

Uno studio indipendente dimostra che l'accumulo di fanghi diminuisce notevolmente le prestazioni degli impianti di riscaldamento

I benefici di un'adeguata pulizia ad alta circolazione

Introduzione

Ci sono prove evidenti che molti installatori non ripuliscono nel modo corretto gli impianti per il riscaldamento domestico quando installano nuovi componenti e controlli, o quando sostituiscono la caldaia. Molte caldaie vengono sostituite grazie a sovvenzioni statali (dirette o indirette, anche parziali) e si ritiene che l'inadeguata o inesistente pulizia possa avere un effetto tale da annullare i benefici di tali miglioramenti. Per comprendere meglio questi problemi, Sentinel Performance Solutions ha recentemente commissionato a Gastec-CRE uno studio indipendente per determinare e quantificare:

- Le perdite in termini di efficienza energetica causate dall'inadeguata pulizia e trattamento, e
- i conseguenti incrementi (o mancata perdita) di efficienza direttamente attribuibili alla corretta pulizia e trattamento.

Gastec-Cre è una società in joint venture che unisce l'esperienza e competenza di Gastec N.V., il centro d'eccellenza per il gas in Olanda, e del CRE Group Ltd, che è stato in passato il settore ricerca dell'industria britannica del carbone.

Concetto

Lo studio è stato intrapreso su una replica, costruita appositamente, di una semplice installazione domestica consistente di una caldaia a condensazione da 11kW e di cinque radiatori singoli a superficie estesa, posti su due livelli. Il carico idraulico dell'impianto è stato accuratamente bilanciato con le temperature di mandata e di ritorno regolate rispettivamente su 65° e 47°C.

L'obiettivo originale del programma sperimentale era di:

- Iniziare con un impianto pulito e determinarne l'efficienza energetica.
- Contaminare l'impianto con fanghi provenienti da diversi impianti.
- Misurare l'effetto di questi sul rendimento termico dell'impianto
- Installare una nuova caldaia e misurarne la nuova efficienza (simulando l'installazione di una nuova caldaia senza aver effettuato una pulizia ad alta circolazione).
- Effettuare la pulizia ad alta circolazione dell'impianto.
- Misurare il rendimento dell'impianto con la nuova caldaia installata.
- Immettere un trattamento inibitore dell'incrostazione e della corrosione e studiare il rendimento a lungo termine.

Misurazione dell'efficienza termica

Gli studi convenzionali sull'efficienza delle caldaie domestiche misurano il rendimento con il metodo 'diretto', ovvero il rapporto fra l'acqua calda prodotta e l'energia consumata. Con caldaie più grandi si usa tradizionalmente il metodo 'delle perdite', basato sul calcolo di tutte le perdite di calore (energia consumata, meno le perdite di gas di scarico e involucro, diviso per l'energia consumata). Il programma sperimentale Gastec nel presente studio ha adottato entrambi i metodi, più un'ulteriore analisi dell'area dei radiatori usando le immagini a infrarossi. La natura di questi esperimenti, ovvero l'aggiunta progressiva di fanghi, faceva prevedere che i risultati avrebbero riportato qualche manifesto errore sperimentale, e ciò si è verificato nella pratica. Tuttavia, adottando una serie di metodi indipendenti ma correlati, Gastec può garantire la validità dei risultati finali.

Esperimenti iniziali

L'uscita di calore iniziale dai radiatori dell'impianto, calcolata dalla portata d'acqua e la differenza fra la temperatura in mandata e in ritorno (ΔT) era di 6.15 kW. Questo valore è considerato importante poichè corrisponde al fabbisogno previsto in una tipica abitazione con 20°C all'interno e -1°C fuori.

E' stata quindi determinata l'efficienza della caldaia: col metodo diretto era pari all'84%, con quello 'delle perdite' era dell'89.8%. Si tratta di una differenza sorprendentemente elevata ma probabilmente spiegabile con la difficoltà di bilanciare le portate nei cinque radiatori.

L'impianto è stato quindi progressivamente contaminato con aggiunte di fanghi per un totale di 8 kg (umido) rieffettuando bilanciamenti idraulici dopo ogni aggiunta. Come si nota in Figura 1 da (a) ad (e) i radiatori hanno presentato una perdita significativa dell'area effettiva di scambio del calore.

