



COMUNE DI BUONCONVENTO
VIA SOCCINI, 32 - BUONCONVENTO (SI)

**PROGETTO DI ADEGUAMENTO NORMATIVO DELL'IMPIANTO
NATATORIO COMUNALE DI BUONCONVENTO ALLA L.R. 8/2006 E
S.M.I. ED AL REGOLAMENTO REGIONALE N. 54/R DEL
13/05/2006, ED EFFICIENTAMENTO ENERGETICO
UBICAZIONE: VIA I MAGGIO - BUONCONVENTO (SI)**

– PROGETTO ESECUTIVO –

**RELAZIONE DI CALCOLO:
IMPIANTI MECCANICI
ELABORATO 24.**



STUDIO TECNICO A. BORGOGNI & A. PISPICO
I N G E G N E R I A S S O C I A T I

Via Cassia Aurelia I, n°25 - 53043 Chiusi Scalo (SI)

Telefono Fax: 0578 228174

E-mail: apbstudio@yahoo.it

PEC: alberto.borgogni@ingpec.eu; annita.pispico@ingpec.eu

Codice Fiscale/Partita Iva: 01107050526

INDICE

1. PREMESSA.....	2
2. RIFERIMENTI NORMATIVI.....	2
3. IMPIANTO DI FILTRAZIONE VASCA SECONDARIA.....	3
3.1. Classificazione delle piscine	3
3.2. Tipologia delle vasche (Art. 5 L.R. 8/2006)	3
3.3. Tempo di ricircolo	4
3.4. Velocità tubazioni.....	5
3.5. Rinnovo acqua di vasca.....	5
3.6. Rinnovo aria	5
4. NECESSITA' TERMICHE FABBRICATO	5
4.1. RICHIESTA PER GLI AMBIENTI	5
4.1.1. DATI GENERALI PROGETTO	5
4.1.2. DATI DI CALCOLO.....	6
4.1.3. DATI CLIMATICI INVERNALI	6
4.1.4. CALCOLO FABBISOGNO POTENZA SINGOLI AMBIENTI.....	6
4.1.4.1. SPOGLIATOI.....	6
4.1.4.2. PISCINA: minima aria esterna (°).....	8
4.1.4.3. PISCINA: massima aria esterna (°°).....	9
4.1.5. RIEPILOGO PER AMBIENTI	10
4.2. RICHIESTA TERMICA ACQUA	10
4.2.1. EVAPORAZIONE ACQUA	10
4.2.2. RINNOVO ACQUA DI VASCA	11
4.3. RICHIESTA TERMICA COMPLESSIVA.....	12
5. PRODUZIONE ACQUA CALDA SANITARIA.....	12
6. COGENERATORE	12
7. RISCALDAMENTO SPOGLIATOI: batteria UTA	13
8. VASO DI ESPANSIONE PRINCIPALE	14

RELAZIONE TECNICA

OGGETTO: Progetto di adeguamento normativo dell'impianto natatorio comunale di Buonconvento alla L.R. 8/2006 e s.m.i. ed al Regolamento Regionale n.54/R del 13/05/2006, ed efficientamento energetico

Ubicazione: Via I Maggio - Buonconvento (SI)

Proprietà: Comune di Buonconvento - Via Soccini, 32 - Buonconvento (SI)

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO: IMPIANTI MECCANICI

1. PREMESSA

Il presente progetto esecutivo è relativo all'adeguamento normativo dell'impianto natatorio comunale di Buonconvento alla L.R. 8/2006 e s.m.i. ed al Regolamento Regionale n.54/R del 13/05/2006, ed efficientamento energetico.

Si tratta di una struttura esclusivamente destinata ad impianto natatorio ed opere accessorie di proprietà dell'Amministrazione Comunale di Buonconvento ubicata in Via I Maggio, nel Comune di Buonconvento, e censita al N.C.E.U. al Foglio 43 mappale 441.

L'impianto natatorio comunale in oggetto, ultimato nel 1996, presenta una superficie in pianta di circa 1600 mq e si sviluppa unicamente su un piano terra. Si tratta di una struttura di tipo convertibile, ovvero che può risultare a cielo aperto in estate e chiusa in inverno grazie ad una copertura di tipo scorrevole posta sopra le vasche.

La presente relazione riporta le verifiche effettuate in termini di requisiti igienico-sanitari e descrive gli interventi e i lavori di adeguamenti previsti nel presente progetto.

Si è presa visione dei pareri di competenza espressi dagli organi di controllo ed enti competenti sul progetto definitivo approvato in atti, in particolare si è visionato il parere favorevole con prescrizioni espresso dal Dipartimento di prevenzione U.F. Igiene Pubblica e Nutrizione Zona Senese dell'Azienda USL Toscana Sud Est, ricevuto dal Comune di Buonconvento con Prot. n°0012201/2018 del 08/10/2018, prendendo atto e risolvendo nel progetto esecutivo le prescrizioni ivi riportate.

Nella trattazione si fa specifico riferimento alla L.R. 8/2006 e s.m.i., che detta disposizioni inerenti i requisiti strutturali delle piscine ed i requisiti chimici, fisici e microbiologici delle acque, e al relativo regolamento di attuazione n. 54/R del 13/05/2006 e s.m.i.

