

1

2

3

4

A

A

B

B

C

C

D

D

E

E

F

F

REGIONE PIEMONTE		COMUNE DI SOMMARIVA PERNO			PROVINCIA DI CUNEO		
5				COMMITTENTI			
4				<b>COMUNE DI SOMMARIVA PERNO</b> Piazza Marconi, 8 - 12040 (CN)			
3							
2							
1							
0	Prima edizione	08/05/2013	P.B.				
Rev	MODIFICA - DESCRIZIONE		DATA	FIRMA			
n°	DISEGNATO	CONTROLLATO	VERIF. NORME	APPROVATO	QUOTE SENZA INDICAZIONE DI TOLLERANZA	SCALA	PRATICA
DATA	08/05/2013	08/05/2013	08/05/2013	08/05/2013	-	-	<b>S118</b>
FIRMA	P.B.	G.T. - Y.D.	G.T. - Y.D.	G.T. - Y.D.			
<b>SESTING s.r.l.</b> C.so Vittorio Emanuele II, 170 10138 TORINO (TO) Tel.: 011-197.80.485 Fax: 011-197.81.572 Cell.: 328-2886006 Cell.: 335-6752953 e-mail: info@sesting.com tecnico@sesting.com				OGGETTO: <b>PROGETTO PER LA RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA          DEL CENTRO SPORTIVO ROERO CSR</b>			
				<b>RELAZIONE SPECIALISTICA E DI CALCOLO</b>		ELABORATO <b>E</b>	
PROGETTO		ESECUTIVO		S118PE04-Rela_Specialistica-R01.doc		Pag. 1/1	

1

2

3

4

## **SOMMARIO**

1.	Premesse .....	4
2.	Descrizione dei lavori da realizzare .....	5
3.	Accertamento della normativa applicabile.....	6
3.1	Legislazione generale.....	6
3.2	Legislazione su impianti di climatizzazione.....	7
3.3	Norme UNI per impianti di climatizzazione.....	8
4.	Censimento e progetto di risoluzione delle interferenze .....	10
5.	Idoneità delle reti esterne e dei servizi esistenti .....	10
6.	intervento 1 - Impianto di cogenerazione .....	10
6.1.	Produzione elettrica .....	12
6.2.	Produzione termica .....	12
6.3.	Schema funzionale .....	13
6.4.	Emissioni .....	14
6.5.	Caratteristiche tecniche del cogeneratore .....	15
7.	Intervento 2 - Unità di trattamento aria .....	18
7.1.	Benessere termoigrometrico .....	18
7.2.	Aria di rinnovo .....	19
7.3.	Recupero di calore.....	21
7.4.	Scelta dell'unità di trattamento aria .....	22
7.5.	Caratteristiche tecniche.....	23
7.6.	Ricambio di acqua .....	25
7.7.	Schema generale .....	26

**SESTING S.R.L. – SERVIZI STUDI INGEGNERIA**

C.so Vittorio Emanuele II, n. 170 – 10138 TORINO

Tel.: 011-197.80.485 - Fax: 011-197.81.572

E-mail: info@sesting.com - gianluca.toso@polito.it

8. Intervento 3 - Isolamento a cappotto.....	27
8.1. Situazione attuale .....	27
8.2. Caratteristiche dell'isolante.....	28
8.3. Calcolo della trasmittanza delle strutture opache.....	28
8.3.3. Confronto tra lo stato di fatto e lo stato attuale.....	29
8.3. Finitura superficiale .....	30
8.4. Sistema di fissaggio.....	30
8.5. Finiture delle aperture vetrate.....	31
8.6. Particolari costruttivi del cappotto rivestito in lamiera ondulata .....	32
8.7. Particolari costruttivi del cappotto a raso .....	34
9. Intervento 4 - Sostituzione infissi .....	37
11. Conclusioni.....	38

## **1. PREMESSE**

La presente relazione illustra gli interventi previsti nel progetto esecutivo per la riqualificazione energetica del Centro Sportivo Roero sito nel comune di Sommariva Perno (CN).

L'impianto sportivo gestito dal CSR comprende un bocciodromo; una palestra; un campo da tennis; una piscina pubblica; una palestrina; gli spogliatoi; i servizi igienici per il pubblico; il locale bar e gli uffici.

## **2. DESCRIZIONE DEI LAVORI DA REALIZZARE**

Il progetto esecutivo prevede una serie di interventi di riqualificazione energetica al fine di razionalizzare i consumi energetici del Centro Sportivo Roero sia dal lato impiantistico sia dal lato architettonico con la posa di un cappotto termico.

In particolare, gli interventi previsti si possono così suddividere:

- Installazione di un impianto cogenerativo alimentato a gas metano per la produzione combinata di energia elettrica e termica;
- Sostituzione dell'attuale UTA (unità di trattamento aria) a servizio della climatizzazione della piscina con nuova dotata di recuperatore di calore;
- Realizzazione di un cappotto esterno alla struttura;
- Sostituzione di tutti gli infissi presenti nell'edificio.

La sinergia di queste soluzioni implica una drastica riduzione dei consumi energetici della struttura, con un più razionale sfruttamento dell'energia primaria contenuta nel combustibile e una ridotta emissione in atmosfera di gas serra.

### **3. ACCERTAMENTO DELLA NORMATIVA APPLICABILE**

Il progetto fa riferimento ed è conforme alle normative tecniche vigenti in materia, in particolare:

Tutti gli impianti analizzati nel presente documento dovranno essere progettati e realizzati in conformità alle leggi, alle normative, alle prescrizioni emanate dagli enti, in ambito nazionale e locale. In particolare si farà riferimento alle seguenti norme e leggi:

- normative ISPESL, ASL e ARPA;
- leggi e decreti nazionali e locali;
- disposizioni VVF di qualsiasi carattere;
- norme CEI;
- norme UNI;
- regolamento e prescrizioni comunali relative al sito di realizzazione delle opere.

Si precisa che l'Appaltatore deve assumere in loco, sotto la sua completa ed esclusiva responsabilità, le necessarie informazioni presso le sedi locali ed i competenti uffici dei vari Enti ed prendere con essi ogni necessario accordo inerente la realizzazione degli impianti. In particolare deve essere rispettato quanto elencato alle voci seguenti, compreso successivi aggiornamenti anche se non specificati.

#### **3.1 LEGISLAZIONE GENERALE**

- Legge 13 luglio 1966 n. 615. Provvedimenti contro l'inquinamento atmosferico.
- Legge 5 Marzo 1990, n. 46. Norme per la sicurezza degli impianti. Sono validi esclusivamente gli articoli: art. 8 (Finanziamento dell'attività di normazione tecnica), art. 14 (Verifiche), art. 16 (Sanzioni), non abrogati dal D.M. 22 Gennaio 2008, n. 37.
- D.Lgs. 02 gennaio 1997, n.10. Attuazione delle direttive 93/68 CEE, 93/95/CEE e 96/58/CEE relative ai dispositivi di protezione individuale (modifica in parte il D.Lgs 475/92).

- Legge 09 dicembre 1998, n.426. Nuovi interventi in campo ambientale.
- D.Lgs. 25 Febbraio 2000, n.93. Attuazione della direttiva 97/23/CE in materia di attrezzature a pressione.
- DPR 03 luglio 2003, n.222. Regolamento sui contenuti minimi dei piani di sicurezza nei cantieritemporanei o mobili, in attuazione dell'articolo 31, comma 1, della legge 11 febbraio 1994, n.109.
- D. Lgs. del 3 Aprile 2006, n.152. Norme in materia ambientale.
- D. Lgs. del 3 Aprile 2006, n.152. Norme in materia ambientale – Allegati.
- D. Lgs. del 8 Novembre 2006, n. 284. Disposizioni correttive e integrative del Decreto Legislativo 3 Aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale.
- D.M. del 22 Gennaio 2008, n. 37. Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11- quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n.248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici.
- D. Lgs. del 09 Aprile 2008, n.81. Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 Agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.

### **3.2      *LEGISLAZIONE SU IMPIANTI DI CLIMATIZZAZIONE***

- D.M. 1 dicembre 1975. Norme di sicurezza per apparecchi contenenti liquidi caldi sotto pressione.
- Legge 09 gennaio 1991 n.9. Norme per l'attuazione del nuovo Piano energetico nazionale: aspetti istituzionali, centrali idroelettriche ed elettrodotti, idrocarburi e geotermia, autoproduzione ed disposizioni fiscali.
- Legge 09 gennaio 1991 n.10. Norme per l'attuazione del nuovo Piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia.
- DPR 26 agosto 1993, n. 412. Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia, in attuazione dell'art. 4, comma 4, della Legge 09 gennaio 1991, n.10.

