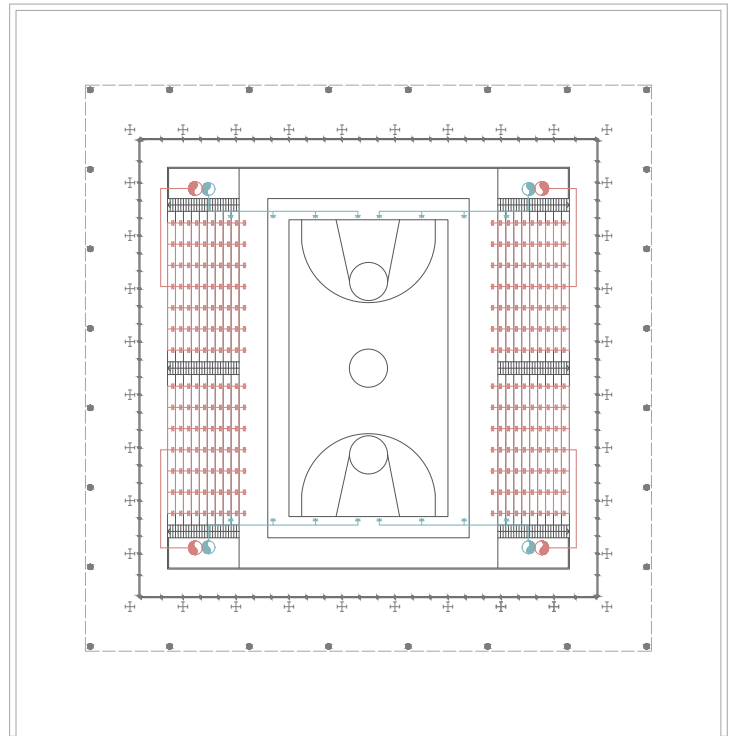
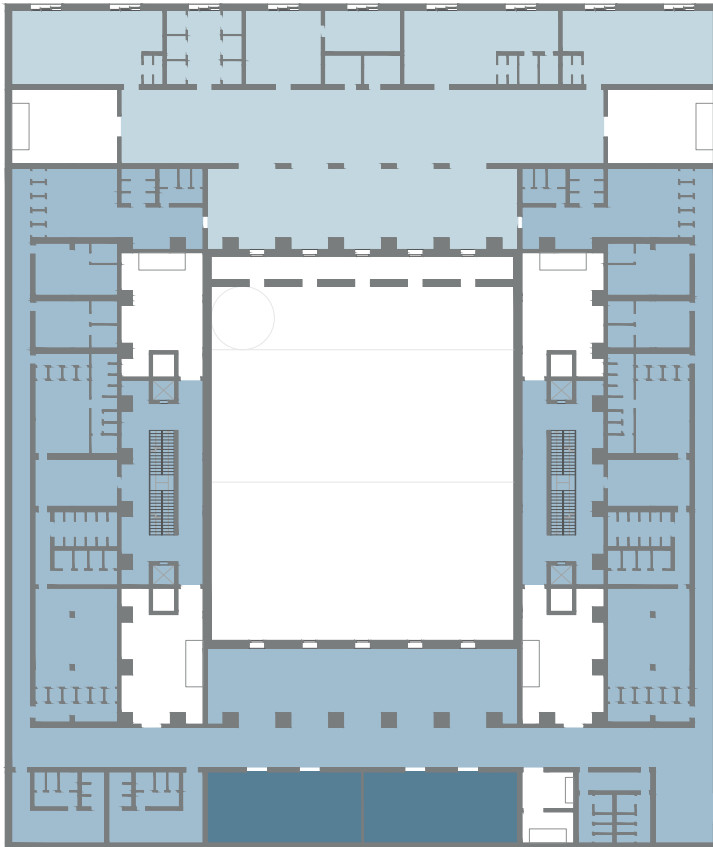


Fig. 27
Palazzetto dello sport
Piano primo con indicazione
degli impianti

6.2 PISCINA PER APNEA



UTA 5 UTA 6 UTA 7

Fig. 28
Piscina per apnea
Piano terra con suddivisione
delle UTA

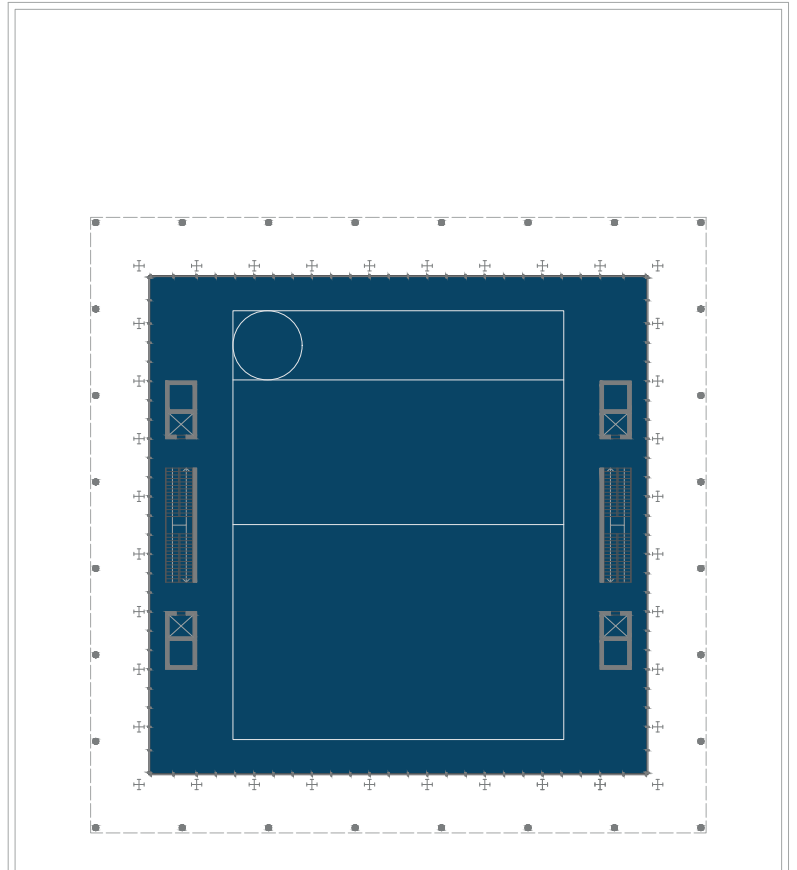


Fig. 29
Piscina per apnea
Piano primo con suddivisione delle UTA

■ UTA 8

UTA 5

Ambiente	Superficie (m ²)	Altezza (m)	Ricambi aria (vol/h)	Portata (m ³ /h)	V _{max,aria} (m/s)	Area canale (m ²)
Spa	971,10	3,15	2,50	7647,41	3,00	0,70
Docce	15,30	3,15	8,00	385,56		0,04
Totale				8032,97		0,74
Modello		Dimensioni		n° UTA		

Vortice SXH/HP 041

h 1550 x w 1650 x l 4400

2

Ramificazioni

Ambiente	Superficie (m ²)	Altezza (m)	Ricambi aria (vol/h)	Portata (m ³ /h)	V _{max,aria} (m/s)	Area canale (m ²)
Spa 1	94,60	3,15	2,50	745,98	3,00	0,07
Spa 2	49,30	3,15	2,50	388,24	3,00	0,04
Spa 3	50,50	3,15	2,50	398,69	3,00	0,04
Spa 4	28,20	3,15	2,50	222,98	3,00	0,02
Spa 5	9,80	3,15	2,50	77,18	3,00	0,01
Spa 6	84,90	3,15	2,50	669,59	3,00	0,06
Spa 7	5,10	3,15	2,50	40,16	3,00	0,004
Spa 8	94,60	3,15	2,50	745,98	3,00	0,07
Spa 9	161,40	3,15	2,50	1271,03	3,00	0,12
Spa 10	108,20	3,15	2,50	852,08	3,00	0,08
Docce	5,10	3,15	8,00	129,52	3,00	0,012

Tab. 50
Informazioni relative all'Unità
di Trattamento dell'Aria

UTA 6

Ambiente	Superficie (m ²)	Altezza (m)	Ricambi aria (vol/h)	Portata (m ³ /h)	V _{max,aria} (m/s)	Area canale (m ²)
Docce	93,60	3,15	8,00	2358,72	3,00	0,20
Corridoio	672,30	3,15	1,50	3176,62	3,00	0,29
Servizi igienici	204,10	3,15	5,00	3214,58	3,00	0,30
Spogliatoio	823,60	3,15	5,00	12971,70	3,00	1,20
Infermeria	124,40	3,15	4,00	1567,44	3,00	0,15
Totale				23289,05		2,21
Modello		Dimensioni		n° UTA		

Vortice SXH/HP 061

H 1700 x W 1650 x L 4400

4

Ramificazioni

Ambiente	Superficie (m ²)	Altezza (m)	Ricambi aria (vol/h)	Portata (m ³ /h)	V _{max,aria} (m/s)	Area canale (m ²)
Spogliatoio 1	89,80	3,15	5,00	1414,35	3,00	0,13
Spogliatoio 2	49,40	3,15	5,00	778,05	3,00	0,07
Spogliatoio 3	35,30	3,15	5,00	555,98	3,00	0,05
Spogliatoio 4	99,40	3,15	5,00	1565,55	3,00	0,14
Spogliatoio 5	34,00	3,15	5,00	535,50	3,00	0,05
Soccorso 1	33,20	3,15	4,00	418,32	3,00	0,04
Soccorso 2	23,40	3,15	4,00	294,84	3,00	0,03
Corridoio 1	41,70	3,15	1,50	197,03	3,00	0,02

Tab. 51

Informazioni relative all'Unità di Trattamento dell'Aria

Ambiente	Superficie (m ²)	Altezza (m)	Ricambi aria (vol/h)	Portata (m ³ /h)	V _{max,aria} (m/s)	Area canale (m ²)
Corridoio 2	207,80	3,15	1,50	981,86	3,00	0,13
Corridoio 3	126,30	3,15	1,50	596,77	3,00	0,07
Servizi 1	13,40	3,15	5,00	211,05	3,00	0,05
Servizi 2	4,90	3,15	5,00	77,18	3,00	0,14
Servizi 3	5,60	3,15	5,00	88,20	3,00	0,05
Servizi 4	13,10	3,15	5,00	206,33	3,00	0,04
Servizi 5	19,30	3,15	5,00	303,98	3,00	0,03
Servizi 6	3,20	3,15	5,00	50,40	3,00	0,02
Servizi 1	2,30	3,15	5,00	36,23	3,00	0,01
Servizi 2	6,00	3,15	5,00	94,50	3,00	0,01
Servizi 3	1,90	3,15	5,00	29,93	3,00	0,01
Servizi 4	6,40	3,15	5,00	100,80	3,00	0,01
Servizi 5	1,50	3,15	5,00	23,63	3,00	0,01
Servizi 6	17,10	3,15	5,00	269,33	3,00	0,02
Docce 1	10,60	3,15	8,00	267,12	3,00	0,02
Docce 2	10,10	3,15	8,00	254,52	3,00	0,02
Docce 3	9,00	3,15	8,00	226,80	3,00	0,02
Docce 4	19,00	3,15	8,00	178,92	3,00	0,04
Docce 5	7,10	3,15	8,00	596,77	3,00	0,02

UTA 7

Ambiente	Superficie (m ²)	Altezza (m)	Ricambi aria (vol/h)	Portata (m ³ /h)	V _{max,aria} (m/s)	Area canale (m ²)
Palestra	198,00	3,15	3,00	1871,10	3,00	0,20
Totale				1871,10		0,20
Modello		Dimensioni		n° UTA		

Vortice SXH/HP 021 H 1270 x W 1350 x L 3500 1

Ramificazioni

Ambiente	Superficie (m ²)	Altezza (m)	Ricambi aria (vol/h)	Portata (m ³ /h)	V _{max,aria} (m/s)	Area canale (m ²)
Palestra	99,00	3,15	3,00	935,55	3,00	0,09
Totale				4000,00		0,40
Modello		Dimensioni		n° UTA		