2. RIFERIMENTI NORMATIVI

- D.M. N° 37 DEL 22/01/2008 – Regolamento concernente l'attuazione dell'art. 11-quaterdecies comma 13 lettera a) della legge n°248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia d'attività d'installazione degli impianti all'interno degli edifici.
- Legge n°10/91: "Norme per l'attuazione del piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia";
- D.P.R. 551/99: "Regolamento recante modifiche al decreto del presidente della repubblica 26 agosto 1993, n. 412, in materia di progettazione, installazione, esercizio e manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia";

- D.lgs. 192/05: "Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia". Come modificato dal D.lgs. 311/06;
- Decreto 26 giugno 2015: "Chiarimenti in materia di efficienza energetica in edilizia."
- Norma UNI 9182: "Impianti di alimentazione e distribuzione di acqua fredda e calda. Criteri di progettazione, collaudo e gestione.";
- D.M. 01/12/75 "Generatori di calore per impianti di riscaldamento ad acqua calda sotto pressione con temperatura non superiore a quella di ebollizione a pressione atmosferica".
- Norma UNI 10412: "Impianti di riscaldamento ad acqua calda - prescrizioni di sicurezza".
- RACCOLTA R - Edizione 2009 e s.m.i.
- Norma UNI 10339: "Impianti aeraulici ai fini del benessere - generalità, classificazione e requisiti - regole per la richiesta, l'ordine e la fornitura".
- Norma UNI 9884/97.
- Norma UNI EN 12056 -2. Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici - Impianti per acque reflue, progettazione e calcolo.
- Norma UNI EN 12056 -3. Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici - Sistemi per l'evacuazione delle acque meteoriche, progettazione e calcolo.
- Norma UNI/TS 11300 - 1, Norma UNI/TS 11300 - 2, Norma UNI/TS 11300 - 3, Norma UNI/TS 11300 - 4: "Prestazioni energetiche degli edifici"
- UNI EN 12831: "Impianti di riscaldamento negli edifici. Metodo di calcolo del carico termico di progetto"
- Legge regionale 09 marzo 2016, n. 23 - Norme transitorie in materia di piscine ad uso natatorio. Modifiche alla L.R. 8/2006;
- Decreto del Presidente della Giunta Regionale 13 maggio 2015, n. 54/R - Modifiche al regolamento emanato con decreto del Presidente della Giunta regionale 5 marzo 2010, n. 23/R (Regolamento di attuazione della legge regionale 9 marzo 2006, n. 8 "Norme in materia di requisiti igienico- sanitari delle piscine ad uso natatorio");
- Legge regionale 23 dicembre 2014, n. 84 - Modifiche alla legge regionale 9 marzo 2006, n. 8 (Norme in materia di requisiti igienico-sanitari delle piscine ad uso natatorio). Nuove disposizioni in materia di piscine ad uso natatorio;
- Regolamento 26 febbraio 2010, n. 23/R - Regolamento di attuazione della legge regionale 9 marzo 2006, n. 8 (Norme in materia di requisiti igienico - sanitari delle piscine ad uso natatorio);
- Legge regionale 9 marzo 2006, n. 8 - Norme in materia di requisiti igienico-sanitari delle piscine ad uso natatorio;
- Norma UNI 10637:2015 - Requisiti degli impianti di circolazione, filtrazione, disinfezione e trattamento chimico dell'acqua di piscina;

3. IMPIANTO DI FILTRAZIONE VASCA SECONDARIA

3.1. Classificazione delle piscine

Con riferimento all'Art.3 della L.R. 8/2006 le piscine vengono classificate in base alla loro destinazione.

Il complesso natatorio in oggetto dell'impianto natatorio del Comune di Buonconvento può essere classificato all'Art.3 comma 1 lettera a) punto 1) come piscina, di proprietà pubblica, destinate ad un'utenza pubblica ovvero piscina pubblica aperta al pubblico.

3.2. Tipologia delle vasche (Art. 5 L.R. 8/2006)

L'impianto natatorio comunale di Buonconvento in oggetto presenta n°2 vasche, di cui una principale di dimensioni 25x12,5m, con profondità variabile da 1,2 a 1,8 m, e

una secondaria di dimensioni 12,5x8 m con profondità costante pari a di 70 cm.

Con riferimento all' Art. 4 del D.P.G.R. 23/R/2010 le vasche sono classificate, in base alla loro utilizzazione, come segue:

- Vasca principale - **tipologia a)** ovvero **vasche per nuotatori** a cui si applicano le norme FIN. La vasca ha una superficie di 312,50 mq ed un volume d'acqua complessivo di circa 470 mc.
- Vasca secondaria - **tipologia c)** ovvero **vasche ludico-ricreative**. La vasca ha una superficie di 100 mq ed un volume d'acqua complessivo di circa 70 mc.