- DMICA 02 aprile 1998. Modalità di certificazione delle caratteristiche e delle prestazioni energetiche degli edifici e degli impianti ad essi connessi.
- D.P.R. 21 dicembre 1999, n. 551. Regolamento recante modifiche al decreto del Presidente della Repubblica 26 agosto 1993, n. 412, in materia di progettazione, installazione, esercizio e manutenzione degli impianti termici degli edifici, ai fini del contenimento dei consumi di energia.
- D.M. 31 marzo 2003. Requisiti di reazione al fuoco dei materiali costituenti le condotte di distribuzione e ripresa dell'aria degli impianti di condizionamento e ventilazione.
- D. Lgs. 19 Agosto 2005, n.192. Attuazione della Direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia.
- D. Lgs. 29 Dicembre 2006, n.311. Disposizioni correttive ed integrative al Decreto Legislativo 19 Agosto 2005 n.192 recante attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia.
- D. Lgs. 30 maggio 2008, n. 115. "Attuazione della direttiva 2006/32/CE relativa all'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici e abrogazione della direttiva 93/76/CEE".
- D. L. 25 giugno 2008, n. 112. Disposizioni urgenti per lo sviluppo economico, la semplificazione, la competitività, la stabilizzazione della finanza pubblica e la perequazione tributaria.
- Deliberazione Consiglio Regionale 11 gennaio 2007, n.98/1247. Attuazione della Legge Regionale 7 aprile 2000, n.43 (Disposizioni per la tutela dell'ambiente in materia di inquinamento atmosferico). Aggiornamento del Piano regionale per il risanamento e la tutela della qualità dell'aria, ai sensi degli articoli 8 e 9 decreto legislativo 4 agosto 1999, n. 351. Stralcio di Piano per il riscaldamento ambientale e il condizionamento.
- Legge Regionale 28 Maggio 2007, n.13. Disposizioni in materia di rendimento energetico nell'edilizia.

### **3.3 NORME UNI PER IMPIANTI DI CLIMATIZZAZIONE**

- UNI 5364:1976. Impianti di riscaldamento ad acqua calda. Regole per la presentazione dell'offerta e per il collaudo.

**SESTING S.R.L. – SERVIZI STUDI INGEGNERIA**

C.so Vittorio Emanuele II, n. 170 – 10138 TORINO

Tel.: 011-197.80.485 - Fax: 011-197.81.572

E-mail: info@sesting.com - gianluca.toso@polito.it

- UNI 8062:1980. Gruppi di termoventilazione - Caratteristiche e metodi di prova.
- UNI 8728:1988. Apparecchi per la diffusione dell'aria. Prova di funzionalità.
- UNI 8884:1988. Caratteristiche e trattamento delle acque dei circuiti di raffreddamento e diumidificazione.
- UNI 10202:1993. Impianti di riscaldamento con corpi scaldanti a convezione naturale. Metodi diequilibratura.
- UNI 10339:1995. Impianti aeraulici ai fini del benessere. Generalità, classificazione e requisiti.
- UNI EN 12599:2001. Ventilazione per edifici. Procedure di prova e metodi di misurazione per lapresa in consegna di impianti installati di ventilazione e di condizionamento dell'aria.
- UNI EN 12237:2004, Ventilazione degli edifici – reti delle condotte – resistenza e tenuta dellecondotte circolari di lamiera zincata.
- UNI EN 10412-1:2006. Impianti di riscaldamento ad acqua calda – Requisiti di sicurezza – Parte1: Requisiti specifici per impianti con generatori di calore alimentati da combustibili liquidi,gassosi, solidi polverizzati o con generatori di calore elettrici.
- UNI EN 12831:2006. Impianti di riscaldamento negli edifici. Metodo di calcolo del carico termicodi progetto.
- UNI EN 1886:2008. Ventilazione degli edifici. Unità di trattamento dell’aria. Prestazionemeccanica.
- UNI EN ISO 13790:2008. Prestazione energetica degli edifici - Calcolo del fabbisogno di energiaper il riscaldamento e il raffrescamento.

## **4. CENSIMENTO E PROGETTO DI RISOLUZIONE DELLE INTERFERENZE**

Trattandosi di opere da eseguirsi interamente all'interno della proprietà del Centro Sportivo Roero, non si riscontrano interferenze rilevanti con altri impianti o strutture non di pertinenza. Le uniche interferenze che potrebbero verificarsi riguardano le condotte dei rispettivi impianti. Occorre precisare che, poiché le sopracitate condotte sono di diametro contenuto, tutte le eventuali interferenze potranno essere risolte senza ingenti costi.

## **5. IDONEITÀ DELLE RETI ESTERNE E DEI SERVIZI ESISTENTI**

I servizi esistenti e le reti a cui si allacciano gli impianti del centro sportivo, risultano idonei per un corretto funzionamento degli impianti stessi.

## **6. INTERVENTO 1 - IMPIANTO DI COGENERAZIONE**

Il progetto esecutivo prevede l'installazione di un impianto di produzione di energia elettrica e termica mediante combustione di gas metano e prevede la realizzazione di tutte le opere ed infrastrutture a corredo e funzionali all'impianto.

La cogenerazione è allo stato attuale una delle tecnologie più efficienti per un uso razionale dell'energia; essa permette di produrre contemporaneamente energia elettrica e termica sfruttando in maniera ottimale l'energia primaria contenuta nel combustibile. In virtù di questa peculiarità, il Parlamento Europeo ha riconosciuto l'importanza della cogenerazione ai fini del raggiungimento degli obiettivi del protocollo di Kyoto, includendo tra le proprie priorità la definizione di normative volte a favorire la progressiva diffusione di impianti a produzione combinata di energia elettrica e calore.

**SESTING S.R.L. – SERVIZI STUDI INGEGNERIA**

C.so Vittorio Emanuele II, n. 170 – 10138 TORINO

Tel.: 011-197.80.485 - Fax: 011-197.81.572

E-mail: info@sesting.com - gianluca.toso@polito.it

La tecnologia prescelta permette di ottenere un'efficienza globale dell'impianto molto elevata. Il gruppo si compone di un motore a ciclo ottoal quale viene accoppiato un alternatore per la produzione di energia elettrica e un sistema di recupero termico con fluido acqua calda. Il gruppo sarà alloggiato in appositacofanatura idonea per installazione all'esterno e dotata di tutti i dispositivi di sicurezza richiesti per legge, tra cui:

- Dispositivo di arresto automatico in caso di sovratemperatura o scarsa pressione del circuito lubrificante;
- Dispositivo di arresto in caso di sovratemperatura dell'acqua di raffreddamento delle camicie;
- Dispositivi automatici di arresto del motore in caso di scarso livello di olio lubrificante;
- Dispositivo di arresto di sicurezza con elettrovalvola di interruzione dell'alimentazione del gruppo;

Inoltre, a valle del cogeneratore verrà installato un volano termico da 2000 l.

Tutto l'impianto sarà dotato di sistema di supervisione e controllo in grado di gestire sia tutte le attività di regolazione della macchina che le interfacce impianto/utente, compreso il monitoraggio dei dati e la contabilizzazione degli stessi. Il sistema può essere ulteriormente dotato di interfaccia ethernet per il telecontrollo al fine di garantire un'immediata risposta in caso di necessità di intervento.

## **6.1. PRODUZIONE ELETTRICA**

Si prevede di installare una macchina cogenerativa di potenza uguale o inferiore a 100 kW elettrici. La macchina verrà connessa in parallelo alla rete elettrica nazionale e l'energia prodotta verrà auto-consumata dal centro sportivo e in parte ceduta alla rete. Il punto di connessione del cogeneratore sarà il medesimo attualmente utilizzato come fornitura principale del centro sportivo, eventualmente rivisto a livello di dimensionamento del contatore. Si prevede un funzionamento intermittente dell'unità per un numero di ore annuali non superiore alle 3000. Al fine di massimizzare la resa del gruppo, questo sarà predisposto per "seguire" i carichi termici dell'edificio, versando in rete l'eventuale eccesso di energia elettrica prodotta.