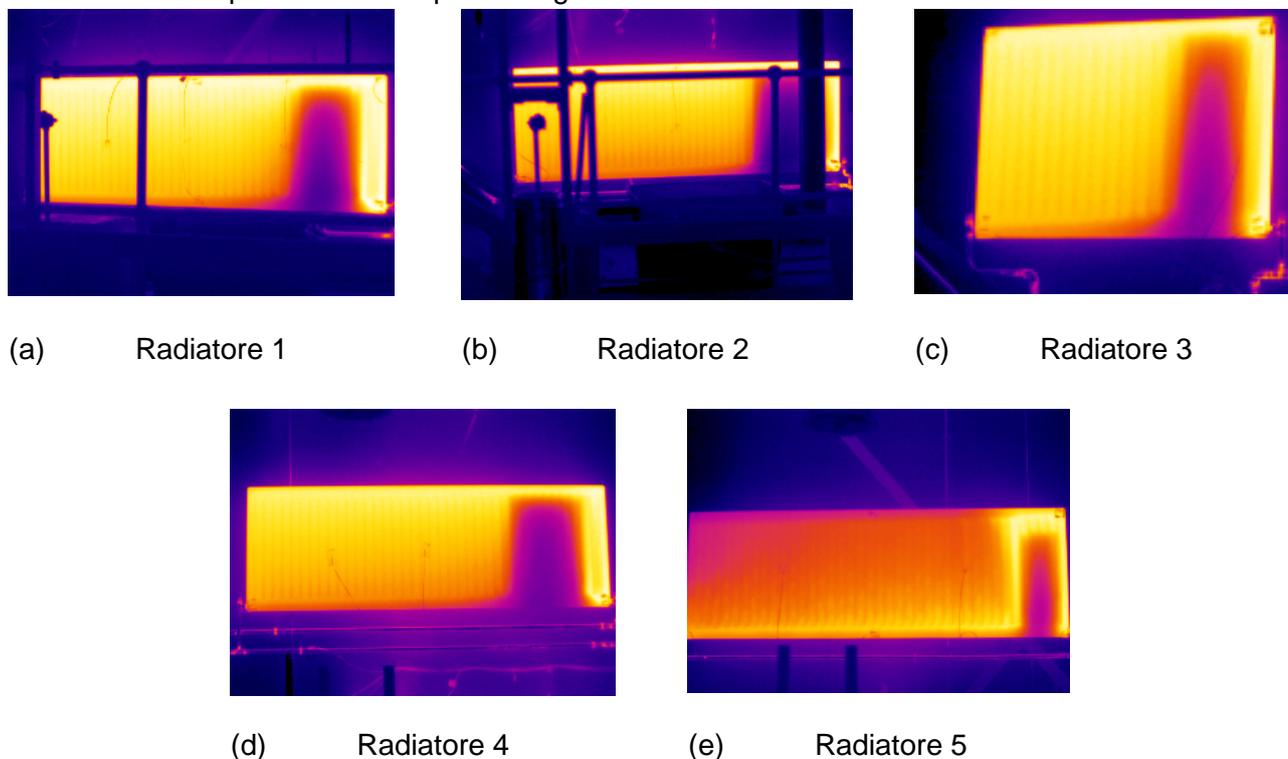


Figura 1

Informazioni Tecniche

L'effetto dell'aggiunta di fanghi è stato complesso:

- All'inizio, l'aggiunta di fanghi ha ridotto progressivamente la portata dell'impianto, riducendo di conseguenza le temperature di ritorno alla caldaia. Questo ha comportato una riduzione dell'emissione di calore della caldaia che, benchè ne abbia temporaneamente innalzato l'efficienza, ha, conseguenza più importante, ridotto il calore immesso nell'abitazione, ovvero l'impianto non era più in grado di trasferire all'appartamento i 6.15 kW richiesti.
- Per ovviare a ciò è stato necessario aumentare la portata della pompa o aprire le valvole, il che a sua volta ha portato a un aumento nella temperatura dell'acqua di ritorno che ha comportato una riduzione dell'efficienza. In tal modo è stato possibile aggiungere altro fango fino a 6,5 kg.
- A questo punto la perdita di superficie di scambio termico nei radiatori era così grande che la temperatura di mandata della caldaia ha dovuto essere innalzata, il che ne ha abbassato ulteriormente l'efficienza.
- Ancor più significativo è il fatto che in questo modo le temperature di ritorno si sono innalzate, con una perdita di efficienza ancora maggiore.