3.3. Tempo di ricircolo

Per la vasca secondaria viene realizzato un impianto di filtrazione dedicato così strutturato:

- Alimentazione vasca da acquedotto comunale
- Dimensioni massime 12,5,00 x 8,00 mt.
- Superficie 100,00 mq
- Volume acqua UNI 70 mc
- Tempo di ricircolo massimo 2 h
- Due filtri con relative pompe (+ 1 di scorta) da 20 mc/h x 2 = 40,00 mc/h
- N° di ricircolo giornalieri: 13,7
 - Tempo di ricircolo < 2 h
- N° persone 100,00 mq: 2 mq/persona = 50 persone
- Canali sfioratori orizzontali su lati lunghi della vasca
- Volume vasca di compenso = 7,00 mc
- N° 2 filtri in poliestere e fibra di vetro con collettori del tipo a massa filtrante multistrato
 - _ H 940 mm.
 - _ Diametro 710mm.
 - _ Portata 20 mc/h
 - _ Attacchi filtro diametro 2 pollici
 - _ Superficie di filtrazione 0,70 mq
 - _ Velocità di filtrazione 50 mc/h/mq
 - _ Valvole seletttrici a sei posizioni diametro 75
- N° 2 prefiltri incorporati nelle pompe di circolazione
- Pompe di circolazione: n. 2 autoadescanti (+ una di scorta)
 - _ Corpo pompa in materiale plastico
 - _ Girante pompa in acciaio
 - _ Albero in acciaio inox
 - _ Tenuta meccanica in acciaio inox AISI 316 e ossido di alluminio
 - _ Alimentazione 230/400 V - 50 Hz
 - _ Potenza 2,0 kW
 - _ Giri 2.800 g/min.
 - _ Classe di protezione IP 55
 - _ Portata (cadauna) 20 mc/h
 - _ Prevalenza 12 mt. c.a.
 - _ Attacchi pompa Dna 63 / Dnm 63
 - _ Cestello prefiltri grandi dimensioni
- Tubazioni, raccordi, valvole in PVC UNI EN 1452:02 (ex 7441)
- Velocità dell'acqua nelle tubazioni < 2 mt./s
- Valvole a monte e valle delle pompe di ricircolo
 - _ Valvola a farfalla in PVC diam. 75/90

- Valvole di non ritorno
- _ Corpo in PVC e attacchi in PVC
- Controllo pH: pompa dosatrice riduttore pH
- Controllo Cl: pompa dosatrice cloro
- punti di prelievo previsti:
 - _ acqua di reintegro (con rubinetto metallico)
 - _ acqua di vasca
 - _ acqua di immissione vasca (con rubinetto metallico)

3.4. Velocità tubazioni

La portata prevista per l'impianto è di circa 40mc/h. Con tale portata si determina una velocità nel collettore di mandata, PVC PN10 De90, di circa 2,1 m/s e quindi inferire ai 2,5m/s massimi previsti al punto 5.2.1 della UNI 10637. Il collettore di ritorno è realizzato con PVC PN10 De110, pertanto si determina una velocità di circa 1,36m/s e quindi inferire ai 1,7m/s massimi previsti al punto 5.2.1 della UNI 10637. Risultano rispettate anche le perdite lineari per metro lineare massime ammissibili.

3.5. Rinnovo acqua di vasca

Al fine del mantenimento della qualità dell'acqua di vasca, ai sensi del paragrafo 5.9.1 (R), è previsto un rinnovo dell'acqua paria al 2,5% della somma dell'acqua di vasca e del 60% del volume convenzionale della vasca di compenso.

Per la vasca piccola si hanno:

$$0.025 \times (70 + 0.6 \times 7) = 1855 \text{ litri giorno}$$

Per la vasca grande si hanno:

$$0.025 \times (470 + 0.6 \times 30) = 12200 \text{ litri giorno}$$

3.6. Rinnovo aria

Attualmente la piscina è dotata di una unica U.T.A. con capacità di immissione di 30.000 mc/h e di ripresa di 23000 mc/h ed è in grado di garantire un ricambio d'aria di maggiore degli 8250 mc/h minimi per il locale vasca (20 mc/h per metro quadrato di vasca imposti da regolamento).

Nelle zone destinate allo spogliatoio (circa 1300 mc) il ricambio d'aria sarà garantito dalla medesima U.T.A. che apporterà almeno 5200 mc/h in (superiore ai 4 volumi ora).

La somma dei ricambi d'aria minimi per la vasca (8.250 mc/h) più gli spogliatoi (5.200 mc/h) da un totale di 13.450 mc/h, valore inferiore ai 23000 mc/h in grado di far riciclare la macchina attualmente presente.

Le modifiche previste per gli spogliatoi comportano l'introduzione di una unità di trattamento aria dedica. La mandata della U.T.A. attuale verrà depotenziata di circa 5600mc/h, ciò non modifica la quantità di aria esterna che può immettere la U.T.A.

4. NECESSITA' TERMICHE FABBRICATO

4.1. RICHIESTA PER GLI AMBIENTI

4.1.1. DATI GENERALI PROGETTO

Ambito di intervento

Riqualficazione energetica

Metodologia di calcolo	Metodo di calcolo di progetto
Procedura di calcolo	Nazionale - D.Lgs. 19 agosto 2005, n. 192, e s.m.i.
Edificio pubblico	Si
Classificazione edificio	E.6 (1) - Piscine, saune e assimilabili

4.1.2. DATI DI CALCOLO

Al fine del dimensionamento dell'impianto di condizionamento invernale degli ambienti sono state assunte le seguenti condizioni climatiche:

- inverno temperatura esterna -2°C;
- inverno temperatura interna spogliatoi 20°C;
- inverno temperatura interna vasca 28°C;

