

# Servizi di caldaie

Protezione anticorrosione  
per le caldaie





### Protezione anticorrosione per le caldaie

In un contesto commerciale sempre più competitivo come quello odierno, le soluzioni tecniche devono migliorare la resa del prodotto e l'affidabilità operativa degli impianti.

WSI, con la sua sede europea di Hellevoetsluis (Paesi Bassi) è il maggior fornitore globale di servizi di riparazione automatizzata. Nel nostro stabilimento di produzione di Radom (Polonia), così come presso il cliente, abbiamo applicato numerosi rivestimenti di saldatura (weld metal overlay) resistenti alla corrosione/erosione su caldaie di tutto il mondo in alcuni degli ambienti più difficili in assoluto.

*Riparazione pannelli delle pareti membranate  
in un Impianto di Recupero Energetico*

# Massima redditività dell'investimento

WSI vanta una lunga storia di successi industriali in tutto il mondo e l'applicazione delle nostre soluzioni assicura un rendimento significativo dell'investimento.

| Sfide                                                                                    | Soluzioni                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Allungamento della vita operativa e miglioramento delle prestazioni dell'impianto</b> | Offerta di soluzioni a lungo termine che evitano la necessità di una sostituzione. Le soluzioni di riporto di saldatura (weld metal overlay) hanno una durata maggiore rispetto ad altri metodi tradizionali e possono essere ripristinate e manutenzionate.                                                                                                                                                                                |
| <b>Miglioramento dell'integrità meccanica dell'impianto</b>                              | L'integrità degli impianti industriali quali le apparecchiature a pressione è di vitale importanza per la sicurezza, la redditività dell'investimento ed esigenze di affidabilità operativa. Gli impianti esistenti possono essere oggetto di modifiche di processo che comportano un aumento dei ratei di corrosione. L'upgrading con una tecnologia avanzata mantiene l'integrità meccanica e garantisce elevati livelli di affidabilità. |
| <b>Riduzione dei costi di manutenzione</b>                                               | La riparazione a lungo termine invece della sostituzione dei pannelli esistenti potrebbe comportare una minore manutenzione. Siamo in grado di gestire tempi di risposta brevi e rigide tabelle di marcia.                                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>Qualità costante e conforme alla normativa</b>                                        | L'Assicurazione Qualità e il Controllo Qualità sono la norma in tutte le nostre soluzioni, con certificazione EN e ASME per i nostri processi di saldatura automatica che vengono effettuati con una manodopera altamente specializzata.                                                                                                                                                                                                    |
| <b>Materiali, luoghi, configurazioni e ambienti difficili</b>                            | Forniamo un supporto tecnico completo che comprende la progettazione delle attrezzature, la consulenza metallurgica e lo studio dei processi di saldatura.                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>Rispetto dei requisiti di sicurezza</b>                                               | La considerazione e l'osservanza della normativa salute, sicurezza e ambiente (HSE) rappresentano uno dei nostri valori fondamentali e sono il motore di tutti i nostri progetti e di tutte le nostre soluzioni.                                                                                                                                                                                                                            |



Formazione saldatori



Il nostro stabilimento di produzione di Radom (Polonia) lavora 24 ore su 24, 7 giorni su 7



Linea Tubi Unifuse® 360

# Tecnologia Unifuse

Norme e direttive rigide, come la normativa EN e ASME, regolano i requisiti di resistenza per la progettazione e la costruzione delle caldaie. La maggior parte di questi componenti ha una tolleranza alla corrosione inclusa nello spessore di parete iniziale, ma le condizioni operative e l'ambiente circostante possono causare un'usura eccessiva. Ciò comporta caldaie che funzionano non economicamente e mancano di un'adeguata protezione della superficie contro la corrosione, l'erosione e anche la cricatura.

Con oltre 30 anni di esperienza nel campo della protezione delle caldaie, la tecnologia Unifuse® di WSI risponde a questa esigenza fornendo una protezione di superficie ottimale per caldaie per termovalorizzatori, caldaie a biomassa, caldaie a carbone, caldaie a recupero di liquor nero, nonché forni e cappe nella produzione dell'acciaio, quali Forni Elettrici ad Arco (FEA) e Forni Basici a Ossigeno (FBO).

Unifuse è una soluzione tecnica conveniente contro gli attacchi di corrosione/erosione esercitati dai prodotti della combustione nelle caldaie e dal flusso dei gas di scarico caldi nei sistemi di recupero del calore di scarto. Unifuse prolunga la vita operativa dei tubi e dei pannelli delle pareti membranate, evitando o ritardando costose sostituzioni.

