



IL FABBISOGNO ENERGETICO PER IL CONSUMO DI ACQUA CALDA SANITARIA

Nei centri sportivi e nelle piscine in particolare una quota consistente del fabbisogno energetico è costituita dal consumo di acqua calda sanitaria destinata all'utilizzo nelle docce e nei servizi

Un lavoro di squadra

Il sistema di produzione e distribuzione dell'acqua calda sanitaria dovrebbe essere **oggetto di attenta progettazione**, non soltanto a causa della incidenza sui **costi di gestione**, ma anche per le **frequenti problematiche che possono affliggere l'impianto e i locali doccia nel loro complesso**. Non basta limitarsi alla parte termoidraulica: è necessario un lavoro di squadra che coinvolga i progettisti degli involucri edilizi, delle strutture e degli impianti aeraulici. Un locale docce molto utilizzato presenta condizioni termo-igrometriche atte a favorire fenomeni di condensa, specie in presenza di pareti fredde, non adeguatamente isolate e protette dalla diffusione del vapore. Un involucro edilizio ben progettato, affiancato da un sistema di ventilazione che consenta gli adeguati tassi di ricambio d'aria, con sistemi di recupero del calore, è fondamentale per garantire l'igiene e la

buona conservazione delle strutture. Non vanno trascurati inoltre gli aspetti legati al **rischio microbiologico** relativi alla proliferazione di **Legionella** nei boiler, nelle tubazioni e ai terminali e alla capacità del batterio di diffondersi agevolmente attraverso gli aerosol.

Il calcolo termico

Da un punto di vista strettamente teorico, il calcolo del carico termico di massima per l'acqua calda sanitaria (A.C.S.) non presenta difficoltà particolari. **Note la quantità di acqua calda consumata, la temperatura di utilizzo e la temperatura dell'acqua in ingresso dall'acquedotto, si può rapidamente calcolare il relativo dispendio energetico complessivo**. Nell'esempio sottostante si è calcolato il fabbisogno energetico teorico per la produzione di 1 mc (1000 l) di acqua calda a 40 °C, con una temperatura di ingresso dall'acquedotto di 12°C. Il calcolo trascura la quota

di energia termica inevitabilmente dispersa in fase di produzione, di stoccaggio e di trasporto alle utenze. Un calcolo più preciso e specifico in questo senso dovrebbe considerare l'efficienza complessiva dell'impianto di produzione e distribuzione della A.C.S., con la valutazione attenta delle caratteristiche dei generatori, dei boiler, degli scambiatori, delle tubazioni e delle relative coibentazioni.

> VEDI TABELLA 1

Va tenuta in considerazione la caratteristica distribuzione a picchi di richiesta, con fattori di contemporaneità molto alti e tempi di preriscaldamento brevi¹ (**solitamente a 40/50 minuti di quiete seguono 20 minuti di piena affluenza alle docce**). L'andamento dei consumi per picchi, legato alle attività della struttura, richiede la presenza di accumuli di notevole volume oppure potenze termiche consistenti per soddisfare il carico termico di produzione.

> TABELLA 1

Volume di A.C.S. consumata	Massa volumica	Calore specifico dell'acqua	Temperatura di utilizzo	Temperatura d'ingresso	Salto termico (Tu - Ti)	Fabbisogno energetico teorico
V	ρ	C	Tu	Ti	ΔT	Qe.t. = V·ρ·C·ΔT
[m ³]	[kg/m ³]	[kJ/(kg·°C)]	[°C]	[°C]	[°C]	[kJ]
1	1000	4,186	40	12	28	117.208

Per massa volumica e calore specifico si possono considerare:

ρ ≈ 1000 kg/m³
C ≈ 4,186 kJ/(kg·°C)



È necessario un lavoro di squadra che coinvolga i progettisti degli involucri edilizi, delle strutture e degli impianti aeraulici