Dopo l'aggiunta di 7 kg di fanghi, l'impianto è diventato instabile. Nella tabella 1 di seguito, sono riportate la portata, le temperature medie di mandata/ritorno della caldaia e l'efficienza della caldaia per il periodo di sporcamento progressivo durante il quale si è mantenuta la medesima perdita totale di calore dai radiatori (ovvero temperatura ambiente confortevole). Si noti la perdita in efficienza della caldaia: le rese termiche calcolate con entrambi i metodi mostrano una diminuzione, nel caso del metodo 'delle perdite' di circa il 2.5%, con il metodo 'diretto' nell'ordine del 3-6% (secondo la base di calcolo).

Massa dei fanghi	Mandata (°C)	Ritorno (°C)	Efficienza con metodo 'delle perdite' (% lorda)	Delta (%)	Efficienza con metodo diretto (% lorda)	Delta (%)	Portata (L/min)
0.0	65.0	47.4	89.8		84.0		5.28
0.5	65.0	47.1	89.0	-0.8	87.1	+3.1	5.15
1.0	65.0	48.4	89.0	-0.8	86.5	+2.5	5.51
1.5	65.0	47.7	88.8	-1.0	87.7	+3.7	5.36
2.0	65.0	47.6	89.1	-0.7	87.0	+3.0	5.39
2.5	65.1	48.8	88.9	-0.9	85.3	+1.3	5.58
3.0	65.2	51.4	88.6	-1.2	82.0	-2.0	6.53
3.5	65.2	50.1	89.0	-0.8	82.2	-1.8	6.08
4.0	65.1	49.6	88.7	-1.1	87.3	+3.3	6.04
4.5	65.2	51.3	88.5	-1.3	83.0	-1.0	6.25
5.0	65.0	50.0	89.1	-0.7	84.2	+0.2	6.15
5.5	65.1	50.8	89.0	-0.8	82.6	-1.4	6.18
6.0	65.2	51.7	88.6	-1.2	82.9	-1.1	6.43
6.5	65.0	51.8	88.8	-1.0	86.6	+2.6	6.73
7.0	71.1	52.9	86.0	-3.8	81.0	-3.0	5.06
7.5	71.1	51.3	87.4	-2.4	83.6	-0.4	4.58
8.0	71.1	51.3	87.5	-2.3	80.8	-3.2	4.14

Tabella 1

Dopo questa prima fase dell'esperimento, la caldaia è stata smontata dal circuito ed esaminata. La caldaia in sé presentava pochi depositi, in misura non significativa rispetto alla quantità dei fanghi immessi nell'impianto. Era chiaro che la caldaia NON era pesantemente intasata e che i problemi incontrati nell'impianto-test erano dovuti a fattori esterni alla caldaia stessa.

Al termine del programma di prove, sono state prese immagini all'infrarosso dei radiatori (Figura 1 da (a) ad (e)), dalle quali si nota che dove i fanghi si depositano il flusso viene interrotto formando zone fredde sulla superficie dei radiatori. Misurando le aree con colori diversi in queste immagini si è calcolato che l'aggiunta di circa 8 kg di fanghi ha comportato una riduzione di circa il 10-15% della superficie attiva dei radiatori.

Poichè sappiamo che il trasferimento di calore nell'abitazione dipende sia dalla superficie attiva del radiatore sia dalle temperature di mandata/ritorno, ne segue che per mantenere il trasferimento di calore totale la variazione di temperatura attraverso ciascun singolo radiatore dovrebbe essere innalzata di un valore simile, circa il 15%. Si può ottenere questo risultato aumentando le temperature di ritorno (cioè pompando di più e/o aprendo le valvole dei radiatori) o aumentando le temperature di mandata (il che a sua volta probabilmente innalzerà le temperature di ritorno). Infatti le temperature di mandata/ritorno e dell'ambiente rilevate, corrette per avere una trasmissione iniziale di calore dai radiatori di 6.15 kW, hanno dimostrato che l'innalzamento percentuale della temperatura media dell'impianto era notevolmente simile alla riduzione della superficie attiva dei radiatori descritta sopra (circa il 15%).