Vortice SXH/HP 021 H 1270 x W 1350 x L 3500 4

Tab. 52
Informazioni relative all'Unità
di Trattamento dell'Aria

Tab. 53
Informazioni relative all'Unità
di Trattamento dell'Aria

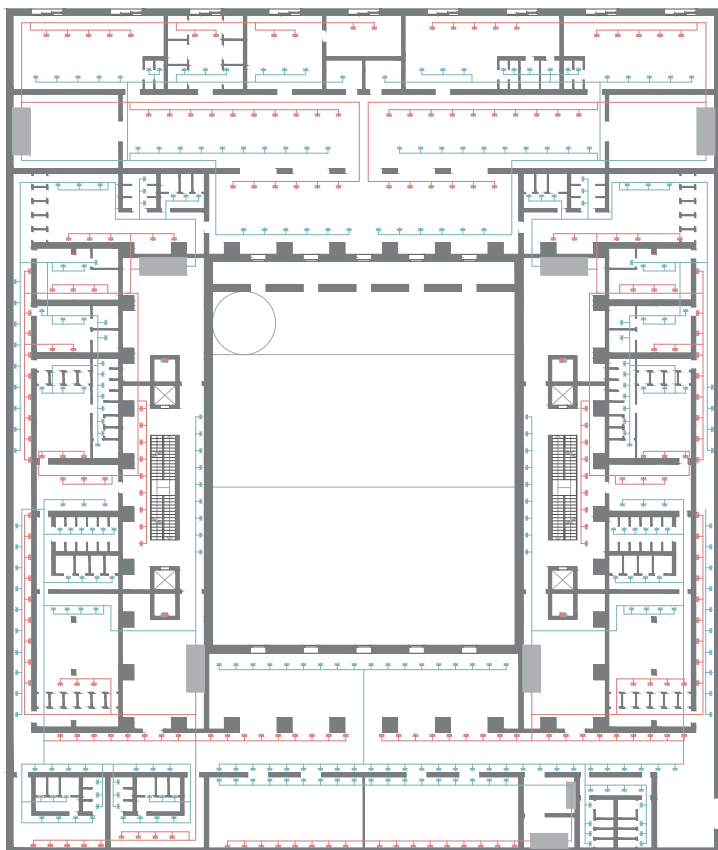


Fig. 30
Piscina per apnea
Piano terra con indicazione
degli impianti

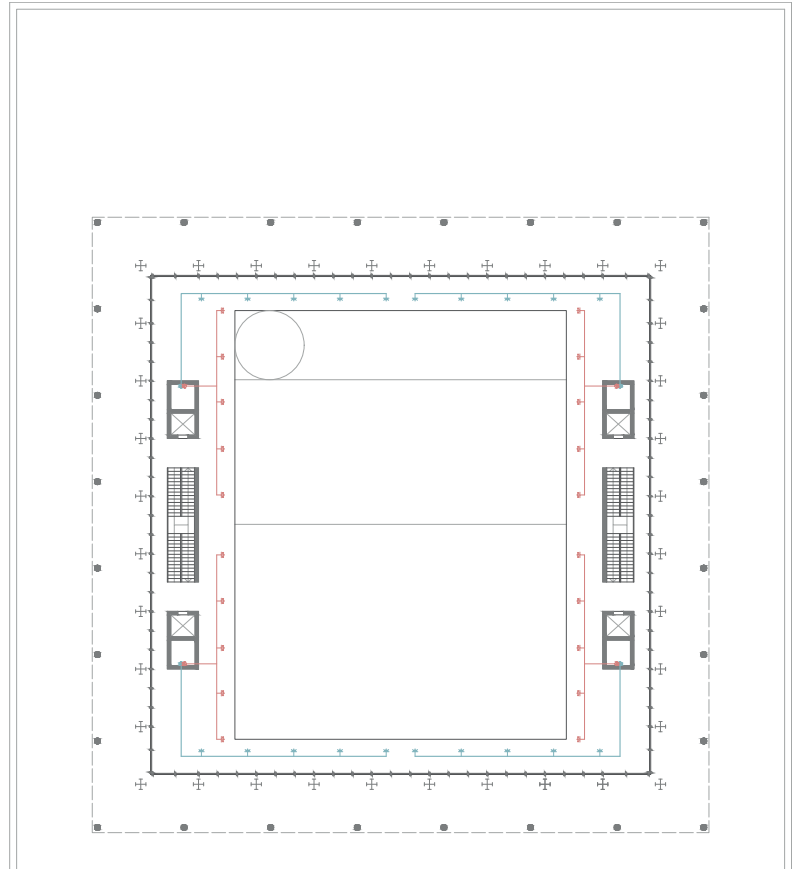


Fig. 31
Piscina per apnea
Piano primo con indicazione
degli impianti

07

L'IMPIANTO FOTOVOLTAICO

7.1 IL DIMENSIONAMENTO

Al fine di conseguire una **buona prestazione energetica** del complesso edilizio, si è proceduto con il dimensionamento della potenza fotovoltaica necessaria a coprire almeno il 50% dei consumi totali. Questi sono stati stimati ipotizzando i **giorni di utilizzo** durante l'anno e l'**orario di funzionamento** a pieno regime di tutti i macchinari e apparecchi di illuminazione.

Nel calcolo dei carichi elettrici sono state considerate le unità di trattamento dell'aria, le pompe di calore e l'illuminazione. Per quanto riguarda le prime due le potenze elettriche riportate nelle schede tecniche sono state moltiplicate per il numero di unità.

Il **pannello fotovoltaico** scelto è il *Sunpower*. Conoscendo la potenza e le dimensioni di un singolo pannello, è possibile calcolare il numero totale di pannelli necessari.

Poiché la superficie disponibile è sufficiente per entrambi gli edifici, considerato il fabbisogno e individuata la fonte di energia rinnovabile più adatta, si può constatare che si supera il requisito minimo del 50% stabilito dalla *normativa nZEB*. È possibile raggiungere il **100% del fabbisogno elettrico dell'intero sistema**.

Di seguito vengono riportati i calcoli relativi al dimensionamento dell'impianto fotovoltaico.

SUNPOWER | FROM MAXEON
SOLAR TECHNOLOGIES

PANNELLO MAXEON 3

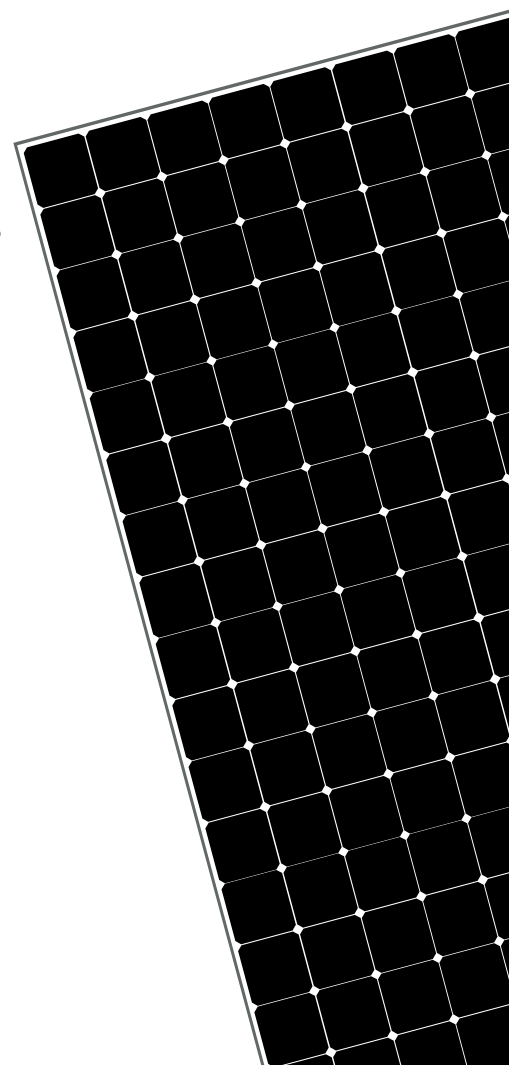
380-400 W | Fino al 22,6% di efficienza



Ideale per applicazioni
commerciali



Superficie posteriore
bianca, telaio argentato



7.2 IL PALAZZETTO DELLO SPORT

UTA	Potenza elettrica (kW)	Potenza elettrica totale (kWh)
Vortice RWH/Hi 031	34,10	261036,00
Vortice RWH/Hi 021	7,80	
Vortice RWH/Hi 132	103,12	

ACS - P.d.C	Potenza elettrica (kW)	Potenza elettrica totale (kWh)
Aermec WS 1402	41,25	74255,03
Aermec SAP 2500	8,00	14400,00

P.d.C	Potenza elettrica (kW)	Potenza elettrica totale (kWh)
Aermec WS 2202	60,49	108883,93

P.d.C	Potenza elettrica totale (kWh)
Illuminazione	3684,68
Macchinari	1919,90
Totale	5604,59

Potenza nominale pannello (kW)	Produzione elettrica annua del sistema (kWh)	Consumo elettrico annuo del sistema (kWh)	NZEB
0,4	480	464179,54	232089,77

n° pannelli (kW)	Area pannello (kWh)	Area totale occupata dai pannelli (m ²)	Area copertura
967	1,77	1711,66	2851,50

Tab. 54
Calcoli relativi al dimensionamento dell'impianto fotovoltaico per il palazzetto dello sport

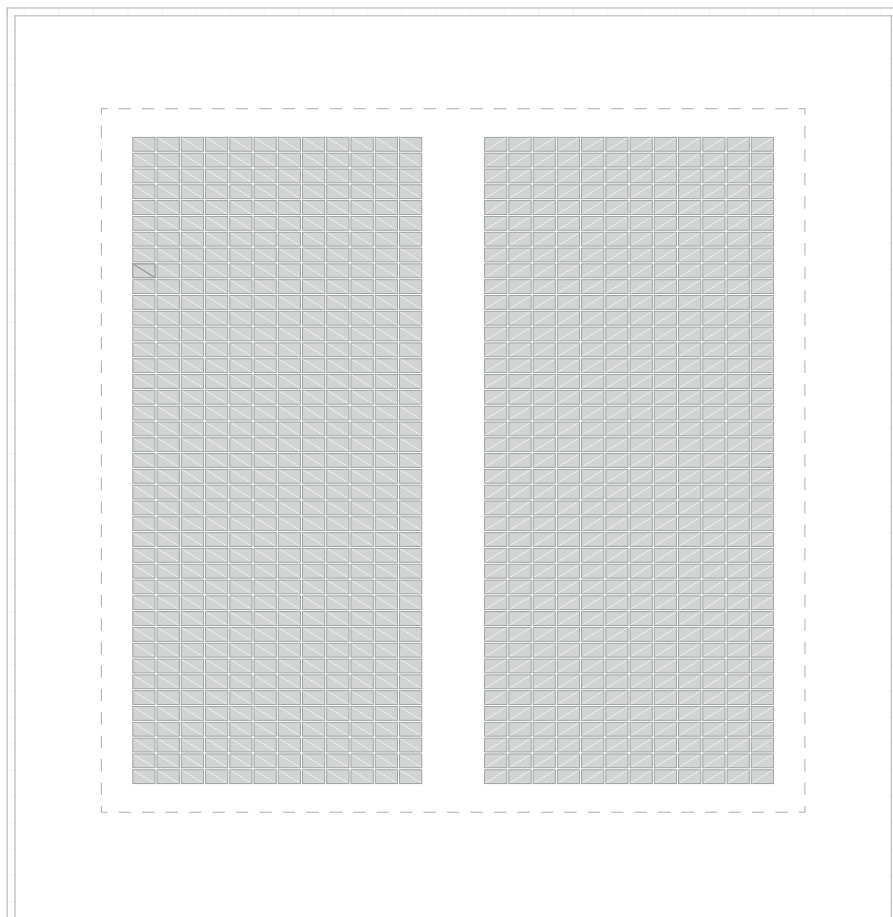


Fig. 32
Palazzetto dello sport
Pianta della copertura con
sistema fotovoltaico

7.3 LA PISCINA PER APNEA

UTA	Potenza elettrica (kW)	Potenza elettrica totale (kWh)
Vortice SXH/HP 041	9,50	90504,00
Vortice SXH/HP 061	28,70	
Vortice SXH/HP 021	12,10	
ACS - P.d.C	Potenza elettrica (kW)	Potenza elettrica totale (kWh)
Aermec WS 1602	47,30	85156,95
Aermec WS 1602	10,40	18720,00
P.d.C	Potenza elettrica (kW)	Potenza elettrica totale (kWh)
Aermec WS 1602	47,31	85156,95
P.d.C	Potenza elettrica totale (kWh)	
Illuminazione	4448,81	
Macchinari	2647,71	
Totale	7096,52	