È essenziale stabilire il tipo di processo che rappresenta un danno per l'impianto. La protezione con riporto di saldatura può usurarsi con il passare del tempo e la sua longevità dipende non solo dalla qualità dell'applicazione, ma anche dalle condizioni di funzionamento all'interno della caldaia. Temperature altamente localizzate, turbolenze, impatto dei gas effluenti e cenere possono causare un'accorciamento della vita utile del rivestimento. La tecnologia Unifuse offre la migliore qualità con la minore diluizione possibile, indipendentemente dal fatto che venga utilizzata nel processo di build-up (riporto) per ottenere il recupero dello spessore minimo (garantendo il ripristino del muro di pressione) o che sia applicata come rivestimento resistente alla corrosione, consentendo alla caldaia di operare nel modo economicamente più conveniente.



Allungamento della vita utile dei pannelli delle caldaie

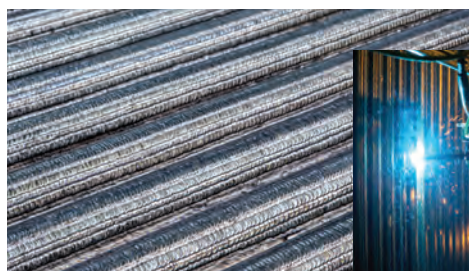
Unifuse prolunga la vita operativa dei tubi e dei pannelli delle pareti membranate ed evita o ritarda costose operazioni di sostituzione

# Riporto di saldatura automatica nel nostro stabilimento di produzione

WSI è un leader mondiale del settore e vanta una grande capacità di produzione per i rivestimenti nel suo stabilimento di Radom (Polonia).

## Unifuse 180 - Allungamento della vita utile dei pannelli per caldaie

Il processo Unifuse 180 assicura una protezione di alta qualità della superficie dei pannelli. I nostri impianti includono la tecnologia GMAW e sistemi di montaggio dei pannelli caratterizzati dalla possibilità di rivestire pannelli piani fino a 18 m di lunghezza e 2 m di larghezza.



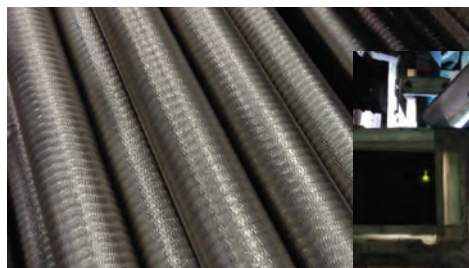
Unifuse 180 - Allungamento della vita utile dei pannelli per caldaie



Unifuse 180 Rivestimento per pannelli piani diritti

## Unifuse 360 - Protezione dei tubi per caldaie

Il processo Unifuse 360 garantisce una protezione a 360° per i tubi delle caldaie contro la corrosione e l'erosione. Il nostro impianto è in grado di applicare un rivestimento di spessore 1,2-3,0 mm (o anche superiore se richiesto, con rivestimento multistrato) per tubi e collettori fino a 15 m di lunghezza e con diametro di 21-273 mm.



Unifuse 360 - Protezione dei tubi per caldaie



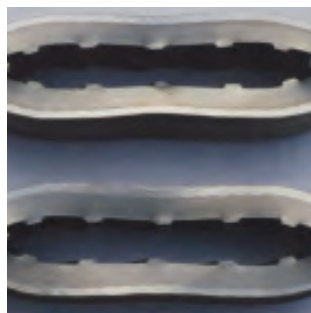
Unifuse 360 Il nostro esclusivo processo GMAW/GTAW



Banco surriscaldatore



Pannello realizzato con tubi a spirale



Test di appiattimento



Controllo spessore



PMI per controllo diluizione



Finestra in tubi a spirale

# Riporto di saldatura automatica in campo

Oltre alla nostra produzione in officina, si effettuano anche operazioni di riparazione e upgrade presso il cliente. Le condizioni specifiche in cui opera la caldaia possono causare l'invecchiamento del rivestimento protettivo saldato a cui consegue un'usura eccessiva, nel qual caso possiamo effettuare sul posto le necessarie riparazioni. Si può applicare il rivestimento saldato su tubi nuovi o usurati in acciaio al carbonio e si può anche riapplicare il rivestimento saldato su un vecchio rivestimento, tipo Inconel.