Per le dispersioni termiche sono state considerate le strutture verticali esistenti.
I calcoli hanno prodotto i seguenti risultati:

4.1.3. DATI CLIMATICI INVERNALI

Provincia		Siena
Comune		Buonconvento
Zona climatica		D
Gradi giorno		1598
Altezza sul livello del mare	[m]	147
Temperatura esterna di progetto invernale	[°C]	-2,00
Temperatura esterna media annuale	[°C]	15,20
Fattore di correzione fg1		1,45
Fattore di correzione fg2		0,31
Fattore di correzione Gw		1,00

Fattori di correzione per esposizione:

Nord	1,20
Nord - Est	1,20
Est	1,15
Sud - Est	1,10
Sud	1,00
Sud - Ovest	1,05
Ovest	1,10
Nord - Ovest	1,15

4.1.4. CALCOLO FABBISOGNO POTENZA SINGOLI AMBIENTI

4.1.4.1. SPOGLIATOI

Locale : 000001 Spogliatoi Piano: 0
 Impianto termico : 1 Spogliatoi
 Zona termica : Z1 Spogliatoi
 Categoria d'uso : E.6(3) Servizi di supporto alle attività sportive
 Temperatura interna di progetto (°C): 20,00
 Impianto di ventilazione meccanica 1
 Ricambi d'aria ventilazione (vol/h): 4,00
 Superficie in pianta locale (m²): 416,00
 Volume netto locale (m³): 1248,00

Dispersioni del locale

Esp.	Struttura		Trasmit. (W/m²K)	Area (m²)	Dt (°C)	coeff. esp.	dispers. (W)	H (W/K)	cod. ostr.	Fs	A eq. (m²)
T	PAV	Solaio controterra	1,2400	465,00	7,5	1,00	4324	576,60			
OR	COP2	Cpertura piana non praticabile	1,7410	465,00	22,0	1,00	17810	809,57			23,315
N	FIN2	Finestra h180	2,8830	16,74	22,0	1,20	1274	48,26			0,579
N	PE1	Parete palestr	1,2090	109,26	22,0	1,20	3487	132,10			3,170
E	FIN1	Finestra h60	2,9170	7,56	22,0	1,15	558	22,05			0,265
E	PE1	Parete palestr	1,2090	43,64	22,0	1,15	1335	52,76			1,266
O	FIN2	Finestra h180	2,8830	14,80	22,0	1,10	1033	42,67			0,512
O	PE1	Parete palestr	1,2090	75,20	22,0	1,10	2200	90,92			2,182
Totale				1197,20			32021				
Superficie disperdente totale						(m²):	1197,20				
Potenza dispersa per trasmissione						(W):	32021				
Maggiorazione dispersioni per trasmissione						(W):	1601				
Margine di sicurezza						(W):	2690				
Potenza totale dispersa per trasmissione						(W):	36312				
Potenza dispersa per ventilazione						(W):	38318				
Potenza recuperata (*)						(W):	24907				
Potenza totale dispersa						(W):	49723				

(*) assunta efficienza del recuperatore esistente pari almeno al 66%.

4.1.4.2. PISCINA: minima aria esterna (°)

Locale	:	000002	Piscina	Piano: 0
Impianto termico	:	2	Zona vasca	
Zona termica	:	Z2	Area vasca	
Categoria d'uso	:	E.6(1)	Piscine, saune e assimilabili	
Temperatura interna di progetto		(°C):	28,00	
Impianto di ventilazione meccanica		2		
Ricambi d'aria ventilazione		(vol/h):	1,37 (°)	
Superficie in pianta locale		(m²):	1023,00	
Volume netto locale		(m³):	6138,00	

Dispersioni del locale

Esp.	Struttura	Trasmit. (W/m²K)	Area (m²)	Dt (°C)	coeff. esp.	dispers. (W)	H (W/K)	cod. ostr.	Fs	A eq. (m²)
OR	COP1	Copertura lamiera	1,8500	1023,00	30,0	1,00	56776	1892,55		54,505
NC	PAV	Solaio controterra	1,2400	1023,00	15,5	1,00	19662	1268,52		
O	COP1	Copertura lamiera	1,8500	74,00	30,0	1,10	4518	136,90		3,943
N	COP1	Copertura lamiera	1,8500	80,00	30,0	1,20	5328	148,00		4,262
E	COP1	Copertura lamiera	1,8500	74,00	30,0	1,15	4723	136,90		3,943
S	COP1	Copertura lamiera	1,8500	80,00	30,0	1,00	4440	148,00		4,262
NC	PI1	Tramezzo interno	1,5510	80,00	18,0	1,00	2233	124,08		
NC	PI1	Tramezzo interno	1,5510	210,00	6,0	1,00	1954	325,71		
O	FIN2	Finestra h180	2,8830	66,02	30,0	1,10	6281	190,34		2,284
O	PE1	Parete palestr	1,2090	106,98	30,0	1,10	4268	129,34		3,104
E	FIN3	Finestra h240	2,8180	113,00	30,0	1,15	10986	318,43		3,821
E	PE1	Parete palestr	1,2090	63,00	30,0	1,15	2628	76,17		1,828

Totale		2993,00	123797
--------	--	---------	--------

Superficie disperdente totale	(m²):	2993,00
Potenza dispersa per trasmissione	(W):	123797
Maggiorazione dispersioni per trasmissione	(W):	6190
Margine di sicurezza	(W):	12999
Potenza totale dispersa per trasmissione	(W):	142986
Potenza dispersa per ventilazione	(W):	88018
Potenza recuperata (*)	(W):	48410
Potenza totale dispersa	(W):	182594

(*) ipotizzata efficienza del recuperatore esistente paria al 55%.