Potenza nominale pannello (kW)	Produzione elettrica annua del sistema (kWh)	Consumo elettrico annuo del sistema (kWh)	NZEB
0,4	480	286634,42	143317,21

n° pannelli (kW)	Area pannello (kWh)	Area totale occupata dai pannelli (m ²)	Area copertura
597	1,77	1056,96	2851,50

Tab. 55
Calcoli relativi al dimensionamento dell'impianto fotovoltaico per la piscina per apnea

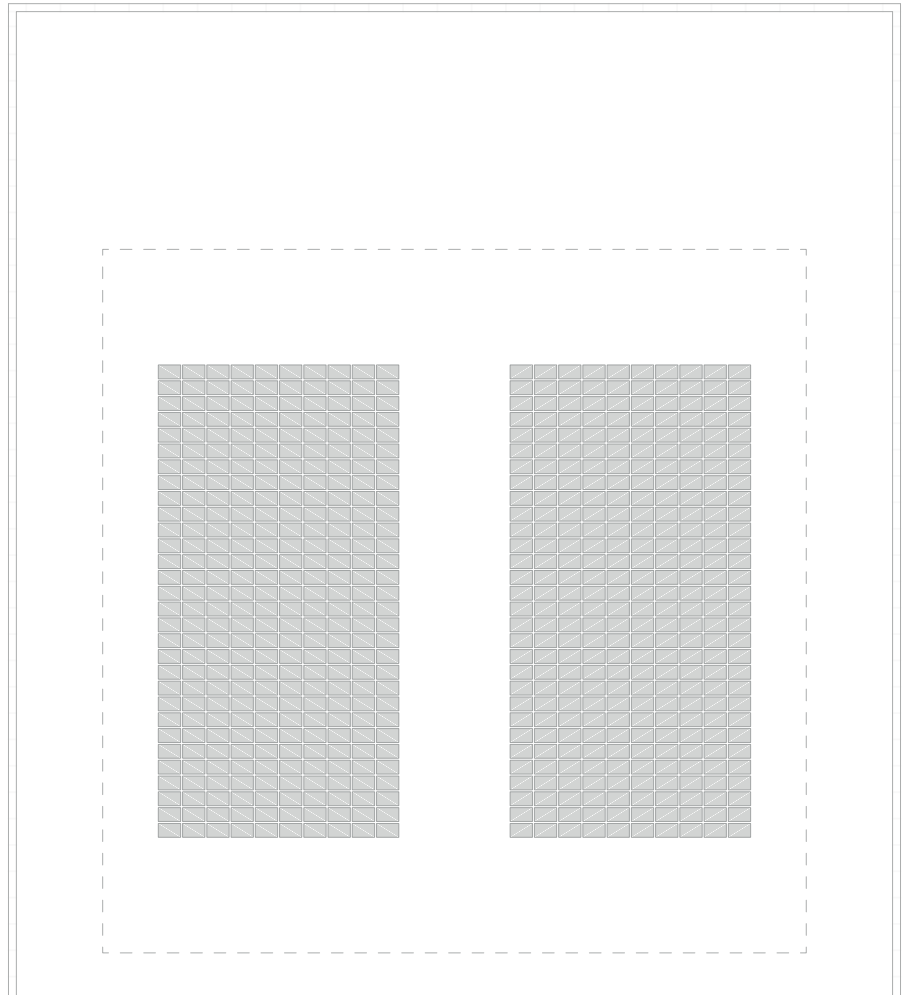


Fig. 33
Piscina per apnea
Pianta della copertura con
sistema fotovoltaico

08

LA CERTIFICAZIONE ENERGETICA

8.1 I DATI DI PROGETTO

Al fine di ottenere l'**Attestato di Prestazione Energetica (APE)** dell'edificio del Palazzetto dello Sport è stato utilizzato il software *LogicalSoft TermoLog*.

Il progetto è stato configurato seguendo il preset "*modulo certificatore*" dedicato alla compilazione dell'APE. Nella sezione "*relazione*", sono state definite le **caratteristiche generali** del progetto utilizzando una scheda preimpostata, specificando l'indirizzo, la tipologia di intervento (nuova costruzione), la classificazione dell'edificio come *nZEB (Nearly Zero Energy Building)* e l'organizzazione generale dell'impianto.

Il secondo passaggio ha previsto la suddivisione dell'edificio in **zone** sulla base delle **condizioni di qualità ambientale** definite precedentemente. L'edificio è stato categorizzato in sei zone differenti, di cui le prime quattro corrispondono alle quattro tipologie di Unità di Trattamento dell'Aria

predisposte. I vani tecnici, essendo locali non riscaldati, sono stati posti in una zona differente. Allo stesso modo, i servizi igienici sono stati categorizzati diversamente, in quanto sono gli unici ad essere serviti da acqua calda sanitaria.

Successivamente, nella scheda "*strutture*" sono state delineate le **stratigrafie** di pareti esterne, interne, solai e coperture. Per ciascuno di questi elementi, sono stati specificati i lati di dispersione e gli elementi con i quali sono a contatto. Inoltre, sono stati illustrati i dettagli dei serramenti e definiti i tipi di vetro.

Indirizzo

Comune SR

Indirizzo n°

Coordinate GIS ... Coordinate dell'edificio

Intervento

Normativa Normativa NAZIONALE: L 90/2013 – D.M. Requisiti Minimi

Pratica per Attestato APE Incentivi fiscali Diagnosi Tabella millesimi

Tipo di edificio

Tipo di Intervento

Demolizione e ricostruzione anche in manutenzione straordinaria

Uso prevalente

Fig. 34

Strutture dell'edificio

Ordina per

Struttura	Codice	Tipo	Verso	S	A	U/ψ	C	Uso	Note
Pareti									
▶ M1-chiusura verticale opaca	PAR001	≡ Parete	Esterno	53,5	-	0,162	21,141	1.532,38	
▶ M3-tramezzi 10cm	PAR002	≡ Parete	Interno	10,0	-	0,518	23,922	798,60	
▶ M5-tramezzi con cavedio	PAR003	≡ Parete	Interno	30,0	-	0,107	25,058	2.420,45	
▶ M6-tramezzi bagni e corridoi	PAR004	≡ Parete	Interno	40,0	-	0,103	24,675	1.406,05	
Pavimenti									
▶ S1-solaio controterra	PAV005	≡ Pavimento	Esterno	86,9	-	0,240	58,646	-	
▶ S2-solaio interpiano	PAV008	≡ Pavimento	Interno	94,5	-	0,187	11,824	0,00	
Coperture									
▶ S3-copertura aula	COP0...	≡ Soffitto/Copertura	Esterno	43,0	-	0,132	101,886	0,00	
▶ S4-copertura basamento	COP0...	≡ Soffitto/Copertura	Esterno	133,3	-	0,173	12,221	2.729,40	
Vetri									
▶ vetro doppio (4-12-4) aria		≡ Vetro	Esterno	2,0	-	2,849	0,000	-	
▶ vetro triplo (4-12-4-12-4) aria		≡ Vetro	Esterno	3,6	-	1,894	0,000	-	
Serramenti									
▶ F1-sistema per facciata	SER001	≡ Triplo vetro	Esterno	-	309,02	2,173		0,00	
▶ F2-finestra basamento	SER002	≡ Doppio vetro	Esterno	-	9,00	3,231		81,00	

Fig. 35

Fig. 34

Tabella riportante i valori necessari alla redazione della certificazione energetica

Fig. 35

Tabella riportante le stratigrafie impostate nel software TermoLog

8.2 LA MODELLAZIONE

Per la modellazione dell'edificio nell'input grafico è stato importato nel software *Logical TermoLog* un file in formato *Autocad*, contenente la planimetria dell'edificio. Il file è stato preparato seguendo le indicazioni fornite dal manuale di *Logical TermoLog*. Tutti gli elementi sono stati disegnati come rettangoli e divisi in layer (murature esterne, murature interne, finestre, solai, coperture e locali). Questo ha permesso al software di riconoscere, in base agli spessori, le diverse componenti dell'edificio e associarle alle stratigrafie precedentemente create.

Infine, sono stati associati i diversi ambienti e locali alle zone precedentemente definite.

Nel caso preso in esame, l'**involucro disperdente** è costituito da una parete in blocchi laterizi, isolamento esterno e rivestimento in pietra.

Fondamentale è stata la **verifica delle giunzioni** tra i muri esterni, al fine di garantire la visualizzazione corretta dei ponti termici.

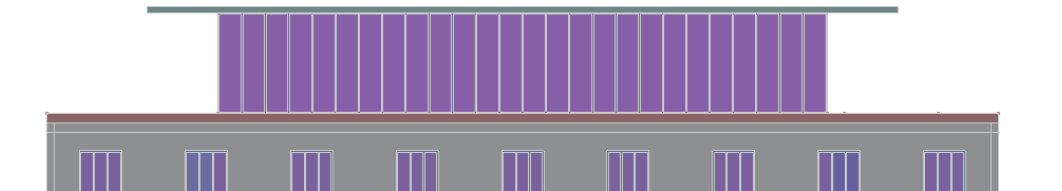


Fig. 34

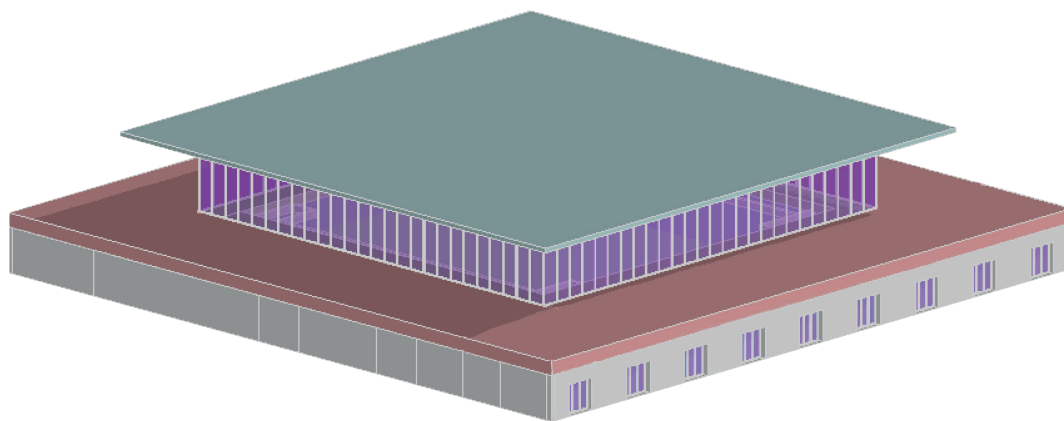


Fig. 35

Fig. 36

*Palazzetto dello sport
Prospetto modellato tramite
il software TermoLog*

Fig. 37

*Palazzetto dello sport
Assonometria modellata tra-
mite il software TermoLog*

8.3 GLI IMPIANTI

La fase successiva ha previsto la configurazione degli **impianti**. Utilizzando il comando “*wizard*”, sono stati definiti i sistemi di riscaldamento, raffrescamento, produzione di acqua calda sanitaria e ventilazione. I dispositivi sono stati scelti in base alla potenza necessaria calcolata analiticamente per i carichi estivi e invernali.