## **6.2. PRODUZIONE TERMICA**

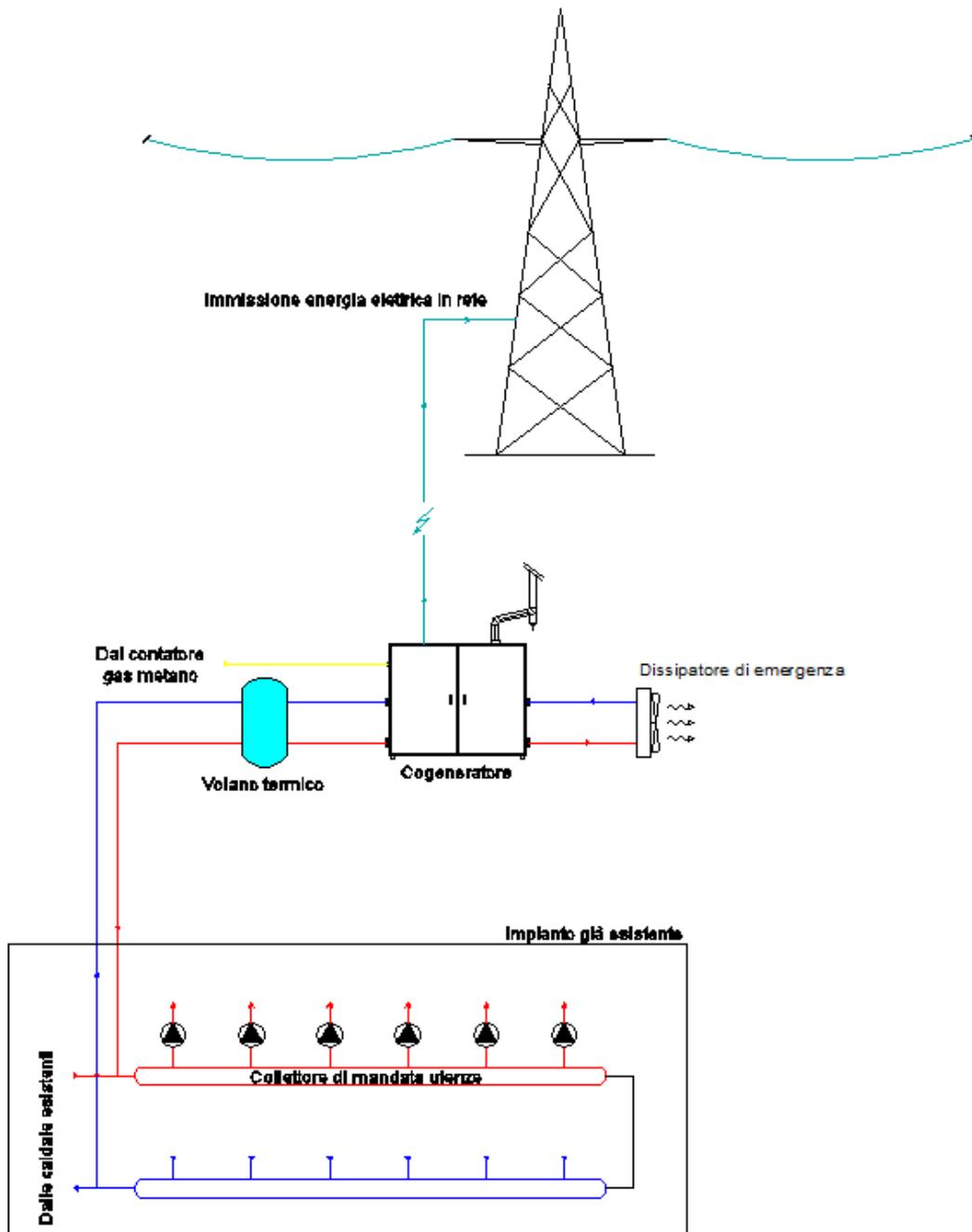
Per far fronte alla domanda di energia termica del centro sportivo si installa un cogeneratore di potenza uguale o inferiore a 100 kW elettrici. Questo sarà posto in parallelo con l'attuale impianto di generazione, il quale è costituito da una caldaia Riello da 1.163 kW (attualmente non utilizzata) e da due caldaie Wiessman ognuna da 628 kW.

Il cogeneratore è un motore a ciclo otto capace di produrre una grande quantità di energia termica dal raffreddamento delle camicie e dal recupero dei gas di scarico. Tale energia termica, recuperata attraverso scambiatori di calore tipo acqua/acqua e gas/acqua, viene trasferita alla rete di climatizzazione e produzione di acqua calda sanitaria del centro sportivo.

L'energia elettrica, che viene prodotta contemporaneamente a quella termica, viene utilizzata dal centro sportivo oppure mandata in rete e venduta.

Durante il periodo estivo, quando non c'è richiesta di riscaldamento dei locali del centro sportivo, il cogeneratore eroga la sola energia termica necessaria per la produzione di acqua calda sanitaria e per l'eventuale mantenimento della temperatura dell'acqua nelle vasche natatorie.

### 6.3. SCHEMA FUNZIONALE



## **6.4. EMISSIONI**

L'impianto in oggetto essendo caratterizzato da un ciclo a combustione interna è soggetto alle restrizioni in materia di inquinamento atmosferico ed emissione di gas e polveri nocive. La macchina sarà posizionata in esterno, all'interno di apposita cofanatura metallica fonoassorbente al fine di abbattere l'inquinamento acustico fino ai limiti prescritti dalla vigente normativa. La cofanatura sarà realizzata in carpenteria metallica pressopiegata e verniciata a polvere.

Lo scarico dei gas combusti dovrà avvenire ad un'altezza superiore di almeno un metro rispetto al colmo dei tetti circostanti, dei parapetti ed a qualunque altro ostacolo o struttura distante meno di dieci metri ed inoltre a quota non inferiore a quella del filo superiore dell'apertura più alta dei locali abitati situati a distanza compresa tra dieci e cinquanta metri. Al fine di effettuare le opportune verifiche sui gas combusti, il camino, come il condotto di adduzione, dovranno essere dotati di opportuni punti di misura e prelievo campioni.

## **6.5. CARATTERISTICHE TECNICHE DEL COGENERATORE**

La macchina cogenerativa presa in esame ha le seguenti caratteristiche:

- Potenza in alternata: 100kWe
- Fattore di potenza: 50 Hz
- Tensione: 380 V

Caratteristiche ambientali di riferimento secondo la norma ISO 8528 e UNI ISO 3046, adottando combustibile con PCI 35,9Mj/Nm<sup>3</sup>.

Motore otto (le caratteristiche sono variabili in funzione della specifica macchina)

- 4 tempi turbocompresso, raffreddato ad acqua con intercooler aria/aria
- Regolatore elettronico del numero di giri
- Cilindrata di 6870 cc, 6 cilindri in linea
- Velocità di rotazione: 1500 rpm
- Corsa: 125 mm
- Alesaggio: 108 mm
- Velocità media lineare del pistone: 6,3 m/s
- Radiatore multistadio a bassa rumorosità
- Pompa iniettore per ogni cilindro con controllo elettronico indipendente
- Batterie da 24 V per l'alimentazione degli ausiliari
- Sonde per allarmi di protezione e arresto motore
- Protezioni meccaniche
- Pulsante di arresto di emergenza
- Elettropompa per estrazione e filtraggio olio
- Sistema automatico di rabbocco del livello di olio lubrificante con serbatoio ausiliario

Alternatore trifase

- Dotato di neutro accessibile, autoregolato, autoeccitato, sincrono, senza spazzole, 4 poli, classe di isolamento H
- Regolatore di tensione
- Filtri EMC antidisturbo indotto

- Morsetto di terra PE
- Accoppiamento motore alternatore di tipo mono-supporto
- Cablaggio elettrico a bordo macchina

#### Trattamento fluidi

- Sistema di trattamento dell'olio lubrificante di tipo a circolazione forzata e filtraggio ausiliario
- Sistema di pre-filtraggio

#### Quadro di comando e di parallelo rete completo di:

- Comandi e strumentazione di controllo per il funzionamento manuale/test/automatico
- Centralina elettronica per la protezione del gruppo elettrogeno inserita in apposito quadro in carpenteria metallica
- Display digitale, controllo dei parametri elettrici e meccanici, predisposizione per controllo remoto
- Sincronizzatore e ripartitore di carico inseriti all'interno dell'elettronica
- Regolatore automatico del fattore di potenza

#### Sistema di recupero termico

- Sistema di recupero della potenza termica dissipata dal motore; completo di valvola termostatica a tre vie e scambiatore di calore corredato da sonde di controllo.
- Sistema di recupero del calore dai fumi di scarico, da integrare al termorecupero sul sistema di raffreddamento delle camicie e dell'intercooler; completo di valvola di bypass elettroattuata e scambiatore a piastre (o a fascio tubiero) di alta qualità corredato di sonde di controllo.

#### Sistema di abbattimento acustico

- Cofanatura con livello di rumorosità residua 72 dB(A) ad un metro di distanza, realizzata in carpenteria metallica verniciata, con portelli apribili per un'agevole manutenzione della macchina

**SESTING S.R.L. – SERVIZI STUDI INGEGNERIA**

C.so Vittorio Emanuele II, n. 170 – 10138 TORINO

Tel.: 011-197.80.485 - Fax: 011-197.81.572

E-mail: info@sesting.com - gianluca.toso@polito.it

Sistema di telecontrollo

- A mezzo internet, con controllo e aggiornamento gratuiti del software

Catalizzatore ossidante(se necessario)

- Ilcatalizzatore ossidante, oltre ad un tenue abbassamento delle emissioni, ha lo scopo principale di innalzare la temperatura dei gas di scarico, bruciando eventuali incombusti.