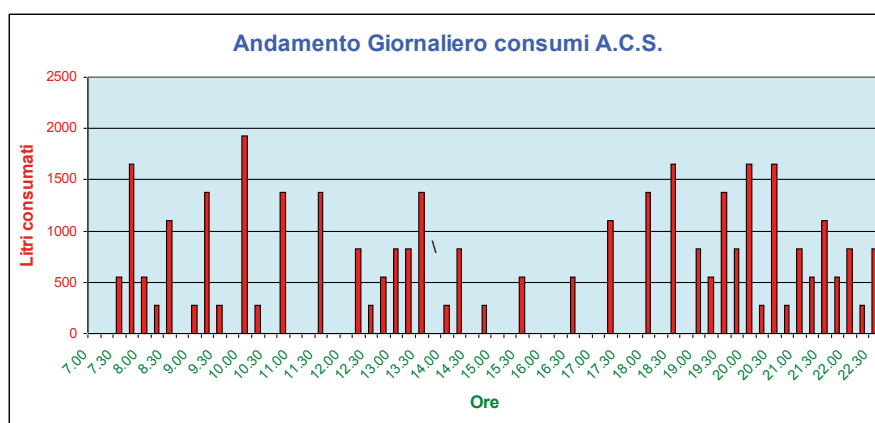
Nella tabella sottostante è riportato un esempio di calcolo del fabbisogno energetico medio teorico per la produzione di A.C.S. per varie affluenze di utenti, in una località del centro/nord, ipotizzando che ogni utente consumi 55 l di acqua a 40°C per la doccia. Il calcolo, che consente una stima largamente esemplificativa, trascura le dispersioni termiche nei serbatoi e nelle tubazioni di adduzione e ricircolo.

> VEDI TABELLA 2

Fatte queste considerazioni di carattere teorico, si possono stimare con notevoli semplificazioni i valori reali (o almeno verosimili) dei fabbisogni energetici relativi e degli equivalenti consumi di combustibile attribuibili alla produzione e al consumo di acqua calda sanitaria.

La quantità di energia che dovremmo somministrare nella realtà al nostro volume di liquido sarà necessariamente più alta che quella teorica, perché molteplici fattori concorrono a rendere le varie fasi del processo per così dire "imperfette". Nella prima fase di produzione del calore nel generatore, come nei successivi trasferimenti tra circuiti primari e secondari, nel processo di accumulo e ricircolo nei boiler e nei circuiti terminali, si ha tutta una serie di dispersioni che implicano perdite di energia. Valutare l'entità di queste perdite non è semplice, anche perché il rendimento complessivo dell'impianto di produzione dell'A.C.S., come accennato,

¹ L'andamento intermittente dovrebbe essere osservato in fase progettuale: il periodo di punta può essere realisticamente assunto in 0,25 ore e il tempo di preriscaldamento in 0,5 ore. (Doninelli, Quaderno Caleffi n 5, cit.)



TAB Fabbisogno energetico teorico per A.C.S. per classi di affluenza								
Numero di utenti	Acqua calda consumata per utente	Acqua calda sanitaria consumata	Massa volumica	Calore specifico dell'acqua	Temp. di utilizzo	Temp. d'ingresso	Salto termico (Tu - Ti)	Fabbisogno energetico teorico
n	Vunit	V = n·Vunit	ρ	C	Tu	Ti	ΔT	Qe.t. = V·ρ·C·ΔT
[-]	[m³]	[m³]	[Kg/m³]	[kJ/(kg·°C)]	[°C]	[°C]	[°C]	[kJ]
1	0,055	0,06	1000	4,186	40	12	28	6.446
50	0,055	2,75	1000	4,186	40	12	28	322.322
100	0,055	5,50	1000	4,186	40	12	28	644.644
150	0,055	8,25	1000	4,186	40	12	28	966.966
200	0,055	11,00	1000	4,186	40	12	28	1.289.288
250	0,055	13,75	1000	4,186	40	12	28	1.611.610
300	0,055	16,50	1000	4,186	40	12	28	1.933.932
350	0,055	19,25	1000	4,186	40	12	28	2.256.254
400	0,055	22,00	1000	4,186	40	12	28	2.578.576
450	0,055	24,75	1000	4,186	40	12	28	2.900.898
500	0,055	27,50	1000	4,186	40	12	28	3.223.220
550	0,055	30,25	1000	4,186	40	12	28	3.545.542
600	0,055	33,00	1000	4,186	40	12	28	3.867.864
650	0,055	35,75	1000	4,186	40	12	28	4.190.186
700	0,055	38,50	1000	4,186	40	12	28	4.512.508
750	0,055	41,25	1000	4,186	40	12	28	4.834.830
800	0,055	44,00	1000	4,186	40	12	28	5.157.152
850	0,055	46,75	1000	4,186	40	12	28	5.479.474
900	0,055	49,50	1000	4,186	40	12	28	5.801.796
950	0,055	52,25	1000	4,186	40	12	28	6.124.118
1000	0,055	55,00	1000	4,186	40	12	28	6.446.440