Per il **raffrescamento** sono state selezionate **quattro Unità di Trattamento dell’Aria**, ciascuna collegata a una zona dell’edificio. È stato introdotto un sistema di ventilazione meccanica con recupero di calore, allo scopo di ridurre le perdite per trasmissione dell’edificio, e pertanto i carichi energetici.

Per il **riscaldamento**, è stata predisposta una **pompa di calore geotermica di tipo acqua-acqua** e come terminali sono stati scelti i pannelli radianti a pavimento.

La **produzione di acqua calda**

sanitaria avviene tramite una **pompa di calore geotermica di tipo acqua-acqua** che serve esclusivamente la zona dei servizi igienici.

Infine, sono stati predisposti dei **pannelli fotovoltaici** in silicio monocristallino, che occupano l’intera superficie della copertura.

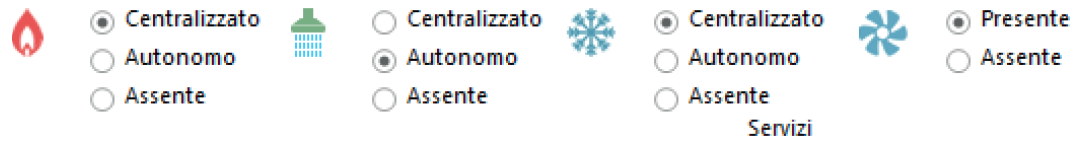


Fig. 38

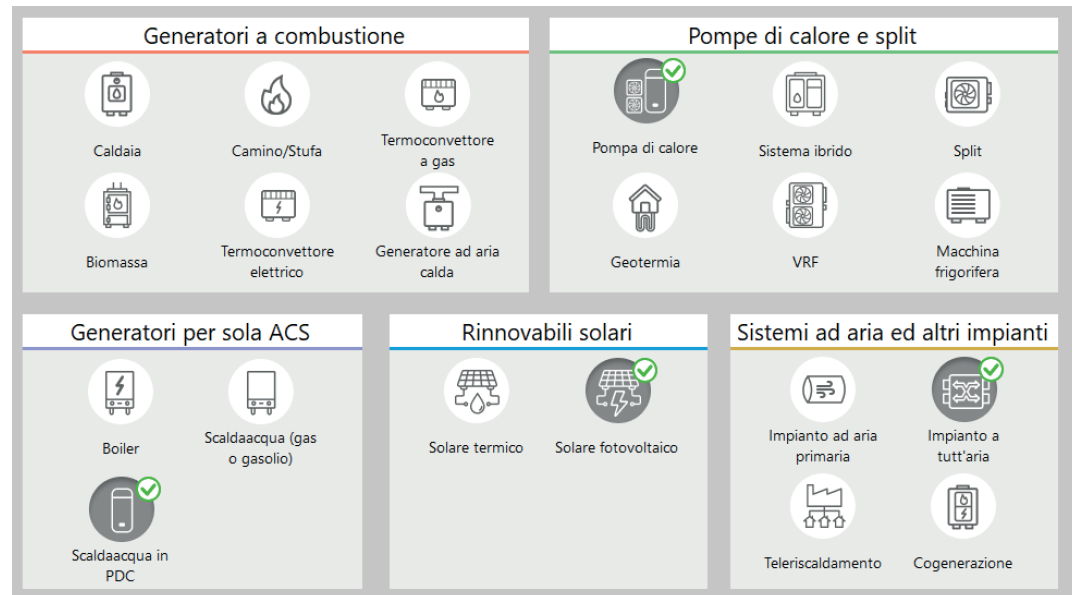


Fig. 39

Fig. 38
 Schema di funzionamento degli impianti

Fig. 39
 Interfaccia di definizione degli impianti nel software TermoLog

8.4 CONCLUSIONI





Dopo aver configurato gli impianti sono stati eseguiti il calcolo e la diagnosi per ottenere il risultato della certificazione energetica. L'edificio risulta essere in **classe A4** e risponde ai requisiti di **edificio a energia quasi zero**.

Classificazione dell'edificio secondo Normativa NAZIONALE: L 90/2013 – D.M. Requisiti Minimi - Intero edificio

Dati geometrici

Superficie utile riscaldata	Su,H	18.813,61	m ²
Superficie utile raffrescata	Su,C	18.006,77	m ²
Volume lordo riscaldato	V,H	102.271,26	m ³
Volume lordo raffrescato	V,C	97.451,79	m ³
Superficie disperdente	Sdisp	12.339,91	m ²

Fabbisogni di energia termica utile

 EPH,nd	0,07 kWh/m ²	Durata	109 giorni
 EPC,nd	37,04 kWh/m ²	Durata	256 giorni
 EPW,nd	0,00 kWh/m ²		
 EPV,nd	21,76 kWh/m ²		

Fabbisogni di energia primaria





 EPH,ren	1,06 kWh/m ²	EPH,nren	0,76 kWh/m ²	EPH,tot	1,81 kWh/m ²	ηH	0,216
 EPC,ren	7,96 kWh/m ²	EPC,nren	2,27 kWh/m ²	EPC,tot	10,23 kWh/m ²	ηC	2,010
 EPW,ren	0,00 kWh/m ²	EPW,nren	0,00 kWh/m ²	EPW,tot	0,00 kWh/m ²	ηW	1,000
 EPV,ren	19,73 kWh/m ²	EPV,nren	7,46 kWh/m ²	EPV,tot	27,19 kWh/m ²	ηV	0,800
EPgl,ren	28,75 kWh/m ²	EPgl,nren	10,48 kWh/m ²	EPgl,tot	39,23 kWh/m ²		

Fig. 40
Risultati della certificazione energetica ottenuti a seguito dell'analisi e verifica

Prestazione energetica globale

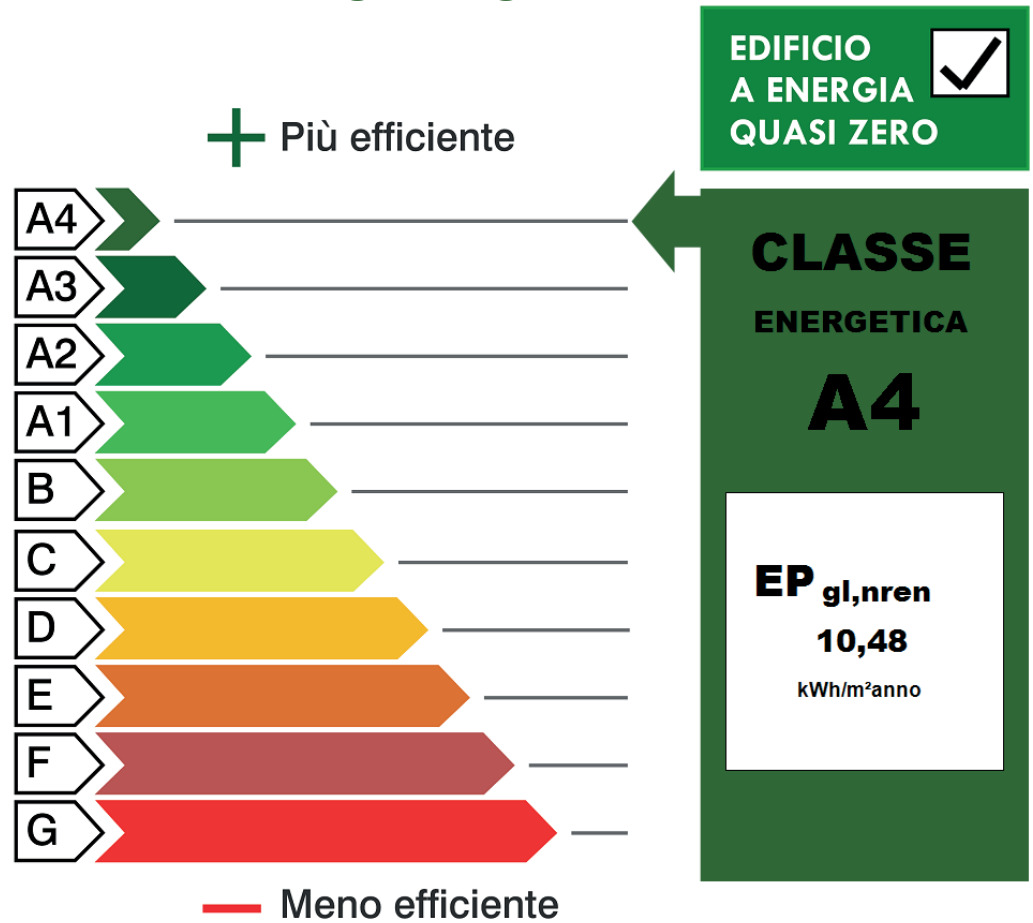


Fig. 41
Risultati della certificazione energetica ottenuti a seguito dell'analisi e verifica



ATTESTATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI



DATI GENERALI

Destinazione d'uso <input type="checkbox"/> Residenziale <input checked="" type="checkbox"/> Non residenziale Classificazione D.P.R. 412/93: E.6(3)	Oggetto dell'attestato <input type="checkbox"/> Intero edificio <input checked="" type="checkbox"/> Unità immobiliare <input type="checkbox"/> Gruppo di unità immobiliari Numero di unità immobiliari di cui è composto l'edificio: 1	<input checked="" type="checkbox"/> Nuova costruzione <input type="checkbox"/> Passaggio di proprietà <input type="checkbox"/> Locazione <input type="checkbox"/> Ristrutturazione importante <input type="checkbox"/> Riqualificazione energetica <input type="checkbox"/> Altro: _____
---	---	---

Dati identificativi

Regione: Sicilia Comune: Siracusa (SR) Indirizzo: Via Targia 34 Piano: 1 Interno: - Coordinate GIS: 37,11434, 15,23416	Zona climatica: B Anno di costruzione: 2024 Superficie utile riscaldata: 18.813,6 m ² Superficie utile raffrescata: 18.006,8 m ² V lordo riscaldato: 102.271,3 m ³ V lordo raffrescato: 97.451,8 m ³
---	---

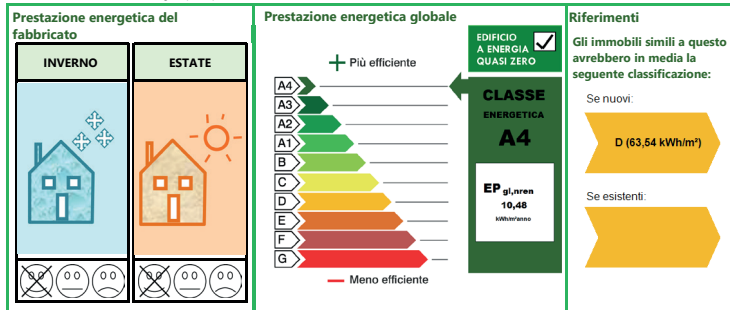
Comune catastale	I754		Sezione	-	Foglio	-	Particella	-
Subalterni	da	-	a	-	da	a	da	a
Altri subalterni								

Servizi energetici presenti

<input checked="" type="checkbox"/> Climatizzazione invernale	<input checked="" type="checkbox"/> Ventilazione meccanica	<input type="checkbox"/> Illuminazione
<input checked="" type="checkbox"/> Climatizzazione estiva	<input checked="" type="checkbox"/> Prod. acqua calda sanitaria	<input type="checkbox"/> Trasporto di persone o cose

PRESTAZIONE ENERGETICA GLOBALE E DEL FABBRICATO

La sezione riporta l'indice di prestazione energetica globale non rinnovabile in funzione del fabbricato e dei servizi energetici presenti, nonché la prestazione energetica del fabbricato, al netto del rendimento degli impianti presenti.





ATTESTATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI



PRESTAZIONE ENERGETICA DEGLI IMPIANTI E CONSUMI STIMATI

La sezione riporta gli indici di prestazione energetica rinnovabile e non rinnovabile, nonché una stima dell'energia consumata annualmente dall'immobile secondo un uso standard.