## **7. INTERVENTO 2 - UNITÀ DI TRATTAMENTO ARIA**

Le unità di trattamento aria sono dispositivi in grado di regolare la temperatura, l'umidità relativa e i parametri di comfort per l'aria preposta alla climatizzazione degli ambienti. La scelta di sostituire la macchina UTA esistente è stata indotta dalle pessime condizioni di operatività causate dalla presenza di cloro nell'aria trattata dal lungo periodo di esercizio. Nella fattispecie, le condotte di trasporto del vettore termico presentano evidenti corrosioni delle superfici.

L'attuale unità verrebbe sostituita con una più moderna ed efficiente macchina dotata di recuperatori di calore sull'aria in uscita. Queste macchine, grazie al recuperatore, permettono di utilizzare l'aria calda in uscita dagli ambienti per preriscaldare l'aria fredda proveniente dall'esterno. Inoltre, è possibile dotare la macchina di un'ulteriore recuperatore di calore per l'acqua di ricambio della piscina: l'acqua in uscita dalla piscina viene convogliata in un recuperatore di calore. Visti i grandi volumi di ricambio dell'acqua (15 m<sup>3</sup>al giorno) è possibile risparmiare in questo modo circa 300 kWh/giorno.

Grazie al recupero dell'aria e dell'acqua, si riduce drasticamente l'energia termica necessaria per il riscaldamento.

### **7.1. BENESSERE TERMOIGROMETRICO**

Si può parlare di condizioni di benessere termoigrometrico quando, con il minimo sforzo, il corpo umano si trova in condizioni di equilibrio termico con l'ambiente esterno escludendo l'intervento di meccanismi di termoregolazione umana. Nella norma UNI EN ISO 7730, il benessere termico è definito come la condizione mentale di soddisfazione termica nei confronti del microclima, definito come complesso dei parametri climatici degli ambienti confinanti, in grado d'influenzare gli scambi termici soggetto-ambiente.

L'equilibrio termoigrometrico ideale per un ambiente natatorio deve essere: 28/29 °C per la temperatura dell'aria e 55% UR (umidità relativa). Questa condizione termica è sufficiente a rendere ottimale un ambiente natatorio: se la piscina che si frequenta è un ambiente silenzioso con un clima "secco", senza odore di cloro, le superfici vetrate sono prive di rugiada e non si

percepisce le correnti determinate dall'aria di immissione, la sensazione percepita sarà di piacevole benessere.

Il rispetto dei parametri che determinano le condizioni di comforttermoigrometrico sono condizioni necessarie ma non sufficienti a garantire una buona qualità dell'aria anche da un punto di vista chimico-fisico-batterologico, infatti, non devono essere presenti inquinanti e non devono crearsi sensazioni di insoddisfazione nella maggior parte delle persone. A questo scopo si ricorre alla ventilazione la cui funzione essenziale è immettere negli ambienti aria fresca (presa dall'esterno e opportunamente filtrata) allo scopo di rinnovare l'aria contaminata e mantenere buone condizioni in fatto di qualità e temperatura. In un impianto natatorio, la frequenza dei ricambi d'aria nuova a bassa temperatura resta il punto cruciale: se è eccessiva, crea sprechi energetici e inquinamento ambientale; se insufficiente, produce ambienti malsani e rischi per la salute e per l'integrità della struttura.

## **7.2. ARIA DI RINNOVO**

L'aria di rinnovo ha una doppia funzione: compensare l'evaporazione e smaltire gli inquinanti. In un ambiente chiuso l'evaporazione continua fino al raggiungimento delle condizioni di equilibrio (dette di saturazione) caratterizzate da valori specifici di umidità relativa dell'ambiente del 100%.

Per diminuire l'umidità relativa dell'ambiente, la soluzione più semplice è quella di rinnovare aria. Il rinnovo dell'aria deve essere continuo in modo da evitare l'aumento naturale dell'umidità relativa.

Per il dimensionamento dell'impianto di ventilazione si sono fatte alcune considerazioni sull'aspetto più critico caratterizzante l'ambiente di una piscina al coperto, ovvero l'umidità relativa dell'aria. Di conseguenza, è necessario calcolare la portata di evaporazione dell'acqua, la quale è funzione della temperatura dell'acqua, della temperatura dell'aria, della velocità dell'aria e dell'umidità relativa dell'ambiente.

### Calcolo della portata di evaporazione dell'acqua

L'evaporazione dell'acqua in una piscina è un aspetto molto importante da considerare in fase di progetto. Quest'aspetto influisce sia per la progettazione degli impianti sia per gli impianti di climatizzazione dell'ambiente, se si tratta di una piscina coperta.

L'evaporazione dipende da alcuni parametri tra cui la temperatura dell'acqua ( $T_w$ ), la temperatura dell'aria ( $T_a$ ), la velocità dell'aria e l'umidità relativa dell'ambiente ( $\phi$ ).

Per valutare la portata oraria di acqua che evapora dalla superficie della piscina si è considerata la seguente formula di calcolo:

$$W = 4,16 * 10^{-5} * (P_w - P_a) * 3600 * F_a$$

Dove:

$W$  = grado di evaporazione sulla superficie d'acqua ( $\text{kg/h} \cdot \text{m}^2$ )

$P_w$  = pressione del vapore saturo alla temperatura dell'acqua in superficie (kPa)

$P_a$  = pressione del vapore saturo alla temperatura di rugiada dell'aria (kPa)

$F_a$  = fattore di attività

<b>Tipo</b>	<b>F<sub>a</sub></b>
Piscina privata residenziale	1,5
Piscina condominiale	1,5
Terme	1
Hotel	0,8
Piscina pubblica	0,65
Centri benessere	0,65

E' da notare come questo calcolo è stato fatto considerando alcune valutazioni semplificative quali:

- Un calore latente di fusione pari a 2330 kJ/kg
- Velocità dell'aria di 0,1 m/s

Dai calcoli emergono i seguenti risultati:

- Portata di acqua evaporata per la piscina principale di dimensioni 25 x 12,5 [m]

Area piscina principale	312,5	m <sup>2</sup>
Portata di acqua evaporata specifica	0,25	kg/h m <sup>2</sup>
Portata di acqua evaporata totale	80,03	kg/h

- Portata acqua evaporata per la piscina per bambini di dimensioni 8 x 4 [m]

Area piscina principale	32	m <sup>2</sup>
Portata di acqua evaporata specifica	0,299	kg/h m <sup>2</sup>
Portata di acqua evaporata totale	9,575	kg/h

Sommando le due portate si ottiene un'evaporazione complessiva pari a 89,6 kg/h di acqua che si miscela all'aria presente nell'ambiente.

#### Calcolo del ricambio minimo di aria

In accordo con la norma UNI 10339:1995, il minimo ricambio d'aria per una piscina pubblica è pari a:

$$2.5 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{m^3}{m^2} = 9 \frac{m^3}{m^2}$$

Poiché la superficie complessiva della piscina è pari a 860 mq circa, la portata minima di aria di ricambio deve essere pari a 7740 mc/h.

### **7.3. RECUPERO DI CALORE**

In una struttura come quella in esame, in cui vengono trattate quantità di aria consistenti, un ruolo molto importante nel contesto del risparmio energetico è svolto dai recuperatori di calore aria/aria.

I recuperatori di calore favoriscono il recupero energetico negli impianti ove è prevista l'introduzione dell'aria esterna di rinnovo e l'espulsione di aria viziata dai locali. Grazie allo

scambiatore di calore, l'aria estratta dall'interno del locale cede il suo calore all'aria di rinnovo proveniente dall'esterno, permettendo un recupero superiore al 50% dell'energia termica altrimenti espulsa dal locale.

Nello specifico caso applicativo è di fondamentale importanza che il recuperatore di calore sia progettato e strutturato in modo tale da permettere di recuperare sia la frazione di calore latente che quella sensibile contenuta nell'aria di espulsione/rinnovo.

#### **7.4.        *SCelta DELL'UNITÀ DI TRATTAMENTO ARIA***

Per rendere il più accurata possibile la selezione dell'unità trattamento aria per la piscina in esame, sono state prese in considerazione, oltre alla temperatura e umidità relativa dell'aria del locale, superficie della vasca, temperatura dell'acqua e tasso di occupazione, anche altri elementi quali numero di vasche ed il loro volume, la cubatura del locale, il numero di spettatori così come la presenza di giochi d'acqua speciali.

## **7.5. CARATTERISTICHE TECNICHE**

L'UTA prevista in progetto è una macchina realizzata specificatamente per aree wellness e pertanto dotata di particolari accorgimenti al fine di essere compatibile con l'ambiente aggressivo nel quale si troverà ad operare. Tutte le superfici ed i componenti a contatto con l'aria della piscina dovranno essere costituiti da materiali resistenti alla corrosione o trattati superficialmente con idonee verniciature.