Si può dunque riportare con ragionevole certezza che l'aggiunta di 8 kg di fanghi all'impianto con cinque radiatori sottoposto alla prova ha ridotto le sue capacità fondamentali di trasferimento di calore di circa il 15%.

Tale incremento si riflette in un cambiamento nella resa della caldaia. La differenza media della temperatura della caldaia dal gas all'acqua dello scambiatore di calore deve cambiare per adattarsi all'accresciuta domanda dell'impianto di riscaldamento e i calcoli mostrano che l'incremento necessario della temperatura dell'impianto (e l'effetto sull'efficienza della caldaia) è di circa il 3%.

L'aspetto soddisfacente dei risultati sopra riportati è che tutte e tre le tecniche separatamente indicano una diminuzione reale dell'efficienza della caldaia di circa il 3%.

Seconda fase: sostituzione della caldaia senza additivo pulente nè lavaggio ad alta circolazione

Nella seconda fase, la caldaia è stata sostituita con una nuova, dell'identico modello e l'impianto NON è stato pulito ad alta circolazione. Persino il ripristino del flusso d'acqua si è rivelato difficile. L'impianto praticamente non ha registrato alcun aumento di efficienza. I dati sono riportati sotto (Tabella 2) insieme con le condizioni al termine della prova precedente.

Fanghi aggiunti	Mandata °C	Ritorno °C	Efficienza indiretta (% lorda)	Delta %	Efficienza misurata (% lorda)	Delta %	Portata (L/min)	Calore in uscita (kW)	Calore in entrata (kW)
0.0	65.0	47.4	89.8		84.0		5.28	6.15	7.43
8.0	71.1	51.3	87.5	-2.3	80.8	-3.2	4.14	6.38	7.90
8.0 (nuova caldaia)	76.1	58.3	86.0	-3.8	77.5	-6.5	6.18	7.51	9.7

Tabella 2

I dati confermano che il deterioramento della resa della caldaia e della capacità di trasferimento di calore dell'impianto è imputabile a fattori esterni alla caldaia stessa, dal momento che nemmeno la sostituzione con una nuova identica caldaia –il rimedio spesso prescritto per simili problemi – non apporta alcun beneficio. Il problema predominante era che, dopo l'installazione della nuova caldaia, il deposito di fango si è compattato a tal punto che la caldaia e il circuito dei radiatori non potevano trasferire la quantità desiderata di calore dai radiatori all'ambiente.

L'analisi delle immagini scattate con la fotocamera agli infrarossi (Figura 1) illustra il grado di sporco entro i radiatori. E' chiaro che i fanghi influiscono in modo estremamente negativo sia sul flusso sia sulla distribuzione del calore entro tutti i radiatori e ciò ha due distinti effetti:

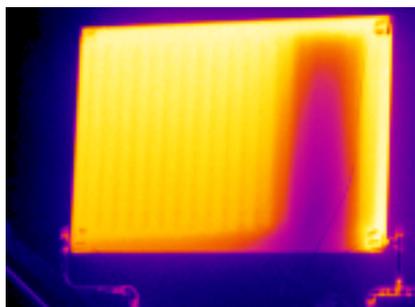
- Riduce il trasferimento di calore nell'area del radiatore dove si ferma il deposito. Di conseguenza il radiatore deve funzionare con l'acqua circolante ad una temperatura più elevata di quanto sarebbe richiesto in un radiatore pulito per trasferire all'ambiente il calore desiderato.
- Il bilanciamento idraulico dell'impianto viene alterato, rendendo molto difficile mantenere tutti i radiatori alla temperatura desiderata, senza regolare la pompa sul valore massimo, operazione che a sua volta può tradursi in rumorosità ed eccessiva velocità nel circuito primario di mandata e ritorno.