Prestazioni energetiche degli impianti e stima dei consumi annui di energia

FONTI ENERGETICHE UTILIZZATE		Quantità annua consumata in uso standard (specificare unità di misura)	Indici di prestazione energetica globali ed emissioni
<input checked="" type="checkbox"/>	Energia elettrica da rete	101139 kWh	Indice della prestazione energetica non rinnovabile EP _{gl,nren} kWh/m ² anno 10,48
<input type="checkbox"/>	Gas naturale		
<input type="checkbox"/>	GPL		
<input type="checkbox"/>	Carbone		
<input type="checkbox"/>	Gasolio e olio combustibile		
<input type="checkbox"/>	Biomasse solide		Indice della prestazione energetica rinnovabile EP _{gl,ren} kWh/m ² anno 28,75
<input type="checkbox"/>	Biomasse liquide		
<input type="checkbox"/>	Biomasse gassose		
<input checked="" type="checkbox"/>	Solare fotovoltaico	522516 kWh	
<input type="checkbox"/>	Solare termico		
<input type="checkbox"/>	Eolico		Emissioni di CO ₂ kg/m ² anno 4,7
<input type="checkbox"/>	Teleriscaldamento		
<input type="checkbox"/>	Teleraffrescamento		
<input type="checkbox"/>	Altro (specificare)		

RACCOMANDAZIONI

La sezione riporta gli interventi raccomandati e la stima dei risultati conseguibili, con il singolo intervento o con la realizzazione dell'insieme di essi, esprimendo una valutazione di massima del potenziale di miglioramento dell'edificio o immobile oggetto dell'attestato di prestazione energetica.

RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA E RISTRUTTURAZIONE IMPORTANTE					
INTERVENTI RACCOMANDATI E RISULTATI CONSEGUIBILI					
Codice	TIPO DI INTERVENTO RACCOMANDATO	Comporta una ristrutturazione importante	Tempo di ritorno dell'investimento anni	Classe Energetica raggiungibile con l'intervento	CLASSE ENERGETICA raggiungibile se si realizzano tutti gli interventi raccomandati
REN1					kWh/m² anno
REN2					
REN3					
REN4					
REN5					
REN6					



ATTESTATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI



DATI ENERGETICI GENERALI

Energia esportata	29.159,84 kWh/anno	Vettore energetico: Energia elettrica
--------------------------	--------------------	--

DATI DI DETTAGLIO DEL FABBRICATO

SUPERFICI E RAPPORTO DI FORMA

V - Volume riscaldato	102.271,3	m ³
Superficie disperdente	12.339,9	m ²
Rapporto S/V	0,12	
EP_{H,nd}	0,39	kWh/m ² anno
Asol,est/A suputile	0,0012	-
YIE	0,000	W/m ² K

DATI DI DETTAGLIO DEGLI IMPIANTI

Servizio energetico	Tipo di impianto	Anno di installazione	Codice catasto regionale impianti	Vettore energetico utilizzato	Potenza Nominale kW	Efficienza media stagionale		EPren	EPren
Climatizzazione invernale	1- Pompa di calore a compressione di vapore	2024		Energia elettrica	297,60	0,216	η _H	1,06 kWh/m ² anno	0,76 kWh/m ² anno
	2-								
Climatizzazione estiva	1-Macchina frigorifera a compressione di vapore	2024		Energia elettrica	46,24	2,010	η _C	7,96 kWh/m ² anno	2,27 kWh/m ² anno
	2-Macchina frigorifera a compressione di vapore	2024		Energia elettrica	92,48				
Produzione acqua calda sanitaria	Pompa di calore a compressione di vapore	2024		Energia elettrica	59,53	1,000	η _w	0,00 kWh/m ² anno	0,00 kWh/m ² anno
Impianti combinati									
Prod. da fonti rinnovabili	1-Fotovoltaico				427,80				
	2-								
Ventilazione meccanica	Ventilazione meccanica				46,73			19,73 kWh/m ² anno	7,46 kWh/m ² anno
Illuminazione									
Trasporto di persone o cose	1-								
	2-								



ATTESTATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI



INFORMAZIONI SUL MIGLIORAMENTO DELLA PRESTAZIONE ENERGETICA

La sezione riporta informazioni sulle opportunità, anche in termini di strumenti di sostegno nazionali o locali, legate all'esecuzione di diagnosi energetiche e interventi di riqualificazione energetica, comprese le ristrutturazioni importanti.

--

SOGGETTO CERTIFICATORE

<input type="checkbox"/>	Ente/Organismo pubblico	<input checked="" type="checkbox"/>	Tecnico abilitato	<input type="checkbox"/>	Organismo/Società
Nome e Cognome / Denominazione	-				
Indirizzo	-				
E-mail	-				
Telefono					
Titolo	Arch.				
Ordine/iscrizione	Altro -				
Dichiarazione di indipendenza	Il sottoscritto certificatore, consapevole delle responsabilità assunte ai sensi degli artt.359 e 481 del Codice Penale, DICHIARA di aver svolto con indipendenza ed imparzialità di giudizio l'attività di Soggetto Certificatore del sistema edificio impianto oggetto del presente attestato e l'assenza di conflitto di interessi ai sensi dell'art.3 del D.P.R. 16 aprile 2013, n. 75.				
Informazioni aggiuntive					

SOPRALLUOGHI E DATI DI INGRESSO

E' stato eseguito almeno un sopralluogo/rilievo sull'edificio obbligatorio per la redazione del presente APE?	Si
---	----

SOFTWARE UTILIZZATO

Il software utilizzato risponde ai requisiti di rispondenza e garanzia di scostamento massimo dei risultati conseguiti rispetto ai valori ottenuti per mezzo dello strumento di riferimento nazionale?	Si
Ai fini della redazione del presente attestato è stato utilizzato un software che impieghi un metodo di calcolo semplificato?	No

Il presente attestato è reso, dal sottoscritto, in forma di dichiarazione sostitutiva di atto notorio ai sensi dell'articolo 47 del D.P.R. 445/2000 e dell'articolo 15, comma 1 del D.Lgs 192/2005 così come modificato dall'articolo 12 del D.L. 63/2013.

Data di emissione 23/01/2024

Firma e timbro del tecnico _____

09

I CRITERI AMBIENTALI MINIMI

9.1 I CAM

La progettazione architettonica, intesa come somma di tutte le discipline che concorrono alla realizzazione di un progetto, deve essere sviluppata secondo un **“approccio bio-eco-sostenibile”** che si basa sull'integrazione di conoscenze e valori rispettosi del paesaggio, dell'ambiente e della biologia di tutti gli esseri viventi che ne fanno parte. Ciò implica concetti di ampia portata, in cui la salubrità rappresenta un valore aggiunto nell'ambito di un processo progettuale che va oltre la mera combinazione di tecnologie ma si basa piuttosto su un'integrazione armoniosa tra l'uso di materiali a basso impatto ambientale e le conoscenze tecnologiche attualmente disponibili.

A tal fine, occorre rispettare una serie di requisiti ambientali indicati nel *“Piano d'azione Nazionale sul Green Public Procurement”*, che prendono il nome di **Criteri Ambientali Minimi (CAM)**.

Secondo quanto riportato dal *Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica*, “i Criteri Ambientali Minimi (CAM) sono i requisiti ambientali definiti per le varie fasi del processo di acquisto, volti a individuare la soluzione progettuale, il prodotto o il servizio migliore sotto il profilo ambientale lungo il ciclo di vita, tenuto conto della disponibilità di mercato”.

Si è quindi considerata la progettazione e l'uso dei materiali secondo un **approccio LCA** (Life Cycle Assessment - analisi del ciclo di vita) ed è stato analizzato il “sistema edificio” nel suo insieme.

Nello specifico, è stata studiata la conformità del progetto alle specifiche tecniche progettuali del capitolo 2 *“Criteri per l'affidamento del servizio di progettazione di interventi edilizi”*.

Inserimento naturalistico e paesaggistico

Il progetto di interventi di nuova costruzione deve garantire la conservazione degli habitat presenti nell'area di intervento e la relativa vegetazione ripariale.

Il progetto in esame, nell'ottica di una riqualificazione dell'area, attualmente occupata da un polo petrolchimico, prevede la bonifica dei terreni contaminati e la successiva piantumazione di diverse specie arboree locali. Inoltre, il grande parco urbano, fulcro dell'intero progetto, permette di creare un nuovo habitat naturale e di contrastare la carbon footprint prodotta dalla realizzazione del Polo Sportivo.

Permeabilità della superficie territoriale

Il progetto di interventi di nuova costruzione deve prevedere una superficie territoriale permeabile non inferiore al 60%.

Il Polo Sportivo copre una superficie di 16602 m², su un totale di terreno di 52295 m², definendo così un indice di superficie

territoriale permeabile pari al 70%. Il complesso edilizio è contenuto all'interno del grande parco a copertura verde, dove anche il materiale della pavimentazione dei percorsi garantisce un deflusso corretto delle acque meteoriche in falda, riducendo così la superficie impermeabile.

Riduzione dell'effetto "isola di calore estiva" e dell'inquinamento atmosferico

Il progetto di interventi di nuova costruzione deve prevedere una superficie da destinare a verde pari ad almeno il 60% della superficie permeabile e una particolare attenzione all'impatto della vegetazione sull'ambiente.

Il progetto prevede che quasi tutta la superficie permeabile sia destinata a verde pubblico. Dallo studio della compensazione di CO₂, prodotta dalla realizzazione del Polo Sportivo, emerge la necessità di piantumare almeno 14 ettari di terreno. Inoltre, la presenza di vegetazione favorisce la mitigazione della radiazione solare e quindi di ottenere condizioni di comfort ottimali per gli utenti.

Infrastrutturazione secondaria e mobilità sostenibile

Il progetto di interventi di nuova costruzione e di ristrutturazione urbanistica deve favorire un mix tra residenze, luoghi di lavoro e servizi tale da ridurre gli spostamenti.

Il progetto, che si colloca all'interno di un masterplan più esteso, favorisce una mobilità lenta e sostenibile, di tipo pedonale e ciclabile. Infatti, grande importanza è stata data alla pista ciclo-pedonale che corre lungo la costa e collega l'area di intervento con l'isola di Ortigia. Inoltre, nell'ottica di implementare e favorire il trasporto pubblico, sono state previste linee di bus elettrici al servizio dell'area di progetto e dell'intera città di Siracusa.

Approvvigionamento energetico

In caso di aree di nuova edificazione o di ristrutturazione urbanistica, il fabbisogno energetico complessivo degli edifici deve essere soddisfatto, per quanto possibile, da impianti alimentati da fonti rinnovabili che producono energia in loco o nelle vicinanze.

Nei pressi della città di Augusta è presente un parco eolico, le cui modeste dimensioni non permettono il soddisfacimento della richiesta energetica della città. Per questo motivo, il fabbisogno energetico del Polo Sportivo è stato affidato a pannelli fotovoltaici posizionati sulle coperture dei due volumi. Inoltre, gli impianti di riscaldamento e raffrescamento funzionano tramite dei sistemi di pompe di calore geotermiche, sfruttando il mare come risorsa nella produzione del calore.

Ispezionabilità e manutenzione degli impianti di riscaldamento e condizionamento

Il progetto deve prevedere locali tecnici destinati ad alloggiare apparecchiature e macchine adeguati e accessibili ai fini di una corretta manutenzione.

Il basamento prevede un ulteriore piano interrato adibito a locale tecnico per il collocamento delle apparecchiature e delle macchine, il cui accesso è garantito da una scala di servizio. È, inoltre, presente un montacarichi a scomparsa che permette il

passaggio dei macchinari più ingombranti. La centrale termo frigorifera è unica per ogni edificio e posta interrata, ma facilmente accessibile tramite botole e scale di accesso.

Aerazione, ventilazione e qualità dell'aria

È necessario garantire l'adeguata qualità dell'aria interna in tutti i locali abitabili tramite la realizzazione di impianti di ventilazione meccanica, facendo riferimento alle norme vigenti.