Si precisa che, essendo l'UTA in oggetto una macchina "particolare", poiché espressamente progettata per la climatizzazione delle piscine natatorie, la voce riportata nell'analisi prezzi e nel computo metrico estimativo non rappresenta una voce del prezzario regionale (poiché non presente nello stesso) ma è frutto di un'analisi di mercato.

### Struttura

La struttura portante dell'unità è realizzata in profili di alluminio (o acciaio) con trattamento di anodizzazione al fine di assicurare la necessaria protezione all'ambiente aggressivo in cui si opera. I profili sono collegati tra loro mediante angoli in nylon rinforzati. Tutte le viti di fissaggio devono essere realizzate in acciaio inox.

### Involucro

L'involucro è realizzato con pannellature di tamponamento dello spessore di 40 mm realizzate in acciaio zincato e preverniciato (internamente ed esternamente) con strato di coibente in poliuretano di densità non inferiore a 35 kg/m<sup>3</sup>. Tutti gli elementi portanti e le chiusure dei componenti devono essere opportunamente trattati (verniciatura, trattamento chimico o pellicola sintetica) al fine di prevenire la corrosione.

### Sistema di serrande

La macchina dovrà essere dotata di opportuno sistema di serrande nei vari punti di funzionamento della macchina. Le serrande dovranno essere anch'esse opportunamente trattate per essere resistenti ad ambienti aggressivi. Tutte le serrande dovranno essere comandate singolarmente da un servomotore per la regolazione delle portate. Il

## **SESTING S.R.L. – SERVIZI STUDI INGEGNERIA**

C.so Vittorio Emanuele II, n. 170 – 10138 TORINO

Tel.: 011-197.80.485 - Fax: 011-197.81.572

E-mail: info@sesting.com - gianluca.toso@polito.it

posizionamento di ogni serranda durante il funzionamento dovrà essere visualizzato a display o tramite potenziometro stabilizzato.

### Ventilazione

Le sezioni ventilanti dovranno essere interamente trattate con verniciatura a polvere resistente alla corrosione. Le giranti saranno di tipo a pale curve indietro ad alto rendimento. I ventilatori dovranno essere dotati di rilevatore di pressione per la lettura della portata d'aria ed il rilevamento della differenza di pressione. I motori saranno di tipo elettronico ad inverter dotati di filtro di rete EMC e protezione non inferiore a IP54 con isolamento in classe F.

### Recuperatori di calore aria-aria

Il recuperatore di calore potrà essere realizzato con tecnologie e materiali diversi purché questo rispecchi determinate caratteristiche di resistenza alla corrosione e di efficienza. In particolare lo scambiatore in oggetto dovrà essere progettato per recuperare sia il calore sensibile sia il calore latente dell'aria trattata. Questo aspetto risulta di particolare importanza visto l'elevato tasso di umidità dell'aria trattata e il rispettivo calore estraibile da essa.

### Pompa di calore per la deumidificazione

La macchina dovrà essere dotata di pompa di calore integrata per la deumidificazione dell'aria. Nel caso, l'unità sarà dotata di circuito di regolazione della pressione ottimale di evaporazione per la deumidificazione dell'aria dipendente dalle portate e dalle condizioni della stessa. Dovrà altresì essere dotata di rilevatori analogici o digitali per la misurazione ed il controllo della bassa/alta pressione e temperatura sul circuito frigorifero, con monitoraggio sul display della macchina.

### Sistemi di recupero per il ricambio dell'acqua in vasca

L'unità di trattamento aria dovrà essere affiancata da sistema di scambio termico per il recupero di calore dell'acqua giornalmente ricambiata nella vasca. Il sistema di recupero potrà essere fatto sia con opportuno scambiatore di calore, sia con pompa di calore dedicata. Opportuni accorgimenti dovranno essere adottati affinché si utilizzi l'acqua di ricircolo (in espulsione) per il lavaggio dei filtri.

### Batterie acqua calda/fredda

La batteria ad acqua calda dovrà essere realizzata in materiale opportuno per assicurare la massima resistenza alla corrosione. La batteria dovrà essere dotata di valvola miscelatrice a tre vie azionata da servomotore modulante, comandata da termostato e centralina di regolazione, al fine di mantenere costante la temperatura dell'aria di mandata.

### Specifiche UTA

- Portata d'aria nominale: 22'000 m<sup>3</sup>/ora - circa 6 volumi/ora
- Capacità deumidificazione massima: 110 - 120 kg/ora
- Prevalenza ventilatori mandata/ripresa: 400 Pa
- Efficienza di recupero calore: > 50%

### Canali

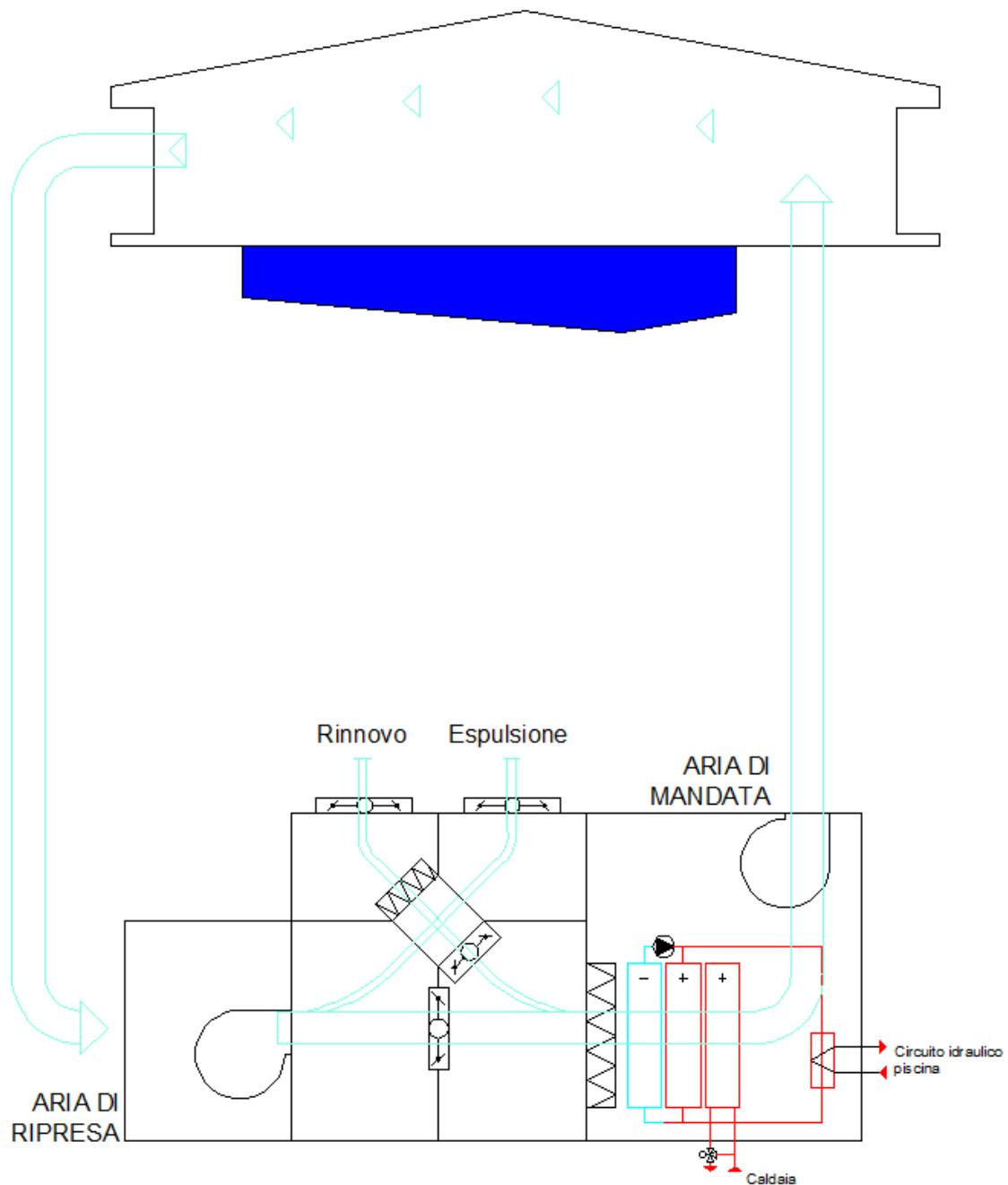
Per la distribuzione dell'aria è prevista la sostituzione degli attuali canali in lamiera zincata con nuovi in materiale poliuretano di sezione rettangolare, adatti all'utilizzo con bassa velocità e bassa pressione. Tutti gli staffaggi dovranno essere realizzati con profili in acciaio zincato. Le giunzioni prevederanno l'utilizzo di una colla epossidica per evitare reazioni chimiche con le particelle di cloro presenti nell'aria trattata, garantendo inoltre la piena impermeabilità.

## **7.6. RICAMBIO DI ACQUA**

Il comfort della piscina non è legato unicamente alla climatizzazione del locale, bensì anche al ricambio dell'acqua. Di conseguenza, è necessario ricavare la quantità d'acqua ricambiata nell'arco della giornata.