> TABELLA 2

si compone del prodotto di molti rendimenti: il rendimento di combustione, il rendimento del circuito primario, il rendimento degli scambiatori, le perdite di calore nel circuito secondario, e altro. Tutti questi valori di rendimento nella pratica sono variabili nel tempo e influenzati dal regime di funzionamento, dalle condizioni climatiche circostanti, dal grado d'invecchiamento dell'impianto... La letteratura tecnica fornisce alcuni dati sul rendimento di combustione, che nelle centrali termiche deve essere anche obbligatoriamente controllato e riportato a verbale nel "libretto di centrale". **Il rendimento di impianto è di più difficile stima ed è proporzionale alle perdite di temperatura tra i circuiti e da un punto all'altro dello stesso circuito.** Per il rendimento di impianto si sono inseriti quindi valori largamente indicativi.

> VEDI TABELLA 3

Una volta stimato il rendimento dell'impianto si può desumere, per ogni fabbisogno energetico, il rispettivo consumo di combustibile; per quest'operazione occorre **considerare i poteri calorifici dei combustibili** stessi, ossia la quantità di energia virtualmente fornita dalla combustione completa di un'unità (in mc, litri o kg) di combustibile.

Tipologia di caldaia	Rendimenti medi di combustione η_c	Rendimenti d'impianto η_i	Rendimento complessivo $\eta = \eta_c \cdot \eta_i$
Gas Naturale tradizionale	0,93	0,80	0,74
Gas Naturale condensazione	1,05	0,80	0,84
Gasolio tradizionale	0,93	0,80	0,74
GPL tradizionale	0,94	0,80	0,75

> TABELLA 3

“

Tutti i valori di rendimento nella pratica sono variabili nel tempo e influenzati dal regime di funzionamento, dalle condizioni climatiche circostanti, dal grado d'invecchiamento dell'impianto...

Vediamo quindi, con riferimento alla tabella dei fabbisogni energetici per classi di affluenza, quali possono essere (con la nota approssimazione) i consumi stimati di combustibile per le varie tipologie di caldaia. Il calcolo sostanzialmente trasforma l'energia necessaria al riscaldamento dell'acqua nella rispettiva quantità di combustibile, tenendo conto dei rendimenti, cioè delle citate perdite per dispersioni. Si noti che, pur essendo verosimili, tutti i dati sono approssimativi e possono solo fornire una stima di massima dei consumi correlati alla produzione di acqua calda sanitaria. Nella tabella successiva, oltre ai consumi di combustibile, sono specificati anche i relativi costi, espressi prendendo a riferimento i dati per i prezzi unitari sul combustibile.

> VEDI TABELLA 4 e 5

Combustibile	Potere calorifico [kJ/Smc] o [kJ/kg]
Gas Naturale	P.C.I.= 34560 kJ/Sm ³
Gasolio	P.C.I.= 42739 kJ/kg
GPL	P.C.I.= 46054 kJ/kg

> TABELLA 4



Tab. Consumi giornalieri stimati di combustibile per produzione di A.C.S., per classi di affluenza e tipologia d'impianto. (Per i valori adottati di P.C.I., η , si vedano le tabelle precedenti)