Il raggiungimento delle condizioni di comfort termo-igrometriche è affidato al sistema di ventilazione meccanica che regola gli scambi d'aria pulita ed esausta all'interno di entrambi gli edifici. Per quanto riguarda l'impianto della Piscina per Apnea, è stata scelta una Unità di Trattamento dell'Aria apposta per tali ambienti, che oltre a garantire un corretto controllo della temperatura interna, assicura un'ottima qualità dell'aria e dei valori di umidità.

Benessere termico

Per garantire il benessere termico è

stato necessario porre particolare attenzione alle unità tecnologiche che compongono il complesso edilizio. Per raggiungere tale obiettivo, è stato fondamentale lo studio del corretto posizionamento di materiale isolante, tale da non generare dispersioni termiche. Per quanto riguarda la progettazione impiantistica, il riscaldamento e il raffrescamento sono stati affidati a un sistema di ventilazione meccanica, con l'integrazione di pannelli radianti a pavimento.

Progettazione in BIM

Il progetto è stato modellato tramite il software *Autodesk Revit* che segue il modello *BIM Buildings Information Models*, metodo di modellazione parametrica contenente tutte le informazioni che riguardano l'intero ciclo di vita di un'opera, dal progetto alla costruzione, fino alla sua demolizione e dismissione. Il BIM consente di approfondire la progettazione di un edificio non solo dal punto di vista compositivo, ma anche tecnologico, strutturale, impiantistico, economico.

Appendice



TrueLine, surface mounted

SM530C LED43S/TW9 SIA U4 L1450 ALU

TrueLine OC, Bianco regolabile, Unità di alimentazione con interfaccia DALI e SystemReady, InterAct Ready, Connettore 3 poli, Alluminio

Gli architetti richiedono soluzioni di illuminazione che si abbinino all'architettura degli interni delle proprietà che progettano. Ricercano linee di luce dal design elegante e livelli di illuminazione molto elevati. I committenti hanno bisogno di apparecchi d'illuminazione che consentano loro di risparmiare energia, e allo stesso tempo garantiscano il giusto livello di luce, in conformità alle norme per uffici. E i dipendenti desiderano lavorare in condizioni di illuminazione confortevoli, che li aiutino a rendere al meglio. L'apparecchio TrueLine a incasso è in grado di soddisfare tutti questi requisiti. TrueLine è disponibile anche nelle versioni a incasso e sospensione.

Warnings and safety

- Il prodotto ha la classe di protezione IPX0 & e come tale non garantisce la protezione dall'acqua. Pertanto, consigliamo di controllare attentamente l'ambiente in cui verrà installato l'apparecchio per illuminazione
- La mancata osservanza di quanto sopra potrebbe causare la penetrazione di acqua nell'apparecchio per illuminazione. In questo caso, la garanzia viene annullata e Philips/Signify declina qualsiasi responsabilità per eventuali malfunzionamenti

Dati del prodotto

Informazioni generali		Connettività	
Sorgente luminosa sostituibile	No	Interact Ready	
Numero di riduttori	1 unità	Lighting Technology	LED
Driver incluso	Sì	Tier	Specifiche tecniche
Codice famiglia prodotto	SM530C (TrueLine OC)	Marchio CE	Sì
		Periodo di garanzia	5 anni

TrueLine, surface mounted

Marchio di infiammabilità	Per montaggio su superfici normalmente infiammabili
Marchio ENEC	Marchio ENEC
Test filo incandescente	Temperatura 650 °C, durata 30 s
Conformità a RoHS EU	SI

Dati tecnici di illuminazione

Flusso luminoso	4.300 lm
Rosso saturo (R9)	>50
Temperatura del colore correlata	Tunable white 2700-6500 K
Efficienza luminosa (specificata) (Nom)	121 lm/W
Indice di resa cromatica (CRI)	>90
Valore di tremolio (PstLM)	1
Effetto stroboscopico	0,4
Angolo del fascio di luce della sorgente luminosa	120 °
Colore sorgente luminosa	Bianco regolabile
Tipo di ottica	Fascio largo
Apparecchio d'illuminazione a luce diffusa	80°
Fattore di abbagliamento UGR (Unified Glare Rate)	19

Funzionamento e parte elettrica

Tensione in ingresso	Da 220 a 240 V
Frequenza di linea	50 to 60 Hz
Corrente di spunto	29,6 A
Tempo di spunto	356 ms
Consumo energetico	35,5 W
Fattore di potenza (frazione)	0,9
Connessione	Connettore 3 poli
Cavo	-
Numero di prodotti sotto interruttore magnetotermico (16A tipo B)	16

Temperatura

Range temperatura ambiente	Da +10 a +40° C
-----------------------------------	-----------------

Controlli e dimmerazione

Dimmerabile	SI
Driver/unità di potenza/trasformatore	Unità di alimentazione con interfaccia DALI e SystemReady, InterAct Ready
Controlli e interfacce	Interact Office
• Emissione luminosa costante	No

Meccanica e corpo

Materiale del corpo	Alluminio
Materiale del riflettore	-
Materiale ottico	-
Materiale copertura ottica/lenti	Lente in policarbonato metacrilato
Materiale fissaggio	Acciaio inossidabile

Colore alloggiamento	Alluminio
Finitura copertura ottica/lenti	Frosted
Lunghezza complessiva	1.450 mm
Larghezza complessiva	55 mm
Altezza complessiva	88 mm
Dimensioni (Altezza x Larghezza x Profondità)	88 x 55 x 1450 mm

Approvazione e applicazione

e una gestione termica	IP20 (Protetto contro l'accesso con un dito)
Codice di protezione dagli impatti meccanici	IK02 (0,2 J standard)
Rating di sostenibilità	Lighting for circularity
Classe di protezione IEC:	Classe di isolamento I
Rischio fotobiologico	Photobiological risk group I @200mm to EN62778

Performance iniziale (conforme a IEC)

Cromaticità iniziale	(0,38, 0,38) SDCM <3
Tolleranza al flusso luminoso	+/-10%
Tolleranza consumo energetico	+/-10%

Performance nel tempo (conforme a IEC)

Frequenza di guasto dell'alimentatore di controllo alla vita utile media di 50.000 h	5 %
Mantenimento lumen alla vita utile media* 50.000 ore	L90
Mantenimento lumen alla vita utile media* 50.000 ore	L80

Condizioni di applicazione

Livello massimo di attenuazione	1%
Temperatura ambiente performance Tq	25 °C
Adatto per la commutazione casuale	No

Dati del prodotto

Full EOC	871951497314500
Nome prodotto ordine	SM530C LED435/TW9 SIA U4 L1450 ALU
Codice d'ordine	97314500
Codice locale	97314500
Numeratore SAP - Quantità per confezione	1
Numeratore - Confezioni per scatola esterna	1
Codice materiale (12NC)	910505103278
Nome completo prodotto	SM530C LED435/TW9 SIA U4 L1450 ALU
EAN/UPC - Case	8719514973145
EAN/UPC - Product/Case	8719514973145

RWH/Hi

UNITÀ DI RECUPERO CALORE CON CIRCUITO FRIGORIFERO INTEGRATO

CE



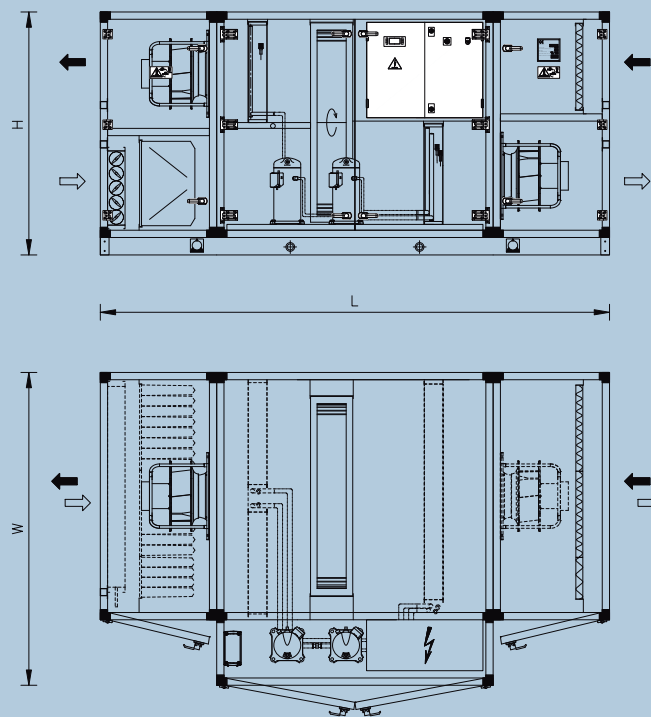
INTRODUZIONE

Qualsiasi locale occupato richiede il corretto apporto d'aria esterna e nel contempo il controllo delle condizioni termigrometriche interne. Attraverso il recupero d'energia dall'aria estratta dall'ambiente, mediante l'utilizzo di sistemi con tecnologia in pompa di calore integrata, si offre un modo economico nell'installazione di centrali ad alta efficienza energetica, che garantiscono anche il grado di benessere agli occupanti, sia nel periodo estivo che invernale e senza oneri aggiunti nella gestione dell'aria primaria. Per gli edifici che necessitano di ricambi d'aria e non sono dotati di sistemi di climatizzazione dedicati, l'installazione di tali unità permette l'immissione di aria primaria a temperatura controllata senza andare a perturbare le condizioni interne negli spazi occupati. Non risulta pertanto

necessario utilizzare sistemi addizionali per riscaldare o raffreddare l'aria primaria immessa. Inoltre tali unità permettono di garantire un supporto al sistema di climatizzazione nelle stagioni intermedie sfruttando i periodi di free-cooling o free-heating. Se installate su edifici esistenti, garantiscono la riqualificazione energetica dell'impianto tramite la gestione del ricambio dell'aria senza oneri addizionali. Su nuove installazioni, invece, il ricambio dell'aria viene completamente effettuato permettendo di ridurre le dimensioni dell'impianto di climatizzazione principale. Nelle stagioni intermedie l'edificio usufruirà del raffreddamento gratuito o parzialmente generato da tali unità, che durante le fasi di carico parziale consentono all'impianto principale di funzionare con efficienze maggiori.