Per garantire una buona qualità dell'acqua è necessario immettere 15 m<sup>3</sup>/giorno. La quantità di acqua reimpressa si trova a temperatura dell'acquedotto e deve essere portata alla temperatura media delle vasche, pari a circa 31 °C. L'energia pertanto necessaria a portare l'acqua dalla temperatura di acquedotto a quella delle vasche è di circa 366 kWh.

## 7.7. SCHEMA GENERALE



## **8. INTERVENTO 3 - ISOLAMENTO A CAPPOTTO**

Nelle moderne tecnologie di costruzione degli edifici, si riserva sempre maggior attenzione alla riduzione del fabbisogno energetico degli stessi. La quota di maggior consumo di un edificio è proprio rappresentata dalla dispersione termica che si verifica attraverso le strutture confinanti con l'esterno. All'aumentare della differenza di temperatura tra interno ed esterno, si verifica una crescente dispersione di calore dall'ambiente più caldo a quello più freddo (interno – esterno). L'unico impedimento che il calore incontra è rappresentato proprio dalla struttura di separazione tra i due ambienti a temperature diverse.

Le moderne tecnologie e materiali hanno raggiunto oggi prestazioni isolanti di eccellente rilievo, in grado di soddisfare i più svariati impieghi adattandosi a diverse applicazioni specifiche.

### **8.1. SITUAZIONE ATTUALE**

Un'analisi energetica della struttura in esame (riportata nella relazione specifica) ha messo in evidenza come la tecnologia costruttiva, adottata nella realizzazione del centro sportivo, presenti una scarsa efficienza energetica, con indici di trasmittanza delle strutture molto elevati, a cui corrispondono dispersioni di calore altrettanto elevate.

#### Intervento previsto

Nel caso specifico, si prevede di dotare l'intera struttura di un sistema di isolamento a cappotto esterno con spessore dell'isolante pari ad 8 cm (conduttività pari a 0,019W/mK) o spessore diverso in funzione delle caratteristiche dell'isolante. Questa soluzione permette di fasciare l'intera struttura esposta verso l'esterno in modo omogeneo e continuo, riducendo drasticamente gli eventuali ponti termici presenti o che si avrebbero con un diverso sistema di isolamento (interno o intercapedine). L'intervento, eseguito all'esterno della struttura, assolverebbe anche alla funzione di nuovo aspetto estetico. Al fine di raggiungere prestazioni energetiche elevate della struttura, è indispensabile che il cappotto venga posato con cura e scrupolosità. Sarà da porre particolare attenzione all'adesione delle lastre isolanti alla struttura senza creare passaggi per la circolazione dell'aria che vanificherebbero l'intero intervento. La

continuità del materiale isolante dovrà essere garantita anche a mezzo di sovrapposizioni degli strati di isolante. Le finestre ed i davanzali dovranno essere opportunamente fasciati al fine di limitare i ponti termici ed i conseguenti possibili punti di formazione di condensa.

## **8.2. CARATTERISTICHE DELL'ISOLANTE**

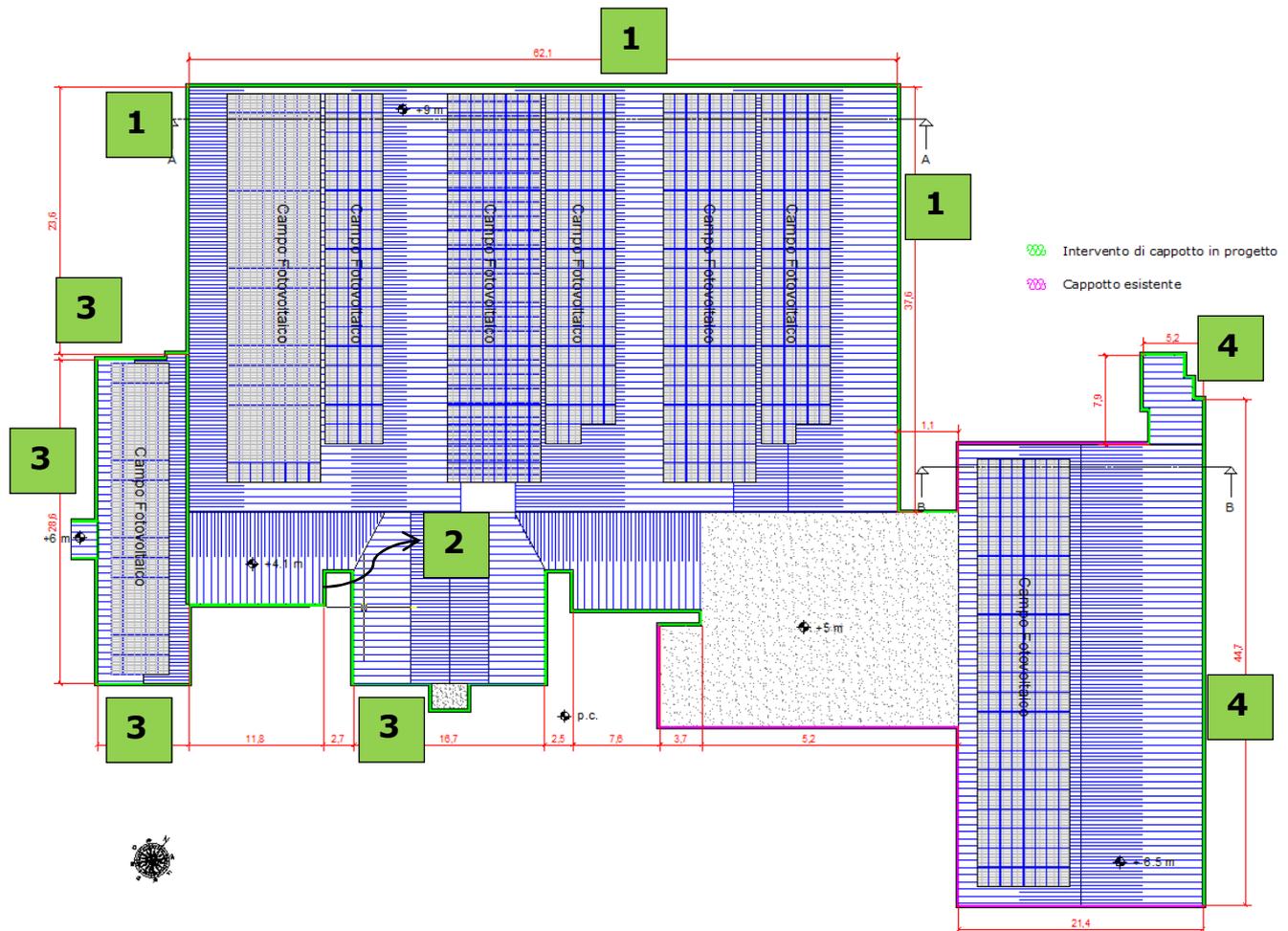
In riferimento all'analisi energetica allegata, al fine di poter raggiungere le prestazioni energetiche indicate è necessario utilizzare dei materiali che ricalchino le caratteristiche termoigrometriche e di trasmittanza prese in esame nel calcolo. Nello specifico è stato considerato un isolante di spessore pari ad 8 cm con conducibilità specifica pari a 0,019 W/mK. Il ridotto spessore, unito alle elevate prestazioni isolanti, permette alla struttura opaca verticale di rientrare entro i limiti di trasmittanza imposti dalla vigente normativa regionale DGR 46-11968 "Stralcio di piano per il riscaldamento ambientale e il condizionamento". Materiali isolanti diversi sono ammessi, purché ne venga opportunamente variato lo spessore al fine di mantenere le prestazioni di progetto.

<b>Cappotto</b>	
<b>Spessore [cm]</b>	<b>Conducibilità [W/mK]</b>
8	0,019

## **8.3. CALCOLO DELLA TRASMITTANZA DELLE STRUTTURE OPACHE**

Al fine di verificare l'efficacia dell'isolamento la cui conducibilità è pari a 0,019 W/mK, sono stati svolti i calcoli della trasmittanza delle superfici verticali ed orizzontali nello stato attuale e nello stato di progetto. Questi vengono di seguito riportati:

### 8.3.3. Confronto tra lo stato di fatto e lo stato attuale



ELEMENTO OPACO		TRASMITTANZA			
N.	DESCRIZIONE	STATO DI FATTO	STATO DI PROGETTO	Valore limite DGR 46-11968	RIDUZIONE
1	Parete esterna	1.80	0.24	0.33	87%
2	Parete esterna S = 30	2.00	0.21	0.33	90%
3	Parete esterna S = 40	1.70	0.21	0.33	88%
4	Parete esterna non isol. piscina	2.50	0.22	0.33	91%
5	Soffitto esterno	1.20	0.23	0.30	81%
6	Soffitto esterno piscina	0.88	0.23	0.30	74%

Come si può osservare dalla tabella le trasmittanze delle superfici opache che separano gli ambienti climatizzati subiscono una considerevole riduzione grazie all'intervento di isolamento termico. Inoltre, le trasmittanze delle superfici opache coibentate risultano inferiori ai limiti massimi forniti dal DGR 46 – 11968.