Terza fase – Il lavaggio ad alta circolazione, l'impiego di additivi per il lavaggio e l'azione meccanica

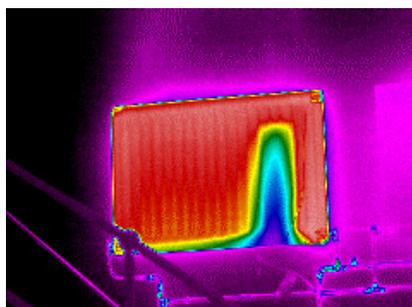
Nella terza fase, la caldaia e l'impianto sono stati trattati con additivi (Sentinel X800 Jetflo) per disperdere il fango compattato e quindi sono stati lavati ad alta circolazione (powerflushing) per rimuovere il fango disperso.

La sequenza degli eventi è descritta con l'ausilio di una serie di immagini termiche agli infrarossi di un singolo radiatore (le serie sono state scattate a tutti i radiatori e sono risultate molto simili fra loro). Le immagini del radiatore N.3 riprodotte sotto nella Figura 2 da (a) a (f) sono tipiche e seguono la sequenza: prima del lavaggio - aggiunta di additivo – lavaggio a elevata portata – risciacquo più vibrazioni meccaniche.

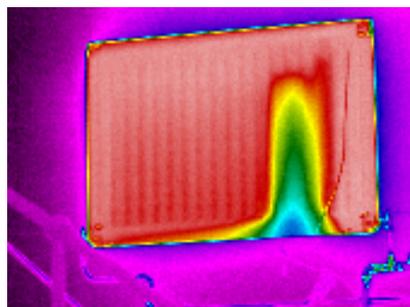
Informazioni Tecniche



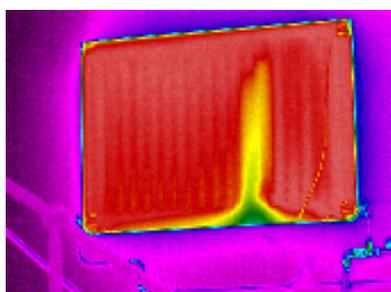
(a) Prima della pulizia



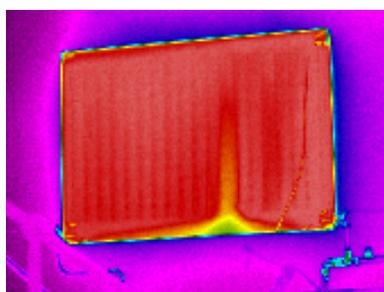
(b) Dopo lavaggio con sola acqua a freddo e successivo riscaldamento



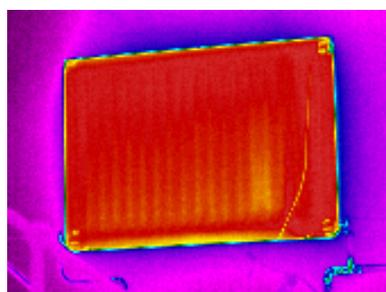
(c) Inizio del lavaggio ad alta circolazione a caldo con Sentinel X800 Jetflo



(d) Durante il lavaggio ad alta circolazione a caldo (powerflushing)



(e) Verso la fine del lavaggio ad alta circolazione – inizio dell'azione meccanica con martelletto di gomma



(f) Fine della pulizia ad elevata portata con Sentinel X800 Jetflo

Figura 2

Questa serie di immagini mostra l'effetto significativo dell'aggiunta di Sentinel X800 Jetflo nel far ritornare l'impianto quasi come nuovo e i benefici aggiuntivi prodotti dall'azione meccanica.

Quarta fase – Funzionamento a lungo termine dopo la pulizia

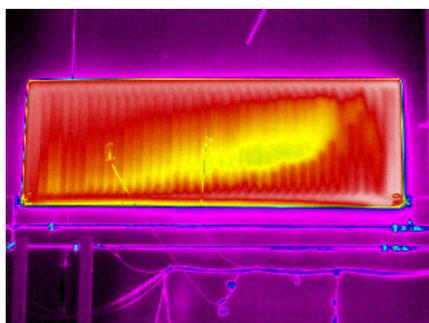


Figura 3

Informazioni Tecniche

Dopo gli studi sulla pulizia, è stato immesso nell'impianto Sentinel X100, un inibitore della corrosione a protezione permanente. Com'era da attendersi, l'aggiunta non ha modificato la temperatura della superficie, in quanto, alla concentrazione in cui viene dosato, questo prodotto non può modificare in modo significativo le proprietà fisiche dell'acqua. Un tale effetto potrebbe essere prodotto solo da sostanze che modificano la viscosità, conducibilità termica e densità dell'acqua.