(°) valore corrispondente alla minima aria di rinnovo, paria a 8250mc/h, sempre presente

4.1.4.3. PISCINA: massima aria esterna (°)

Locale	: 000002	Piscina	Piano: 0
Impianto termico	: 2	Zona vasca	
Zona termica	: Z2	Area vasca	
Categoria d'uso	: E.6(1)	Piscine, saune e assimilabili	
Temperatura interna di progetto		(°C):	28,00
Impianto di ventilazione meccanica	2		
Ricambi d'aria ventilazione		(vol/h):	3,75(°°)
Superficie in pianta locale		(m²):	1023,00
Volume netto locale		(m³):	6138,00

Dispersioni del locale

Esp.	Struttura	Trasmit. (W/m²K)	Area (m²)	Dt (°C)	coeff. esp.	dispers. (W)	H (W/K)	cod. ostr.	Fs	A eq. (m²)
OR	COP1	Copertura lamiera	1,8500	1023,00	30,0	1,00	56776	1892,55		54,505
NC	PAV	Solaio controterra	1,2400	1023,00	15,5	1,00	19662	1268,52		
O	COP1	Copertura lamiera	1,8500	74,00	30,0	1,10	4518	136,90		3,943
N	COP1	Copertura lamiera	1,8500	80,00	30,0	1,20	5328	148,00		4,262
E	COP1	Copertura lamiera	1,8500	74,00	30,0	1,15	4723	136,90		3,943
S	COP1	Copertura lamiera	1,8500	80,00	30,0	1,00	4440	148,00		4,262
NC	PI1	Tramezzo interno	1,5510	80,00	18,0	1,00	2233	124,08		
NC	PI1	Tramezzo interno	1,5510	210,00	6,0	1,00	1954	325,71		
O	FIN2	Finestra h180	2,8830	66,02	30,0	1,10	6281	190,34		2,284
O	PE1	Parete palestr	1,2090	106,98	30,0	1,10	4268	129,34		3,104
E	FIN3	Finestra h240	2,8180	113,00	30,0	1,15	10986	318,43		3,821
E	PE1	Parete palestr	1,2090	63,00	30,0	1,15	2628	76,17		1,828

Totale	2993,00	123797
--------	---------	--------

Superficie disperdente totale	(m²):	2993,00
Potenza dispersa per trasmissione	(W):	123797
Maggiorazione dispersioni per trasmissione	(W):	6190
Margine di sicurezza	(W):	12999
Potenza dispersa per Vicini Assenti	(W):	0
Potenza totale dispersa per trasmissione	(W):	142986
Potenza dispersa per ventilazione	(W):	240924
Potenza recuperata (*)	(W):	132508
Potenza totale dispersa	(W):	251402

(*) ipotizzata efficienza del recuperatore esistente paria al 55%.

(°°) valore corrispondente alla massima aria di rinnovo, paria a 23000mc/h, portata massima della UTA

4.1.5. RIEPILOGO PER AMBIENTI

AMBIENTE	DISPERSIONI INVERNALI	
Spogliatoi	[W]	54778
Piscina (°)	[W]	182594
Piscina (°°)	[W]	251402

Il riscaldamento degli spogliatoi richiede quindi una potenza termica di circa 50kW. Tale valore comprende il rinnovo di aria esterna ma non tiene conto degli apporti interni gratuiti che sono tipicamente significativi in tali ambienti, quali: utilizzo delle docce, impiego di asciugacapelli. Il calcolo è quindi in favore di sicurezza.

Il riscaldamento della piscina può oscillare in relazione al tasso di rinnovo dell'aria esterna e quindi delle necessità di controllo del livello di umidità all'interno dell'ambiente vasca. La condizione (°°) è da considerarsi di pura cautela dato che alla minima temperatura dell'aria esterna corrisponde anche il minimo valore dell'umidità assoluta dell'aria stessa e quindi la massima capacità di deumidificazione del sistema.

4.2. RICHIESTA TERMICA ACQUA

Oltre al riscaldamento degli ambienti la potenza erogata dalla centrale termica deve essere in grado di sopperire anche al riscaldamento dell'acqua di rinnovo. Di fatto deve essere compensato anche il calore latente "perso" causa evaporazione dell'acqua dalle vasche. Viene trascurato il termine dovuto alla conduzione termica della vasca perché ritenuto trascurabile rispetto agli altri contributi.