DISEGNO DIMENSIONALE



PESI E DIMENSIONI

MODELLO	011	021	031	041	061	062	081	082	101	102	132	172	242
L (mm)	2860	2900	3250	3250	3450	3450	3450	3450	3550	3550	3300	3500	4900
W (mm)	1150	1350	1500	1650	1900	1900	2150	2150	2250	2250	2280	2380	2380
H (mm)	1020	1270	1300	1550	1700	1700	1900	1900	2050	2050	2220	2550	2750
Peso (kg)	330	469	589	699	871	871	998	998	1197	1197	1269	1499	1887

Dimensioni e pesi riferiti alla configurazione standard

DATI TECNICI

MODELLO		011	021	031	041	061	081	101
Portata d'aria nominale	m ³ /h	1000	2000	3000	4500	6000	8000	10000
Efficienza termica recupero in raffreddamento ⁽¹⁾	%	81,70	80,90	80,00	80,10	80,30	80,40	80,10
Potenza frigorifera totale unità ⁽¹⁾	kW	7,35	15,10	23,12	33,94	45,20	54,70	66,50
EER totale unità ⁽¹⁾	-	5,53	5,43	5,82	6,06	5,43	5,76	5,54
Pot. elettrica assorbita in raffreddamento ⁽¹⁾	kW	1,97	3,91	5,68	8,34	11,70	13,95	17,39
Efficienza termica recupero in riscaldamento ⁽²⁾	%	81,90	81,20	80,50	80,40	80,60	80,80	80,50
Potenza termica totale unità ⁽²⁾	kW	16,15	29,89	44,78	68,22	91,60	114,40	139,10
COP totale unità ⁽²⁾	-	11,88	15,33	15,66	14,27	15,02	16,39	18,80
Pot. elettrica assorbita in riscaldamento ⁽²⁾	kW	1,99	3,04	4,52	7,41	9,39	11,25	12,60
Pressione statica utile ventilatori mandata	Pa	250	250	250	250	250	250	250
Pressione statica utile ventilatori ripresa	Pa	200	200	200	200	200	200	200
N° di circuiti frigoriferi	n*	1	1	1	1	1	1	1
Tipo di refrigerante		R410A						
Numero compressori: Inverter	n*	1	1	1	1	1	1	1
Massima corrente assorbita dall'unità	A	26,90	26,80	34,00	44,40	53,50	59,80	62,60
Alimentazione elettrica	V/ph/Hz	400 V +- 10% / 3 / 50 + N + ↓						
Tipo di filtri sezione aria di rinnovo		F7	F7	F7	F7	F7	F7	F7
Tipo di filtri sezione aria di ripresa ambiente		M5	M5	M5	M5	M5	M5	M5
Fattore SFP filtri	W/(l/s)	2,02	1,82	1,86	1,98	1,86	1,83	1,76
Livello di potenza sonora in mandata ⁽³⁾	dB(A)	80	79	79	83	82	84	84
Livello di potenza sonora in ripresa ⁽³⁾	dB(A)	72	71	75	68	72	71	71
Livello di pressione sonora in scala A (ISO EN 3744) ⁽⁴⁾	dB(A)	57	55	53	58	57	58	59

MODELLO		062	082	102	132	172	242
Portata d'aria nominale	m ³ /h	6000	8000	10000	13000	17000	24000
Efficienza termica recupero in raffreddamento ⁽¹⁾	%	80,30	80,40	80,10	80,00	79,00	78,00
Potenza frigorifera totale unità ⁽¹⁾	kW	45,20	55,58	67,80	95,20	113,61	151,40
EER totale unità ⁽¹⁾	-	5,39	5,77	5,53	5,34	5,64	5,97
Pot. elettrica assorbita in raffreddamento ⁽¹⁾	kW	11,76	14,09	17,66	25,78	30,93	40,97
Efficienza termica recupero in riscaldamento ⁽²⁾	%	80,60	80,80	80,50	80,00	78,00	78,00
Potenza termica totale unità ⁽²⁾	kW	95,77	124,10	154,77	173,19	228,93	300,90
COP totale unità ⁽²⁾	-	11,44	13,13	12,96	14,08	17,89	19,29
Pot. elettrica assorbita in riscaldamento ⁽²⁾	kW	11,66	13,72	17,14	19,92	23,10	30,42
Pressione statica utile ventilatori mandata	Pa	250	250	250	250	250	250
Pressione statica utile ventilatori ripresa	Pa	200	200	200	200	200	200
N° di circuiti frigoriferi	n*	2	2	2	2	2	2
Tipo di refrigerante		R410A					
Numero compressori: Inverter + On/Off	n*	1 + 1	1 + 1	1 + 1	1 + 2	1 + 2	1 + 2
Massima corrente assorbita dall'unità	A	51,40	53,40	73,60	84,70	99,70	103,70
Alimentazione elettrica	V/ph/Hz	400 V +- 10% / 3 / 50 + N + ↓					
Tipo di filtri sezione aria di rinnovo		F7	F7	F7	F7	F7	F7
Tipo di filtri sezione aria di ripresa ambiente		M5	M5	M5	M5	M5	M5
Fattore SFP filtri	W/(l/s)	1,86	1,83	1,76	2,04	2,13	2,20
Livello di potenza sonora in mandata ⁽³⁾	dB(A)	82	84	84	92	94	96
Livello di potenza sonora in ripresa ⁽³⁾	dB(A)	72	71	71	75	77	85
Livello di pressione sonora in scala A (ISO EN 3744) ⁽⁴⁾	dB(A)	57	58	59	61	63	63

⁽¹⁾ aria esterna +35 °C / 40% UR, aria ambiente +26 °C / 50% UR⁽²⁾ livello di potenza sonora calcolato secondo la norma EN 3744⁽³⁾ aria esterna -10 °C / 90% UR, aria ambiente +20 °C / 50% UR⁽⁴⁾ livello di pressione sonora misurato a 1 m di distanza a campo libero, conforme alla norma EN 3744



WS 0601 - 2802

Water cooled heat pump reversible water side

Cooling capacity 147 ÷ 700 kW
Heating capacity 164 ÷ 778 kW



- High efficiency all in Class A Eurovent temperatures
- Optimised for low condenser temperatures
- Optimised for geothermal applications
- Available also R513A (XP10) refrigerant gas



DESCRIPTION

Units for internal installation offering chilled/hot water, designed to meet air conditioning needs in residential/commercial complexes or industrial applications.

Compact and flexible, perfect alignment to the requested load thanks to an accurate control algorithm.

The base structure and the panels are made of steel treated with polyester paint RAL 9003.

VERSIONS

* Standard

L Standard silenced

FEATURES

Operating field

Full-load operation with the production of chilled water from 4 to 16°C, and the possibility to produce negative temperature water (down to -6°C) on the evaporator and hot water (up to 50°C) on the condenser. (for more information, refer to the technical documentation).

Units mono or dual-circuit

Depending on the size, the units are one-circuit or two-circuit models to ensure maximum efficiency with full loads as well as partial loads and guarantee operation continuity if one of the circuits stop. They are equipped with screw compressors and system and source side plate heat exchangers.

Electronic expansion valve

The possibility to use electronic expansion valve, offers significant benefits, especially when the chiller is working with partial loads, increasing the energy efficiency of the unit. Standard for all sizes.

CONTROL PCO.

Microprocessor adjustment, with keyboard and LCD display for easy access on the unit is a menu available in several languages.

Adjustment includes complete management of the alarms and their log.

Possibility to control two units in a Master-Slave configuration

The presence of a programmable timer allows functioning time periods and a possible second set-point to be set.

The temperature control takes place with the integral proportional logic, based on the water output temperature.

ACCESSORIES

AER485P1: RS-485 interface for supervision systems with MODBUS protocol.

AER485P1 x n° 2: RS-485 interface for supervision systems with MODBUS protocol.

AERNET: The device allows the control, the management and the remote monitoring of a Chiller with a PC, smartphone or tablet using Cloud connection. AERNET works as Master while every unit connected is configured as Slave (max. 6 unit); also, with a simple click is possible to save a log file with all the connected unit datas in the personal terminal for post analysis.

MULTICHILLER_EVO: Control, switch-on and switch-off system of the single chillers where multiple units are installed in parallel, always ensuring constant flow rate to the evaporators.

PRV3: Allows you to control the chiller at a distance.

AVX: Spring anti-vibration supports.

RIF: Power factor correction. Connected in parallel to the motor allowing about 10% reduction of input current.

AK / AKW: Acoustic kit that lowers the noise level even further, thanks to the special coating on the panelling or on those components that produce the most noise in the unit. Available for the low noise version only.

PERFORMANCE SPECIFICATIONS

WS - %L

Size		0601	0701	0801	0901	1101	1202	1402	1602	1802	2002	2202	2502	2802
Cooling performance 12 °C / 7 °C (1)														
Cooling capacity	*L kW	147.7	186.9	212.2	233.8	299.0	308.6	369.1	421.6	469.8	545.6	599.8	654.3	700.4
Input power	*L kW	29.1	36.6	41.8	46.0	58.7	605.6	72.8	83.2	92.7	106.7	117.2	128.1	136.8
Cooling total input current	*L A	56.0	67.0	74.0	83.0	95.0	110.0	133.0	149.0	167.0	179.0	190.0	219.0	235.0
EER	*L W/W	5.08	5.11	5.07	5.08	5.09	5.10	5.07	5.06	5.07	5.11	5.12	5.11	5.12
Pressure drop source side	*L kPa	33	23	22	22	25	47	36	39	43	48	52	58	65
Water flow rate source side	*L l/h	30238	38269	43508	47922	61258	63078	75593	86332	96177	111478	122506	133608	142894
Water flow rate system side	*L l/h	25421	32148	36495	40212	51431	53088	63476	72492	80788	93813	103143	112508	120438
Pressure drop system side	*L kPa	23	17	15	16	18	33	25	27	30	33	35	39	44
Heating performance 40 °C / 45 °C (2)														
Heating capacity	*L kW	164.9	208.7	237.3	261.4	334.0	343.7	412.1	470.6	524.2	607.2	667.2	727.6	778.0
Input power	*L kW	36.8	46.3	52.9	58.1	74.2	76.9	92.2	105.5	117.7	135.5	148.8	162.8	174.1
Heating total input current	*L A	70.0	84.0	94.0	105.0	130.0	138.0	168.0	188.0	210.0	225.0	240.0	275.0	296.0
COP	*L W/W	4.48	4.51	4.49	4.50	4.50	4.47	4.47	4.46	4.46	4.48	4.48	4.47	4.47
Water flow rate system side	*L l/h	28611	36218	41197	45370	57987	59660	71552	81718	91025	105442	115854	126347	135087
Pressure drop system side	*L kPa	29	21	19	20	23	42	32	35	38	43	46	52	58
Water flow rate source side	*L l/h	37525	47456	53873	59360	75920	78366	93702	107011	119257	138485	152256	166081	177787
Pressure drop source side	*L kPa	49	37	33	34	39	73	54	59	65	72	77	85	96

(1) Date: 14511-2018; Water user side: 12 °C / 7 °C; Water source side: 30 °C / 35 °C

(2) Date: 14511-2018; Water user side: 40 °C / 45 °C; Water source side: 10 °C / 7 °C

Performance specifications Evaporating units

WS - E

Size		0601	0701	0801	0901	1101	1202	1402	1602	1802	2002	2202	2502	2802
Evaporating unit														
Cooling performance 12 °C / 7 °C (1)														
Cooling capacity	*L kW	134.5	167.9	189.2	216.7	264.4	276.7	333.2	381.0	431.7	489.8	542.5	591.7	629.6
Input power	*L kW	34.7	42.2	48.2	55.0	67.0	69.3	84.4	96.5	109.9	122.0	134.1	146.8	157.0
Cooling total input current	*L A	63.0	75.0	85.0	96.0	111.0	127.0	151.0	170.0	192.0	207.0	222.0	252.0	270.0
EER	*L W/W	3.88	3.98	3.92	3.94	3.94	3.99	3.95	3.95	3.93	4.01	4.05	4.03	4.01
Water flow rate system side	*L l/h	23108	28849	32512	37238	45248	47546	57251	65458	74169	84147	93212	101661	108175
Pressure drop system side	*L kPa	18	13	12	12	14	25	19	20	23	25	27	30	34

(1) Service side water: 12 °C / 7 °C; Condensing temperature: 45 °C

ENERGY DATA

Size		0601	0701	0801	0901	1101	1202	1402	1602	1802	2002	2202	2502	2802
IE 813/2013 performance in average ambient conditions (average) - 35 °C - Pdesignh ≤ 400 kW (1)														
Pdesignh	*L kW	229	290	330	363	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SCOP	*L	5.88	6.10	6.30	6.25	-	-	-	-	-	-	-	-	-
gsh	*L %	231.00	236.00	244.00	242.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cooling capacity with low leaving water temp (UE n° 2016/2281)														
SEER	*L W/W	5.58	5.80	6.09	6.04	5.98	5.85	6.04	6.13	6.06	5.94	5.92	5.97	5.89
gsc	*L %	215.20	224.10	235.40	233.50	231.30	226.10	231.60	237.30	234.40	229.40	228.70	230.70	227.40

(1) Efficiencies for low temperature applications (35 °C)

ELECTRIC DATA

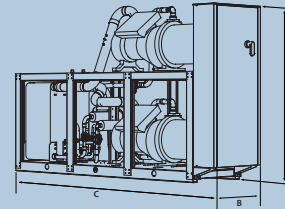
Size		0601	0701	0801	0901	1101	1202	1402	1602	1802	2002	2202	2502	2802
Electric data														
Maximum current (FLA)	*L A	90.7	98.0	112.0	128.0	156.0	168.0	196.0	224.0	256.0	284.0	312.0	354.0	380.0
Peak current (LRA)	*L A	147.0	140.0	163.0	192.0	246.0	194.1	198.5	228.0	262.6	316.6	324.7	388.1	448.1