Dopo la pulizia sopra descritta l'impianto è stato lasciato in funzione con l'aggiunta di Sentinel X100 nella concentrazione consigliata. Si può vedere nella Tabella 3 che la resa termica è stata riportata praticamente alle condizioni dell'impianto da nuovo.

Fanghi aggiunti	Mandata (°C)	Ritorno (°C)	Efficienza indiretta (% lorda)	Delta %	Efficienza misura (% lorda)	Delta %	Portata (L/min)	Calore in uscita (kW)	Calore in entrata (kW)
0.0	65.0	47.4	89.8		84.0		5.28	6.15	7.43
8.0	71.1	51.3	87.5	-2.3	80.8	-3.2	4.14	6.38	7.90
8.0 (nuova caldaia)	76.1	58.3	86.0	-3.8	77.5	-6.5	6.18	7.51	9.7
Dopo la pulizia	61.6	43.6	90.1	+0.3	85.7	+1.7	5.41	7.0	8.5

Tabella 3

Conclusioni

Prima di questo studio si pensava che fossero due i fattori principali che influiscono sulla resa di un impianto di riscaldamento: in primo luogo la caldaia e secondariamente le tubazioni e i radiatori.

Consideriamoli separatamente: -

- **La caldaia.** Nel caso di una caldaia moderna con scambiatore di calore in alluminio, consistente di un tubo singolo a serpentina, la perdita di efficienza col tempo non sopravviene per la stratificazione di depositi di corrosione o di fanghi entro la caldaia stessa. Questo perchè l'elevata velocità di flusso all'interno della caldaia è generalmente sufficiente per rimuovere tali depositi. Tuttavia, nelle zone con acqua dura si può verificare una certa perdita di efficienza causata dai depositi di calcare fortemente aderenti che si formano sulla superficie metallica. Questi depositi, derivanti dai sali di durezza dell'acqua di rete, agiscono da isolante termico.
- **Tubazioni e radiatori.** I depositi di corrosione dentro un impianto vecchio possono causare una notevole riduzione dell'efficacia dei radiatori stessi o dell'impianto nel suo insieme, di circa il 15%. Gli effetti possono essere semplici come il blocco meccanico nelle adiacenze del punto di entrata dell'acqua fino ad arrivare al blocco delle valvole.

Ciascuno di questi due fenomeni è certamente sufficiente a causare un notevole squilibrio idraulico che porta a un flusso eccessivo attraverso certi radiatori (con corrispondente surriscaldamento) e a

punti freddi in altri. L'unica contromisura che il proprietario può adottare è di alzare il termostato, aumentando così l'immissione di calore nell'acqua del circuito di riscaldamento.

Da questa spiegazione risulta chiaro che questi sono proprio i problemi che si manifestano in molti impianti di riscaldamento vecchi, specialmente in quelli muniti (spesso in un secondo tempo) di valvole termostatiche dei radiatori con passaggi stretti.

L'innalzamento della temperatura dell'acqua (e a volte la riduzione della portata) aumenta inoltre la probabilità di ossidazione dell'esterno dello scambiatore di calore entro la caldaia, riducendo di conseguenza i coefficienti di trasferimento di calore all'esterno e riducendo l'efficienza della caldaia. Ciò può comportare guasti prematuri delle ventole ecc.

La natura dei restringimenti che si formano nei radiatori è ben illustrata dalle illustrazioni di questo studio. Tali depositi 'isolano' la superficie interna dei radiatori e alterano il flusso dell'acqua facendo sì che i radiatori presentino cadute di pressione insolitamente alte. Questo fenomeno alla lunga porta a uno sbilanciamento del flusso dell'acqua nell'impianto.