4.2.1. EVAPORAZIONE ACQUA

Per il calcolo delle necessità termiche si è proceduto come segue a partire dalle condizioni termiche dell'acqua di vasca e dell'aria ambiente:

- Vasca principale temperatura acqua di 26°C;
- Vasca secondaria temperatura acqua di 28°C;
- Temperatura aria di 28°C con umidità relativa del 55%;
- Temperatura aria esterna di -2°C con umidità relativa del 85%;
- Velocità dell'aria sull'acqua pari a 0,15 [m/s];

per quantificare le perdite per evaporazione è stata utilizzata la seguente espressione:

$$1) \quad Q_{evap} = A_p * h_{ev} * [P_{v sat}(T_p) - P_{v amb}(T_a)] \quad [W].$$

Utilizzando un'equazione psicometrica (2) si ottiene facilmente, per condizioni sature:

$$2) \quad P_{v sat}(T) = c_1 * e^{[(c_2 - T - 273,15)/(c_3 + T - 273,15)]} \quad [Pa];$$

dove le costanti sono riportate in simbologia.

Per condizioni insature a temperatura ambiente, si utilizza l'equazione (3)

$$3) \quad P_{v amb} = P_{v sat} * \varphi \quad [Pa];$$

Il coefficiente h_{ev} è funzione della velocità dell'aria. La formula utilizzata è conforme alla norma ISO TC 180

$$4) h_{ev} = a' + b' * v \quad [W/m^2 * Pa]:$$

$$a' = 0,05 [W/m^2 * Pa];$$

$$b' = 0,07 [W * s/m^3 * Pa];$$

v = velocità dell'aria sull'acqua [m/s];

Con le condizioni dell'acqua e dell'aria di progetto si determinano le seguenti potenze di evaporazione:

- Vasca grande circa 24,2kW;

- Vasca piccola circa 10,2kW;

per un complessivo quindi di circa 35kW.

Considerato che il calore latente di evaporazione dell'acqua è pari a 2272kJ/kg la potenza di evaporazione determina un aumento del contenuto di acqua nell'aria della vasca pari a 54,2kg/h.

Date le condizioni termo igrometriche interne corrispondenti ad una umidità assoluta pari a 0,0133kg/kg e le condizioni termo igrometriche esterne corrispondenti ad una umidità assoluta pari a 0,0028kg/kg si determina una portata di aria esterna di almeno

$$\frac{54,2}{0,0133 - 0,0028} = 5162 \frac{kg}{h}$$

Corrispondenti a circa 4200mc/h. Una portata di aria compatibile con le caratteristiche della UTA esistente.

4.2.2. RINNOVO ACQUA DI VASCA

Un ulteriore termine, che può rappresentare sia un apporto di calore sia una sottrazione, è funzione del volume di reintegro eventualmente immesso in piscina nell'intervallo considerato, o volume di acqua riscaldata, quantificabile con l'equazione (5):

$$5) Q_{est} = \rho_a * c_a * v_i * \frac{(T_i - T_p)}{dt} [kW].$$

Nel caso specifico il reintegro comporta un apporto negativo e significativo dato che l'acqua immessa è ad una temperatura di circa 14°C inferiore a quella di vasca.

Dal paragrafo 3.5 si ha un rinnovo di acqua di 14055 litri giornalieri, si assume che questo rinnovo avvenga durante l'orario di apertura e quindi in un arco di tempo pari a 10h. Dalla relazione 5) si ottiene:

$$Q_{est} = 1000 * 4,186 * 14,055 * \frac{(28 - 14)}{36000} = 22,88[kW]$$

SIMBOLOGIA

α = assorbanza dell'acqua della piscina [-];

ε_a = emissività radiante dell'acqua [-];

ρc_p = capacità termica volumetrica dell'aria secca (1200 J/m³*K);

ρ_a = densità dell'acqua [Kg/m³];

σ = costante di Stefan - Boltzmann (5,87*10⁻⁸ W/m²*K⁴);

φ = umidità dell'aria [%];

A_p = superficie dell'acqua a contatto con l'aria [m²];

c_1 = 610,5;

c_2 = 17,269;

c_3 = 237,3;

c_a = calore specifico dell'acqua [$\cong 4,186 \text{ KJ/Kg}^\circ\text{K}$];
 d = durata [s];
 G = irraggiamento diurno [W/m^2];
 k_c = conducibilità termica del pannello protettivo [$\text{W/m}^\circ\text{K}$];
 $P_{v \text{ amb}}(T_a)$ = tensione di vapore saturo alla temperatura dell'aria [Pa];
 $P_{v \text{ sat}}(T_p)$ = tensione di vapore saturo alla temperatura dell'acqua della piscina [Pa];
 Q_{cond} = flusso di calore dovuto alle perdite per conduzione sul fondo e sulle pareti della piscina [W];
 Q_{conv} = flusso di calore dovuto alle perdite per convezione [W];
 Q_{cop} = flusso di calore attraverso la superficie unitaria di copertura [W/m^2];
 Q_{est} = flusso di calore immesso nella piscina da sorgente esterna, ad esempio tramite caldaie o collettori solati termici [W];
 Q_{evap} = flusso di calore dovuto alle perdite per evaporazione [W];
 Q_p = flusso di calore complessivo della piscina, risultante dagli apporti e dalle perdite [W];
 Q_{perd} = flusso di calore disperso dalla piscina per evaporazione, convezione e radiazione [W];
 Q_{rad} = flusso di calore dovuto alle perdite per radiazione [W];
 Q_s = scambio di calore sensibile per unità di superficie della piscina [W/m^2];
 Q_{sol} = apporto da irraggiamento solare [W];
 t = tempo [s];
 T_a = temperatura dell'aria [K];
 T_i = temperatura dell'acqua di ricambio [K];
 T_p = temperatura dell'acqua della piscina [K];
 T_{sky} = temperatura del cielo [K];
 v_i = volume dell'acqua di ricambio [m^3];
 V_p = volume dell'acqua presente nella piscina nell'intervallo di tempo dt considerato [m^3].