> TABELLA 5

TAB Fabbisogno energetico teorico per A.C.S. per classi di affluenza						
Numero di utenti	Volume di acqua calda sanitaria consumato	Fabbisogno energetico teorico	Equivalente in m ³ GAS NATURALE Caldaia tradizionale	Equivalente in m ³ Gas Naturale Caldaia a Condensazione	Equivalente in kg Gasolio caldaia tradizionale	Equivalente in kg GPL Caldaia tradizionale
n	V	Q _{e.t.}	V _{comb} = (Q _{e.t.} /P.C.I.) · (1/η)	V _{comb} = (Q _{e.t.} /P.C.I.) · (1/η)	V _{comb} = (Q _{e.t.} /P.C.I.) · (1/η)	V _{comb} = (Q _{e.t.} /P.C.I.) · (1/η)
[-]	[m ³]	[kJ]	Smc	Smc	Kg	Kg
1	0,06	6.446	0,25	0,22	0,20	0,19
50	2,75	322.322	12,60	11,10	10,19	9,33
100	5,50	644.644	25,21	22,21	20,38	18,66
150	8,25	966.966	37,81	33,31	30,57	28,00
200	11,00	1.289.288	50,41	44,41	40,77	37,33
250	13,75	1.611.610	63,02	55,51	50,96	46,66
300	16,50	1.933.932	75,62	66,62	61,15	55,99
350	19,25	2.256.254	88,22	77,72	71,34	65,32
400	22,00	2.578.576	100,83	88,82	81,53	74,65
450	24,75	2.900.898	113,43	99,93	91,72	83,99
500	27,50	3.223.220	126,03	111,03	101,91	93,32
550	30,25	3.545.542	138,64	122,13	112,11	102,65
600	33,00	3.867.864	151,24	133,23	122,30	111,98
650	35,75	4.190.186	163,84	144,34	132,49	121,31
700	38,50	4.512.508	176,45	155,44	142,68	130,64
750	41,25	4.834.830	189,05	166,54	152,87	139,98
800	44,00	5.157.152	201,65	177,65	163,06	149,31
850	46,75	5.479.474	214,26	188,75	173,25	158,64
900	49,50	5.801.796	226,86	199,85	183,45	167,97
950	52,25	6.124.118	239,46	210,96	193,64	177,30
1000	55,00	6.446.440	252,07	222,06	203,83	186,63

“

Sui costi, un'analisi più precisa potrebbe essere fatta una volta noto lo specifico prezzo che il gestore sostiene

I relativi costi

Noti i consumi è possibile stimare i costi relativi alla produzione di ACS, ipotizzando un certo prezzo unitario del combustibile. I dati qui riportati sono valori medi, ma possono subire notevoli variazioni su base territoriale, di andamento dei mercati e di regime di accisa. Un'analisi più precisa potrebbe essere fatta una volta noto lo specifico prezzo che il gestore sostiene. **Purtroppo l'avvento del mercato libero dell'energia non ha portato benefici in termini di trasparenza delle offerte.**



+GF+

Gamma completa in PVC per un'impiantistica qualificata

GF offre una vasta gamma di tubi, raccordi, valvole e strumentazione per applicazioni trattamento acqua, piscine e irrigazione.

- + materie prime di qualità
- + rigorosi controlli in produzione
- + certificato ISO 9001 - ISO 14001
- + produzione italiana

Georg Fischer SpA
it.ps@georgfischer.com
www.gfps.com/it



Numero di utenti	Equivalente in m ³ Gas Naturale Caldaia tradizionale	Costo relativo Gas (tr)	Equivalente in m ³ Gas Naturale Caldaia a condensazione	Costo relativo Gas (cond)	Equivalente in kg Gasolio Caldaia tradizionale	Costo relativo Gasolio	Equivalente in kg G.P.L.: Caldaia tradizionale	Costo relativo G.P.L.
n	Vcomb	€= Vcomb*Pr. uni (Pr.unit.= 0,65 eur/ Smc)	Vcomb	€= Vcomb*Pr. uni (Pr.unit.= 0,65 eur/ Smc)	Vcomb	€= Vcomb*Pr. uni (Pr.unit.= 1,30 eur/kg)	Vcomb	€= Vcomb*Pr. uni (Pr.unit.= 1,4 eur/kg)
□	Smc	€	Smc	€	Kg	€	Kg	€
1	0,25	0,16	0,22	0,14	0,20	0,26	0,19	0,26
50	12,60	8,19	11,10	7,22	10,19	13,25	9,33	13,06
100	25,21	16,38	22,21	14,43	20,38	26,50	18,66	26,13
150	37,81	24,58	33,31	21,65	30,57	39,75	28,00	39,19
200	50,41	32,77	44,41	28,87	40,77	53,00	37,33	52,26
250	63,02	40,96	55,51	36,08	50,96	66,24	46,66	65,32
300	75,62	49,15	66,62	43,30	61,15	79,49	55,99	78,39
350	88,22	57,35	77,72	50,52	71,34	92,74	65,32	91,45
400	100,83	65,54	88,82	57,74	81,53	105,99	74,65	104,52
450	113,43	73,73	99,93	64,95	91,72	119,24	83,99	117,58
500	126,03	81,92	111,03	72,17	101,91	132,49	93,32	130,64
550	138,64	90,11	122,13	79,39	112,11	145,74	102,65	143,71
600	151,24	98,31	133,23	86,60	122,30	158,99	111,98	156,77
650	163,84	106,50	144,34	93,82	132,49	172,23	121,31	169,84
700	176,45	114,69	155,44	101,04	142,68	185,48	130,64	182,90
750	189,05	122,88	166,54	108,25	152,87	198,73	139,98	195,97
800	201,65	131,07	177,65	115,47	163,06	211,98	149,31	209,03
850	214,26	139,27	188,75	122,69	173,25	225,23	158,64	222,09
900	226,86	147,46	199,85	129,90	183,45	238,48	167,97	235,16
950	239,46	155,65	210,96	137,12	193,64	251,73	177,30	248,22
1000	252,07	163,84	222,06	144,34	203,83	264,98	186,63	261,29