Infine si osserva che alcune pareti della piscina e degli spogliatoi ad essa associati, sono state precedentemente coibentate.

### **8.3. FINITURA SUPERFICIALE**

La struttura del centro sportivo ha già subito un intervento di cappottatura esterna di recente realizzazione in una porzione ridotta della piscina e dei relativi spogliatoi annessi. Al fine di mantenere un'omogeneità estetica dell'intero complesso, si prevede di rivestire lo strato coibentante con lamiera ondulata in alluminio pre-verniciato 8/10 (colore silver) posizionato in orizzontale.

Oltre a questa soluzione, si prevede una cappottatura a raso su alcune superfici dell'edificio. La tecnica consiste nella preparazione preventiva delle superfici esterne dei manufatti, nell'applicazione su di esse tramite incollaggio, dei pannelli isolanti di natura, consistenza e spessore ritenuti più idonei, nella rifinitura con intonaco rasante a due strati da applicare "bagnato su bagnato" o in tempi immediatamente successivi l'uno dall'altro, con interposta rete in fibra di vetro di vario tipo ed infine con trattamento superficiale di finitura.

### **8.4. SISTEMA DI FISSAGGIO**

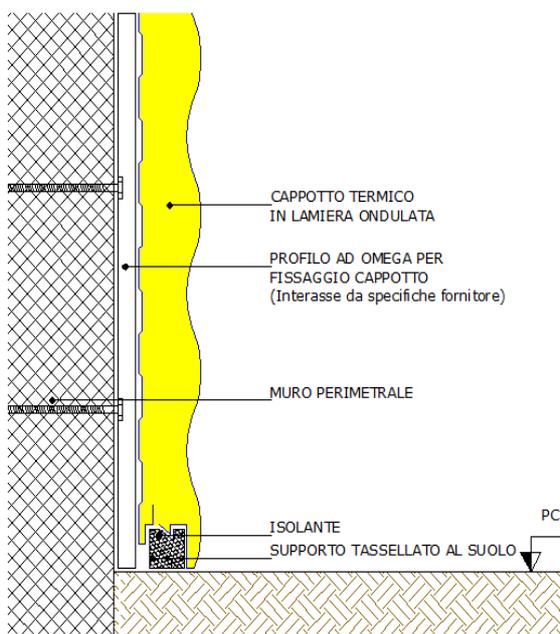
Il cappotto esterno dovrà essere vincolato alle pareti da apposita sottostruttura con fissaggio di viteria inox di elevata qualità, a sua volta fissata al muro esistente tramite tasselli o barre filettate con ancorante chimico.

## **8.5. FINITURE DELLE APERTURE VETRATE**

In corrispondenza delle aperture finestrate, il cappotto dovrà altresì estendersi sullo sguincio fino in battuta alla mazzetta (dove presente) o del telaio stesso dell'infisso. Il rivestimento isolante dello sguincio dovrà essere di spessore opportunamente ridotto al fine di permettere la corretta apertura degli infissi. Lattoneria piana dovrà essere prevista per rivestire l'isolante a copertura dello sguincio.

## **8.6. PARTICOLARI COSTRUTTIVI DEL CAPPOTTO RIVESTITO IN LAMIERA ONDULATA**

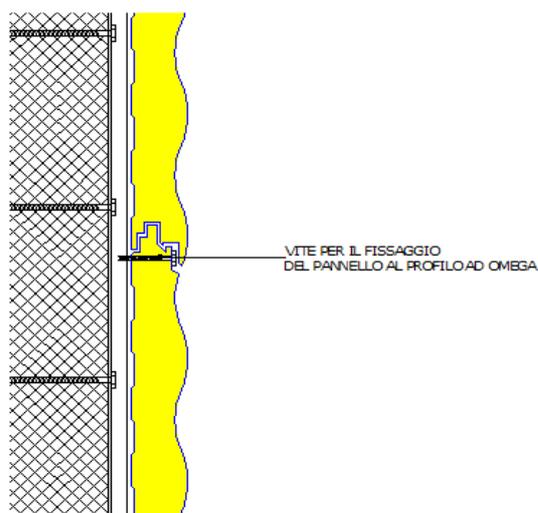
### Fissaggio di base



L'isolante termico è rivestito in lamiera ondulata ed è fissato al muro attraverso un profilo ad omega.

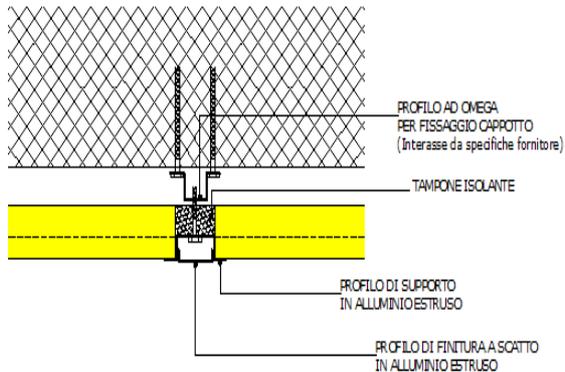
Il cappotto è ancorato al suolo attraverso un supporto metallico, riempito internamente con del materiale isolante ed ancorato al suolo attraverso un tassello.

### Fissaggio del pannello coibentato al muro



Il giunto trasversale è realizzato grazie a due idonei profili metallici che consentono l'unione dei pannelli isolanti. In tale punto l'isolante rivestito in lamiera è ancorato al profilo ad omega, a sua volta avvitato alla muratura con un interasse tra le viti che deve rispettare le richieste del fornitore.

### Giunto testa a testa

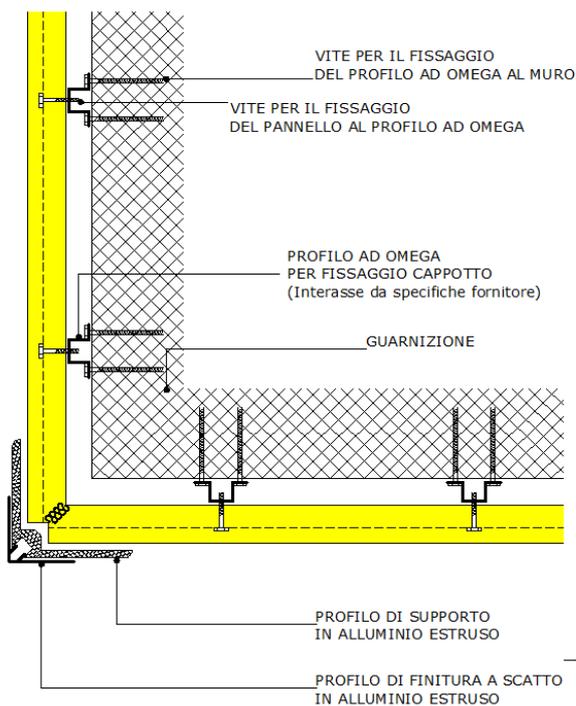


Il giunto testa a testa si realizza attraverso un profilo di supporto in alluminio estruso e da un supporto di finitura che uniscono i due pannelli longitudinalmente.

Per evitare un ponte termico, si posa un tampone isolante a contatto del profilo di supporto.

Il cappotto viene poi ancorato alla muratura attraverso un profilo ad omega.

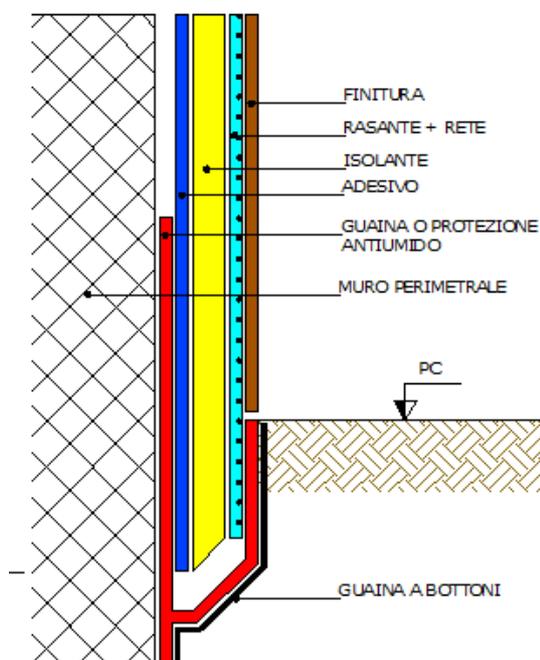
### Raccordo d'angolo



Il raccordo ad angolo si realizza interponendo una guarnizione tra i due strati isolante, i quali saranno rifiniti da un profilo ad angolo di supporto in alluminio estruso e da un profilo di finitura a scatto.