4.3. RICHIESTA TERMICA COMPLESSIVA

La somma delle necessità termiche del fabbricato (esclusi gli spogliatoi perché riscaldati autonomamente) e dell'acqua di vasca complessivamente può oscillare fra 240kW e 308kW.

La potenza massima complessiva della centrale termica risulta pari 330kW con modulazione da 14kW a 330kW.

5. PRODUZIONE ACQUA CALDA SANITARIA

Le utenze principali di acqua calda sanitaria sono le docce degli spogliatoi. Queste sono in numero di 18 e per ognuna viene considerata una portata di acqua di 6l/min di acqua a 40°C. La portata è determinata dal limitatore di flusso inserito prima della nappa doccia.

Per il dimensionamento del generatore di calore sono state considerate 18 docce funzionanti con la contemporaneità definita dalla norma UNI9182 che, per centri sportivi e simili, permette di valutare una contemporaneità del 75%:

$$6 \times 60 \times 11 \times (40-14) \times 1,16 / 1000 = 145,6 \text{ kW}$$

Il modulo termico scelto eroga una potenza all'acqua di circa 165kW.

6. COGENERATORE

La scelta del cogeneratore è basata su un funzionamento del tipo ad inseguimento di corrente. Vale a dire che il cogeneratore è dimensionato su un carico elettrico minimo tendenzialmente sempre presente nel complesso natatorio. In particolare i carichi elettrici assunti ai fini del dimensionamento sono:

- Elettropompe piscina grande 5,5+5,5kW;
- Elettropompe piscina piccola 1,5+1,5kW;

- Elettropompe centrale termica 1,5kW;
- Motori ventilatori U.T.A. 5,0+5,0kW;

La potenza elettrica del cogeneratore è stata scelta di 25kW a cui corrispondono circa 52kW termici. La potenza termica è quasi completamente assorbita dalle necessità termiche indispensabili per compensare l'evaporazione dell'acqua ed il riscaldamento dell'acqua di rinnovo.

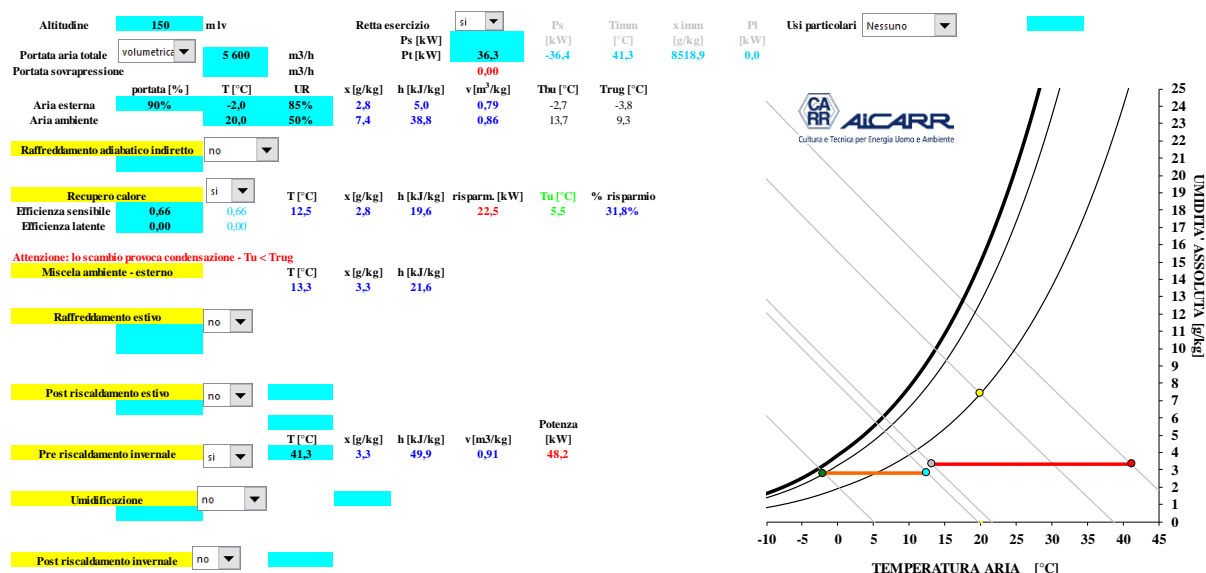
Durante il periodo estivo, in caso di apertura della copertura della struttura, viene meno il contributo elettrico dei motori della UTA ma intervengono il rinnovo aria degli spogliatoi, le luci interne e quelle esterne (durante il periodo notturno). La convenienza dell'impiego del cogeneratore è stata svolta considerando un funzionamento di 7500h annue. Escludendo quindi di fatto i mesi di luglio e di agosto.