## Verifica preliminare

Durante la fase di valutazione del progetto, effettuiamo una visita preliminare per assicurarci che il nostro personale e le nostre procedure siano conformi ai requisiti del cliente in materia di Salute, Sicurezza e Ambiente e di Assicurazione della Qualità.

Si stabilirà, con vari test, se vi è la necessità di un build-up (ristrutturazione) dei tubi, una riparazione specifica per ripristinare il limite di pressione, oppure se la caldaia può essere rivestita direttamente.

## Preparazione della superficie

Prima del rivestimento, i nostri Ispettori Qualità di livello II e/o di livello III controlleranno la superficie sabbiata (SA 3), determineranno lo spessore e individueranno i difetti.

Le superfici devono essere prive di ogni possibile contaminazione, come refrattari, altri rivestimenti o vecchio Inconel. Se vi è un rivestimento di saldatura applicato in precedenza, la superficie deve essere levigata molata per eliminare tutti i possibili difetti, come ad esempio pori. Tutti i difetti visibili saranno eliminati durante questa fase.

## Processo Unifuse

Si procede agendo verticalmente verso il basso dalla membrana alla sezione del tubo, secondo una sequenza pre-programmata di applicazione dei cordoni di saldatura in modo tale da ottenere una ricopertura uniforme e una superficie liscia. Ciascun cordone di saldatura viene coperto da un cordone di saldatura successivo garantendo una ricopertura totale con un rivestimento di 2 mm di spessore.

Se lo spessore del tubo è inferiore al livello minimo di rivestimento, ovvero 2,2 mm verticale e 2,5 mm non verticale, prima del riporto di saldatura occorre un build-up (ristrutturazione) in acciaio al carbonio.

## Ispezione

I nostri ispettori preparano una relazione esaustiva sul rivestimento applicato che comprende i seguenti Controlli Non Distruttivi (CND).

- Controllo ad Ultrasuoni (UT) e Controllo Visivo (VT) prima di effettuare il rivestimento
- Controllo casuale durante l'applicazione del rivestimento
- Identificazione Positiva del Materiale (PMI), Controllo con Liquidi Penetranti (PT), UT e VT dopo l'applicazione del rivestimento.





Riparazione pareti membranate presso un Impianto di Recupero Energetico

# Caldaie per Termovalorizzatori e a Biomassa

La gestione dei problemi di corrosione nelle caldaie che bruciano rifiuti solidi urbani e combustibile derivato da materiali organici è una sfida importante per gli operatori.

## Caldaie per Termovalorizzatori

I rifiuti solidi urbani sono un combustibile eterogeneo che contiene numerose impurità come cloro, zolfo, sodio, zinco, piombo e altri metalli pesanti. Durante la combustione, queste impurità creano un ambiente corrosivo che riduce la vita utile dell'acciaio al carbonio. Il cedimento del tubo è quindi un'evenienza comune e, di conseguenza, si ha un costoso ed imprevisto arresto della caldaia. L'atmosfera corrosiva produce il suo effetto sui tubi delle caldaie, pareti membranate, tubi dei surriscaldatori, forni, banchi caldaia ed economizzatori.

## Caldaie a biomassa

Le caldaie a biomassa utilizzano un combustibile derivato da materiali organici quali rifiuti agricoli, residui forestali e vegetali, colture energetiche e chip RT (combustibili da legnami di recupero) che possono essere miscelati con i rifiuti urbani. Questi combustibili contengono spesso quantità significative di elementi come cloro, potassio, alcali, sodio, zolfo, piombo o zinco.

Il processo di combustione provoca l'emissione di gas combustibili contenenti composti organici bassofondenti che provocano corrosione e formano anche depositi che si sciolgono sulla superficie dei tubi dei surriscaldatori e limitano la velocità di trasferimento termico al vapore nei tubi.

## Riporto di saldatura Unifuse con lega 625

Affinché una caldaia lavori in queste condizioni difficili per diversi anni, i tubi richiedono uno strato di protezione contro la corrosione. Unifuse® con lega 625 (e altro) ha dimostrato di essere la soluzione più conveniente contro gli attacchi della corrosione da parte dei prodotti della combustione nelle caldaie e dei flussi dei gas di scarico caldi negli impianti di recupero del calore dai rifiuti, oltre a mantenere l'integrità strutturale dei pannelli Waterwall delle pareti membranate.

I conduttori delle caldaie hanno la possibilità di massimizzare i vantaggi economici legati alla maggiore vita operativa, nonché di evitare gli arresti imprevisti e i costi di manutenzione durante la fermata successiva.