- Tale mancato equilibrio idraulico può portare a un costoso surriscaldamento o a un mancato riscaldamento degli ambienti, a meno che ciascun radiatore sia munito di una valvola termostatica. Certamente un impianto controllato da un singolo termostato difficilmente soddisferà il proprietario, sprecherà energia, farà aumentare le bollette e produrrà più anidride carbonica.
- Come si può dedurre dai dati sull'efficienza, la necessità di innalzare la temperatura dell'acqua nel circuito di riscaldamento ha un effetto significativo sull'efficienza della caldaia, specialmente con le moderne caldaie a condensazione.

Quando un impianto di riscaldamento subisce un intervento importante, come nel caso dell'installazione di una nuova caldaia, è essenziale ripristinare il più possibile le condizioni dell'impianto come nuovo. Tuttavia questo studio ha dimostrato che sostituire la caldaia con una nuova e pulita non apporta vantaggi significativi se l'impianto non è stato lavato ad alta circolazione e trattato con un inibitore. Questa perdita di energia è quasi equivalente a un'intera classe energetica delle normative britanniche SEDBUK e, quel che più importa, l'utilizzatore resterà insoddisfatto perchè non avrà un impianto bilanciato che immette calore uniformemente in tutte le stanze. Pertanto l'intero impianto dovrebbe essere pulito integralmente in concomitanza con la sostituzione della caldaia. Esistono diversi modi per effettuare tale pulizia ma, come è dimostrato in questo studio, la soluzione migliore è un lavaggio ad alta circolazione (powerflushing) con un pulitore chimico appropriato quale Sentinel X800 Jetflo.

Più in dettaglio:

- L'aggiunta di un disperdente come Sentinel X800 Jetflo aiuta sensibilmente la rimozione dei fanghi come parte del processo di pulizia.
- La pulizia ad alta circolazione per essere pienamente efficace deve implicare l'intervento diretto dell'operatore. La soluzione preferibile è di sottoporre ciascun radiatore a prolungate vibrazioni, provocate da un martelletto di gomma. Si tratta di un processo che richiede tempo e attenzione ma è essenziale se si vuole che l'impianto torni in condizioni simili a quando era nuovo.

Informazioni Tecniche

- L'impianto può essere riportato con successo all'efficienza originale usando una combinazione di Sentinel X800 Jetflo e lavaggio ad alta circolazione

Ci si può domandare se, in un impianto progettato correttamente in cui il funzionamento della caldaia è controllato da un termostato ambientale e non dal termostato della caldaia, una volta che l'impianto è pulito si abbia una maggior efficienza. La risposta è sì: i radiatori più puliti consentono una temperatura di esercizio più bassa (indipendentemente dai mezzi di controllo come valvole o termostato ambiente) e dunque richiedono una più bassa temperatura dell'acqua che risulta in una maggior efficienza della caldaia.

Raccomandazioni

Periodicamente, come parte della manutenzione ordinaria dell'impianto di riscaldamento, durante TUTTE le sostituzioni di caldaia e quando ci sia qualsiasi indizio di corrosione dell'impianto, gli impianti devono essere scrupolosamente puliti. Il modo più efficace per farlo è la pulizia ad alta circolazione (powerflushing) dell'intero impianto, che deve essere eseguita da un operatore adeguatamente preparato, con l'uso di un additivo chimico che favorisca la dispersione dei depositi di fanghi. Il processo deve comprendere di preferenza l'applicazione di vibrazioni meccaniche a ciascun radiatore.

Il risultato previsto è:

- Un aumento della fondamentale capacità di trasferimento del calore dei radiatori fino al 15%, che si traduce in maggiore uniformità delle temperature dei radiatori (e dunque maggior soddisfazione del cliente).
- Un aumento dell'efficienza energetica complessiva della caldaia fino al 3%, sufficiente a far passare una caldaia che opera in classe SEDBUK B (fra 88% e 90%) alla classe A.
- Meno rischi di sbilanciamento idraulico dell'impianto (e dunque maggior soddisfazione del cliente).
- Bollette più basse e meno emissioni di anidride carbonica.

Dr Paul Day C.Chem. M.R.S.C.
European Technical Manager
Sentinel Performance Solutions Ltd

Paul Balmer
Commercial Manager
Gastec n.v./CRE Group Ltd