Stima costo kWh termico	Caldaia a gas tradizionale	Caldaia a gas a condensazione	Caldaia a gasolio	Caldaia a GPL
	0,09150 €/kWh	0,08061 €/kWh	0,14798 €/kWh	0,14592 €/kWh

Come risparmiare?

La carrellata di dati riportata fornisce il quadro del **notevole peso energetico ed economico per la fornitura di acqua calda sanitaria** nelle strutture ad alta affluenza e potrebbe sollecitare l'attenzione di gestori e progettisti. **Come è possibile una riduzione dei consumi e dei costi**, senza impattare sulla qualità del servizio reso agli utenti?

Esistono a tal riguardo diverse strategie, alcune delle quali prevedono grandi investimenti dal punto di vista impiantistico, mentre in altri casi sono sufficienti alcuni semplici accorgimenti o cambiamenti di abitudine nell'utenza.

Per limitare i costi, il primo passo è forse quello di provare a **ridurre i consumi**, installando i **dispositivi aeratori rompi getto** sui terminali doccia. Non va dimenticato che, a fronte di un beneficio sui consumi, occorre prevedere un **maggior impegno nella manutenzione e una frequente pulizia**. Oltre ad intasarsi a causa delle impurità presenti nell'acqua e nei tubi, questi apparecchi possono

costituire un **punto critico per la proliferazione di specie microbiche**, tra le quali la nota Legionella Pneumophila.

Anche l'installazione di **temporizzatori meccanici o elettromeccanici** (docce a pulsante con chiusura automatica a molla o a elettrovalvola) potrebbe contribuire a diminuire i consumi, in particolare la durata media dell'utilizzo dell'apparecchio e ridurre la possibilità che sia lasciato aperto inutilmente.

Altri tipi di strategia per la riduzione dei costi possono prevedere soluzioni impiantistiche più efficienti, che possano affiancare o sostituire la caldaia nella produzione di calore. Tra le tecnologie più diffuse occorre ricordare la **pompa di calore** (sia la versione aria-acqua sia quella acqua-acqua), e il **collettore solare termico**. La soluzione con pompa di calore ha il vantaggio di poter sfruttare e riutilizzare le dispersioni di calore presenti normalmente negli impianti. Il calore può, infatti, esser sottratto con il ciclo frigorifero sia da correnti di aria esausta di espulsione (ad esempio dalle macchine di ter-



Esistono diverse strategie di risparmio, alcune delle quali prevedono grandi investimenti dal punto di vista impiantistico, mentre in altri casi sono sufficienti alcuni semplici accorgimenti o cambiamenti di abitudine nell'utenza

moventilazione), sia dalle acque di scarico (acque di lavaggio dei filtri o scarichi delle docce); queste soluzioni permettono di **far lavorare le pompe di calore con c.o.p. piuttosto alti**, quindi con buona resa termica. Il collettore solare termico ha il pregio di fornire energia da fonte in sostanza gratuita (fatti salvi i costi d'investimento e manutenzione), tuttavia per il suo impiego nella produzione di A.C.S. occorre **valutare attentamente il dimensionamento dell'impianto** e la coincidenza temporale tra disponibilità della fonte e utilizzo di energia.

Accanto alle migliorie impiantistiche, un buon accorgimento per ridurre la spesa può essere quello di ricercare i **prezzi più convenienti per l'acquisto dei combustibili**. A tal riguardo, la liberalizzazione del mercato dell'energia ha portato considerevoli vantaggi. Per sfruttare i benefici del mercato libero serve impegnarsi tuttavia in un'attenta analisi delle proposte commerciali dei fornitori, non sempre trasparenti e comprensibili. 