Nell'immagine sottostante si riportano i principali elementi assunti alla base del risparmio ottenibile con l'impiego del cogeneratore, i costi sono espressi al netto dell'IVA:

COGENERATORE DA 25kW																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
----------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

7. RISCALDAMENTO SPOGLIATOI: batteria UTA

Date le dispersioni termiche calcolate al precedente paragrafo 4.1.4.1 e possibile definire le caratteristiche della batteria di cui dovrà essere dotata la nuova centrale di trattamento aria a servizio degli spogliatoi. Si allega il diagramma psicrometrico dei trattamenti termici subiti dall'aria di rinnovo:



8. VASO DI ESPANSIONE PRINCIPALE

Si allega la verifica del vaso di espansione installato sul volano inerziale che di fatto si fa carico dell'intera espansione del fluido dell'impianto. I piccoli ulteriori vasi presenti sono di ausilio per i singoli generatori di calore.

Il vaso di espansione del circuito caldo è stato dimensionato con la formula del paragrafo 4.3 della Raccolta R ed. 2009 considerando la temperatura massima di esercizio di 98°C (limite valvole d'intercettazione del combustibile installate in centrale termica):

$$V_n \geq \frac{V_e}{1 - \frac{P_1}{P_2}}$$

V_n = volume vaso di espansione [l];

P_1 = pressione assoluta di precarica del vaso [bar];

P_2 = pressione assoluta taratura valvola di sicurezza [bar];

$$V_E = V_A \cdot \frac{n}{100}$$
$$n = 0,31 + 3,9 \cdot 10^{-4} \cdot t_m^2$$

con:

V_E = volume di espansione in litri;

V_A = volume totale dell'impianto in litri;

t_m = temperatura massima ammissibile in °C riferita all'intervallo dei dispositivi di sicurezza (nel nostro caso 98°C);

Fra il vaso di espansione e la valvola di sicurezza il dislivello è trascurabile (minore di 1m) mentre fra il vaso di espansione ed il punto più alto dell'impianto sussiste un dislivello di circa 3 metri. Le valvole di sicurezza sono tarate a 3,5Bar. Si assume quindi una pressione di precarica del vaso di espansione di 1,0Bar. Il contenuto acqua è pari a circa 3000 litri.

Con i dati sopra richiamati si determina un vaso teorico di 219 litri.

Si sceglie un vaso di espansione da 250 litri.

I calcoli dovranno essere verificati sulla base del costruttivo dell'impianto realizzato.

Calcolo vaso di espansione "caldo"

2-CALCOLO E DIMENSIONAMENTO VASO ESPANSIONE CHIUSO (con diaframma precaricato)					
Dati di Generali		Dati dipendenti dalla valvola di sicurezza			
Potenza termica utile del generatore	Qu			Kw	
Contenuto acqua impianto	Va	3000		Litri	
Altezza idrostatica impianto	Hi	5		m	
Quota vaso espansione	Hve	1		m	
Quota Valvola di Sicurezza	Hvs	1		m	
Temperatura intervento Dispositivi Sicurezza	Tm	98		°C	
Pressione taratura Valv. Sicurezza (pressione di scarico)	Ptvs	3,50		bar	
Sovrappressione apertura Valv. Sicurezza	Sp	10%		%	
Dati di Vaso espansione					
Coeff. espansione volumica acqua	n	4,06		--	
Volume di espansione dell'acqua	Ve	121,67		Litri	
Pressione precarica vaso	Ppr	1,00		bar	
Note: Nessuna					
Pressione iniziale dell'impianto (a freddo)	Pi,rel	1,00		bar	
	Pi,ass	2,01		bar	
Pressione finale assoluta impianto (proposta)	Pf,rel	3,50		bar	
	Pf,ass	4,51		bar	
Volume min. vaso espansione (proposto)	Vn,prop.	219,63		litri	
Numero vasi espansione	Nv	1		--	
Volume vaso espansione adottato	Vn,ad	250		litri	
Volume totale vasi espansione adottati	Vn,ad-tot	250		litri	
Pressione massima di esercizio del vaso/i adottato	Pev,ad	6,0		bar	
Pressione finale dell'impianto (a caldo)	Pf,rel	2,91		bar	
	Pf,ass	3,92		bar	
Diametro tub. collegamento ritorno impianto/vaso espansione					
Min. diametro tubazione vaso espansione (p.to 5.2)	Dt,min	18,0		mm	
Diametro interno adottato per tubazione vaso espansione	Dt	1"		"	
		27,4		mm	
VERIFICHE					
Pressione iniziale assoluta	Pi,ass ≥ 1.5	2,01 bar	\geq	1,5 bar	SI
Pressione max esercizio vaso	Pev,ad $\geq Pev,prop$	6,0 bar	\geq	3,85 bar	SI
	Pev,ad $\geq Pf,rel\ eff$	6,0 bar	\geq	2,91 bar	SI
Aumento press. precarica vaso	Pr ≥ 0.15	0,61 bar	\geq	0,15 bar	SI
Capacità vaso	Vn,ad $\geq Vn,prop$	250,0 litri	\geq	219,6 litri	SI
Diametro	Dt,ad $\geq Dt,prop$	27,4 mm	\geq	18 mm	SI
Pressione max esercizio	Peg $\geq Pt (1+Sp/100)$	6,00 bar	\geq	3,85 bar	SI
Raggio curv. collegamento tubaz.e	minimo valore ammesso		\geq	27 mm	--

Chiusi Scalo (SI), 30 marzo 2020

IL TECNICO
Ing. Alberto Borgogni