## **8.7. PARTICOLARI COSTRUTTIVI DEL CAPPOTTO A RASO**

### Zoccolatura a filo senza isolamento perimetrale

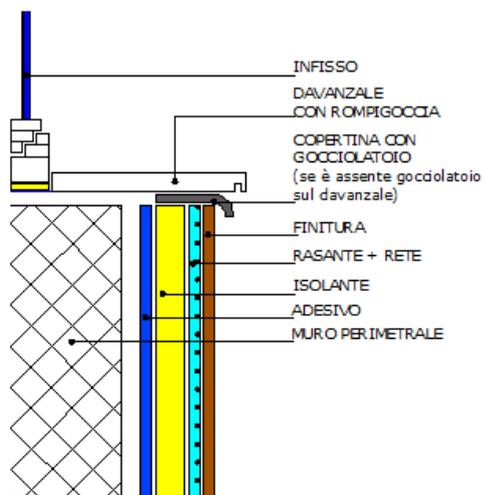


L'isolamento perimetrale delle superfici opache verticali dovrà realizzarsi per una certa quota sotto il piano campagna e dovrà essere circondato da una protezione contro la risalita dell'umidità a sua volta preservata da una guaina a bottoni.

Come si osserva dal particolare costruttivo, la cappottatura viene realizzata posando direttamente sul pannello uno strato di collante che permette di fare tenuta con la muratura. Sul lato esterno dell'isolante, si esegue uno strato di rasatura su cui si annega una rete in fibra di vetro. Per concludere la cappottatura, si realizza uno strato di finitura.

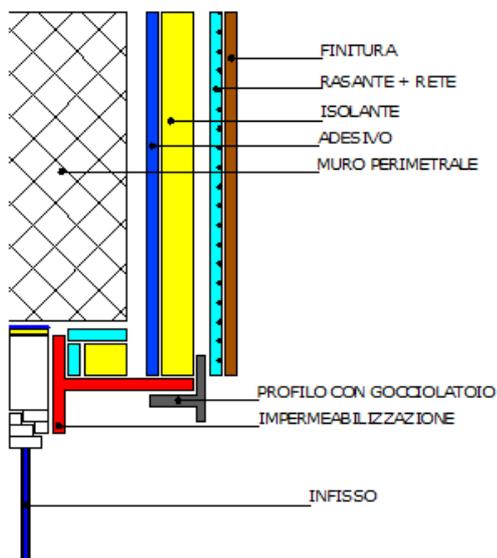
Si precisa che la rasatura ha la funzione di assorbire e ripartire le tensioni dovute alle dilatazioni termiche dell'isolante. In questa logica, la rete in fibra di vetro serve per massimizzarne le prestazioni.

Cappottatura sottostante al davanzale preesistente di una finestra



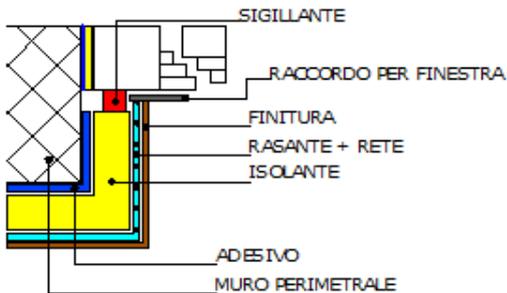
Per evitare che il cappotto si bagni, se il davanzale non è dotato di rompigoccia, si posa una copretina in lamiera con gocciolatoio sopra l'isolante.

Cappottatura soprastante la finestra esistente



Si osserva l'uso dell'impermeabilizzante a ridosso dell'infisso e del profilo con gocciolatoio.

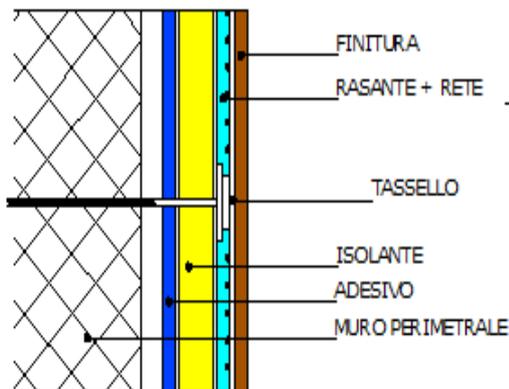
### Sezione orizzontale di una finestra



Si raccomanda l'uso di un sigillante tra l'infisso e lo strato di isolante.

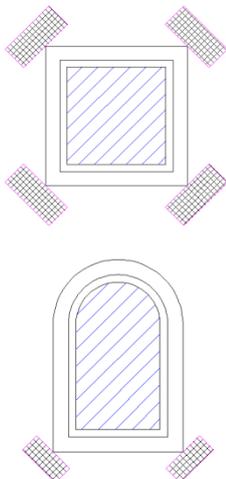
Inoltre, prima dell'installazione degli infissi si raccomanda la posa di uno strato di isolante più sottile in grado di isolare l'infisso dalla parete e tale da garantire la corretta apertura degli infissi.

### Tassellatura dell'isolante



La tassellatura deve penetrare all'interno della muratura per almeno 5 cm e non prima che il collante sia essiccato. La testa del tassello deve essere complanare al pannello.

### Aperture



In corrispondenza degli angoli delle aperture si applica un rinforzo della rete in fibra di vetro.

La sovrapposizione tra due fogli adiacenti di rete di fibra di vetro deve essere almeno di 100 mm.

## **9. INTERVENTO 4 - SOSTITUZIONE INFISSI**

Una delle principali fonti di dispersione termica è costituita dagli infissi che, vista la discontinuità col cappotto di isolamento, danno vita a un "ponte termico" con l'esterno. La progettazione ed il calcolo del fabbisogno termico dell'edificio pertanto necessitano di una attenta analisi degli infissi e delle aperture verso l'esterno.

Nel caso in esame per non vanificare l'effetto dell'isolamento a cappotto delle pareti e completare la riqualificazione dell'edificio si è prevista la sostituzione dei vecchi infissi con nuovi serramenti in PVC che garantiscono buoni risultati in termini di efficienza energetica. La soluzione prevista dovrà garantire una trasmittanza termica media pari a 1,4 W/mqK, grazie alla struttura a doppia lastra vetrata 3+3 con una intercapedine di 16 mm occupata da gas argon. L'utilizzo del gas argon, abbinato a lastre vetrate basso emissive, migliora l'effetto isolante dell'infisso ed evita l'emissione di onde termiche elettromagnetiche di spettro differente da quello della luce solare ( $u_g=1,0$  W/mqK).

<b>Materiale</b>	PVC
<b>Numero lastre</b>	2
<b>Spessore lastre [mm]</b>	6
<b>Spessore intercapedine [mm]</b>	16
<b>Gas</b>	Argon
<b>Trasmittanza vetro <math>U_g</math> [W/m<sup>2</sup>K]</b>	1,0
<b>TRASMITTANZA [W/m<sup>2</sup>K]</b>	1,4

## **11. CONCLUSIONI**

A seguito delle analisi effettuate sull'edificio esistente si riportano di seguito i risultati ottenuti con gli interventi precedentemente descritti, in relazione ai parametri imposti da bando.

In particolare il bando promuove interventi di riqualificazione energetica di edifici esistenti i quali permettano nel contempo di:

- Dimezzare il fabbisogno di energia per il riscaldamento (somma dell'energia dispersa per trasmissione e ventilazione e degli apporti gratuiti)
- Rispettare i valori massimi di trasmittanza , così come riportati nella tabella 2 del bando

Per l'edificio in esame, al fine di raggiungere le prestazioni richieste si sono apportati i seguenti interventi:

- Posa di cappotto isolante esterno all'edificio
- Sostituzione della copertura dell'edificio
- Sostituzione dell'unità di trattamento aria a servizio della piscina
- Sostituzione dei serramenti
- Installazione di un cogeneratore alimentato a gas metano

Risultati ottenuti:

- Il fabbisogno di energia per il riscaldamento è stato ridotto da 26,16 kWh/m<sup>3</sup>, così come riportato nell'"Analisi energetica prima dell'intervento" al paragrafo 6 capoverso c), a 8,62 kWh/m<sup>3</sup>, così come riportato nell' "Analisi energetica dopo l'intervento" al paragrafo 6 capoverso c).
- La trasmittanza degli elementi costituenti l'involucro è stata così modificata, in relazione ai limiti imposti dal bando:

<b>Elemento</b>	<b>W/m<sup>2</sup>K di progetto</b>	<b>W/m<sup>2</sup>K limite</b>
<b>Strutture opache verticali</b>	0,21	0,25
<b>Strutture orizzontali</b>	0,23	0,23
<b>Chiusure trasparenti</b>	1,4	1,4

Come riportato al paragrafo 6 della relazione energetica.