GENERAL TECHNICAL DATA

Size	0601	0701	0801	0901	1101	1202	1402	1602	1802	2002	2202	2502	2802	
Compressor														
Type	"L	type												
Compressor regulation	"L	Type												
Number	"L	no.	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	
Circuits	"L	no.	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	
Refrigerant	"L	type	R134a											
Refrigerant charge	"L	kg	18,0	22,0	22,0	25,0	38,0	36,0	42,0	44,0	50,0	59,0	68,0	
System side heat exchanger														
Type	"L	type	Brazed plate											
Number	"L	no.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Source side heat exchanger														
Type	"L	type	Brazed plate											
Number	"L	no.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
System side hydraulic connections														
Connections (in/out)	"L	Type	Grooved joints											
Sizes (in/out)	"L	Ø	3"											
Source side hydraulic connections														
Connections (in/out)	"L	Type	Grooved joints											
Sizes (in/out)	"L	Ø	3"											
Sound data calculated in cooling mode (1)														
Sound power level	"	dB(A)	86,0	87,0	87,0	88,0	87,0	89,0	90,0	90,0	91,0	90,0	91,0	92,0
	L	dB(A)	78,1	78,8	79,1	79,9	78,1	81,1	81,8	82,1	82,9	82,1	81,1	83,4
Sound pressure level (10 m)	"	dB(A)	54,0	55,0	55,0	56,0	55,0	57,0	58,0	58,0	59,0	59,0	58,0	59,0
	L	dB(A)	46,1	46,8	47,1	47,9	47,1	49,1	49,8	50,1	50,8	50,4	50,0	51,2

(1) Sound power calculated on the basis of measurements made in accordance with UNI EN ISO 9614-2, as required for Eurovent certification. Sound pressure (cold functioning) measured in free field, 10m away from the unit external surface (in compliance with UNI EN ISO 3746).

DIMENSIONS



Size	0601	0701	0801	0901	1101	1202	1402	1602	1802	2002	2202	2502	2802
Dimensions and weights													
A	"	mm	1775	1775	1775	1775	1775	1975	1975	2005	1985	2065	2065
	L	mm	1775	1775	1775	1775	2120	2120	2120	2120	2120	2120	2120
B	"L	mm	810	810	810	810	810	810	810	810	810	810	810
	L	mm	2960	2960	2960	2960	3360	2960	2960	2960	3360	3360	3360
C	"L	mm	2960	2960	2960	2960	3360	2960	2960	2960	3360	3360	3360
Weight empty	"	kg	1101	1251	1301	1357	1788	1738	2071	2140	2212	2648	3050
	L	kg	1229	1379	1429	1485	1934	1966	2299	2368	2440	2905	3307

Aermec reserves the right to make any modifications deemed necessary.
All data is subject to change without notice. Aermec does not assume responsibility or liability for errors or omissions.

Aermec S.p.A.
Via Roma, 956 - 37040 Bevilacqua (VR) - Italia
Tel. 0442633111 - Telefax 044293577
www.aermec.com

WS-0601-2802-HP-W_Y_UN50_03

www.aermec.com

SUNPOWER

FROM MAXEON
SOLAR TECHNOLOGIES

PANNELLO MAXEON 3

380–400 W | Fino al 22,6% di efficienza



Ideale per applicazioni
commerciali



Superficie posteriore
bianca, telaio argentato

Maggiore energia totale prodotta

Progettato per massimizzare la produzione di energia grazie a una densità di potenza eccellente, a prestazioni più elevate ad alte temperature e a una maggiore conversione dell'energia in condizioni di scarso irraggiamento come la mattina, la sera e quando il cielo è coperto.

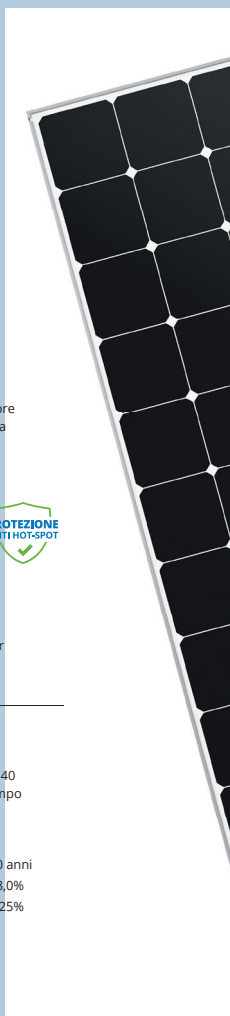
Durabilità senza compromessi

Progettato per funzionare in ogni tipo di condizione meteorologica; celle resistenti alle incrinature, collegamenti rinforzati che lo proteggono da sovraccarichi e corrosione, oltre a un'architettura elettrica che riduce l'impatto dell'ombra e previene la formazione di hot-spot.



Sostenibilità superiore

I materiali puliti, la produzione responsabile e la capacità di generare energia per 40 anni rendono i pannelli SunPower Maxeon la scelta più sostenibile nel solare.



SUNPOWER



La garanzia più lunga del settore

I pannelli SunPower Maxeon sono coperti da una garanzia di 40 anni¹, supportata da estensivi test indipendenti e dati sul campo provenienti da oltre 33 milioni di pannelli installati in tutto il mondo.

Garanzia su prodotto e potenza	40 anni
Rendimento minimo garantito al 1° anno	98,0%
Degradazione annua massima	0,25%



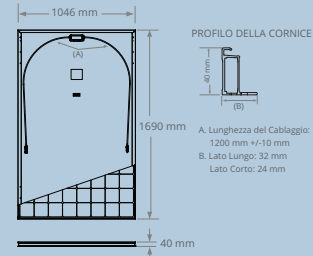
Scopri di più su SPR-MAX3-XXX-COM
sunpower.maxeon.com

MAXEON 3 POTENZA: 380-400 W | EFFICIENZA: fino al 22,6%

	Dati Elettrici		
	SPR-MAX3-400-COM	SPR-MAX3-390-COM	SPR-MAX3-380-COM
Potenza nominale (P _{nom}) ²	400 W	390 W	380 W
Tolleranza di potenza	+5/0%	+5/0%	+5/0%
Efficienza del modulo	22,6%	22,1%	21,5%
Tensione al punto di massima potenza (V _{mpp})	66,0 V	64,5 V	63,1 V
Corrente al punto di massima potenza (I _{mpp})	6,07 A	6,05 A	6,02 A
Tensione a circuito aperto (V _{oc}) (+/-3)	75,4 V	75,3 V	75,2 V
Corrente di cortocircuito (I _{sc}) (+/-3)	6,57 A	6,55 A	6,54 A
Tensione massima del sistema	1000 V IEC		
Corrente massima del fusibile	20 A		
Coeff. temp. potenza	-0,27% / °C		
Coeff. temp. tensione	-0,236% / °C		
Coeff. temp. corrente	0,058% / °C		

Garanzie, certificazioni e conformità	
Test standard ¹	IEC 61215, IEC 61730
Certificazione di gestione della qualità	ISO 9001:2015, ISO 14001:2015
Test dell'ammoniaca	IEC 62716
Test di resistenza alle tempeste di sabbia	IEC 60068-2-68, MIL-STD-810G
Test di resistenza all'acqua salata	IEC 61701 (livello massimo superato)
Test PID	1000 V; IEC 62804
Catalogazioni Disponibili	TUV
Declare Label IFLI	Primo pannello solare a ottenere l'etichettatura per la trasparenza delle informazioni sulla composizione e la conformità LBC. ⁴
Certificato Cradle to Cradle	Prima linea di pannelli solari certificata per la sicurezza dei materiali per la salute, gestione idrica, riutilizzo dei materiali, energia rinnovabile e gestione delle emissioni di carbonio ed equità sociale.
Contribuzione per le Green Building Certification	I pannelli possono contribuire a fornire punti aggiuntivi per le certificazioni LEED e BREEAM.
Conformità EHS	RoHS, OHSAS 18001:2007, senza piombo, Schema di riciclaggio, REACH SVHC-163

Condizioni Operative e Dati Meccanici	
Temperatura	-40°C a +85°C
Resistenza all'impatto	Grandine del diametro di 25 mm a una velocità di 23 m/s
Celle solari	104 celle monocristalline Maxeon Gen 3
Vetro	Antiriflesso, temperato ad alta trasmissione
Scatola di giunzione	IP-68, Staubli (MC4), 3 diodi di bypass
Peso	19 kg
Carico massimo ⁶	Vento: 2400 Pa, 244 kg/m ² fronte e retro Neve: 5400 Pa, 550 kg/m ² fronte
Cornice	Argento anodizzato classe 2



Si prega leggere le istruzioni di installazione e di sicurezza. Visitare la pagina www.sunpower.com/first/PI/InstallGuideIEC. La versione cartacea può essere richiesta all'indirizzo serviziotecnico@maxeon.com



Declare.



1 La garanzia di 40 anni non è disponibile in tutti paesi o in tutte le installazioni e richiede una registrazione. In caso contrario si applica la garanzia di 25 anni.

2 Condizioni di prova standard (irraggiamento 1.000 W/m², AM 1.5, 25 °C). Standard di calibrazione NREL: SOMS per la misura della corrente, LACC5 per la misura del Fill Factor e tensione.

3 Classe di reazione al fuoco Class C secondo IEC 61730.

4 I pannelli Maxeon DC hanno ricevuto per primi nel 2016 la Declare Label dell'International Living Future Institute.

5 I pannelli SunPower Maxeon DC sono dotati di certificazione Cradle to Cradle Certified™ Bronze -

www.c2ccertified.org/products/scorecard/e-series_x-series_solar_panels_-_sunpower_corporation. Cradle to Cradle Certified™ è un marchio di certificazione concesso dal Cradle to Cradle Products Innovation Institute.

6 Coefficiente di sicurezza 1,5 incluso.

Prodotto nelle Filippine (celle)
Assemblato in Messico (modulo)

Ci riserviamo di modificare senza preavviso i dati contenuti nella presente scheda tecnica.

©2022 Maxeon Solar Technologies. Tutti i diritti riservati.

Per informazioni sulla garanzia, il brevetto e il marchio, consultare maxeon.com/legal.

SUNPOWER
FROM MAXEON SOLAR TECHNOLOGIES

544454 REV A / A4_IT
Data di pubblicazione: Marzo 2022

Bibliografia

Y. A. ÇENGEL, G. DALL'Ò, L. SARTO, *Fisica tecnica ambientale con elementi di acustica e illuminotecnica*, Milano, McGraw-Hill Education (Italy), 2017

Deliberazione n. 851 del 15 luglio 1999, *Norme CONI per l'impiantistica sportiva*

D.L. 18 aprile 2016 n.50, *Criteri ambientali minimi per l'affidamento del servizio di progettazione ed esecuzione dei lavori di interventi edilizi*, in G.U. n.183

D.M. 26 giugno 2015, *Adeguamento linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici*, Appendice A, Allegato n. 1, Capitolo 3

P. OLIARO, *Climatizzazione*, Dispensa didattica, Milano, 2022

P. OLIARO, *Dimensionamento climatizzazione*, Dispensa didattica, Milano, 2022

P. OLIARO, *Impianti di illuminazione ed elettrici*, Dispensa didattica, Milano, 2022

P. OLIARO, *Impianti speciali: piscine*, Dispensa didattica, Milano, 2022

P. OLIARO, *Fonti energetiche rinnovabili*, Dispensa didattica, Milano, 2022

Sitografia

AERMEC

<https://global.aermec.com>

PHILIPS

<https://www.philips.it>

Rossato

<https://www.rossatogroup.com>

Schüco

<https://www.schueco.com>

SUNPOWER

<https://sunpower.maxeon.com>

Vortice

<http://www.vorticeindustrial.com>