# Caldaie a carbone

L'industria mondiale del carbone è stata oggetto di una serie di regolamentazioni, modifiche di carattere economico e aumento dell'estrazione di gas da formazioni di rocce sedimentarie. Questo andamento ha riproposto l'Europa quale compratore primario di carbone corrosivo ad alto tenore di zolfo.

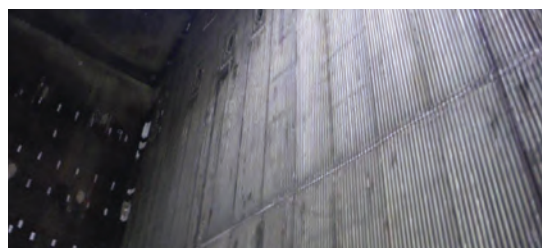
Se bruciato, lo zolfo, principale impurità del carbone, provoca l'emissione di SOx con conseguenti problemi come la corrosione ad alta temperatura. Dopo la combustione, la cenere prodotta dal carbone può essere trasportata nei gas effluenti e causare erosione da ceneri volanti sulle superfici che assorbono calore, come tubi delle pareti membranate del forno letti fluidi, surriscaldatori ed economizzatori. La scorificazione dovuta ai depositi di cenere sulle pareti del forno può causare problemi di incrostazione. I metodi di rimozione delle ceneri (con vapore, lance o cannoni ad acqua) possono anche causare un'ulteriore corrosione/erosione e fatica termica.

## Riporto di saldatura Unifuse con lega 622

WSI è stata scelta per fornire riporto di saldatura su molte caldaie a carbone con Unifuse® 622. Unifuse con lega 622 vanta una storia di prestazioni comprovate contro la corrosione, la corrosione/erosione e la fatica termica, risultando particolarmente efficace nella protezione contro la corrosione dei pannelli waterwall in condizioni di combustione a basso NOx.



*Corrosione lato fiamma in una caldaia a carbone*



*La riparazione da parte di WSI con Unifuse 622 ha allungato la vita utile della caldaia a carbone.*

# Caldaie a Recupero di Liquor Nero

La caldaia a recupero di liquor nero è uno degli impianti di processo più critici per la pasta di legno e le cartiere, mentre l'aumento della corrosione nei tubi dei surriscaldatori è notevolmente influenzato dai fattori operativi della caldaia come la temperatura.

I surriscaldatori sono tipicamente in acciaio al carbonio o in acciaio Cr-Mo (ad es., acciaio ferritico: T11, T22). Si può assistere a una corrosione rapida ad alta temperatura di questi tubi in acciaio in presenza di aree molto calde. La combustione del liquor nero produce una massa fusa inorganica ricca di carbonato di sodio ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) e solfuro di sodio ( $\text{Na}_2\text{S}$ ). Questa combustione provoca l'assottigliamento delle pareti dei tubi a causa della solforazione dell'acciaio al carbonio. Carbonati, solfuri e sali di potassio possono inoltre depositarsi sui tubi, sulla superficie di scorrimento della massa fusa, sulla parete dell'imboccatura e sulle aperture principali per l'aria, causando un'ulteriore corrosione.

## Riporto di saldatura Unifuse con lega 309, 310 e GR383

I tubi protetti con Unifuse lega 309, 310 o GR383, applicando il processo GMAW/GTAW brevettato da WSI rappresentano una soluzione economicamente conveniente e a lungo termine per il problema della corrosione dei surriscaldatori, evitando nel contempo la necessità di saldature metalliche differenti.



*Riparazione in campo di una caldaia a recupero di liquor nero*

# Sicurezza, Qualità, Engineering e Analisi

WSI dispone dell'esperienza e dell'organizzazione globale per offrire una risposta completa a tutti gli aspetti relativi alla riparazione e all'upgrade automatizzato delle caldaie. La cura dei dettagli di progetto, la capacità tecnica da leader del mercato e la grande attenzione per la salute e la sicurezza governano tutte le nostre attività e i nostri servizi, dando al cliente quella sicurezza che gli servirà a raggiungere il successo, ora e in futuro.

## Piano per la Salute, la Sicurezza e l'Ambiente

Effettivamente, la sicurezza è al primo posto tra le priorità di WSI. Pertanto, il rispetto di tutte norme in materia di Salute, Sicurezza e Ambiente (HSE) è fondamentale in ogni fase di tutti i progetti da noi intrapresi. Un piano completo che copre tutti gli aspetti (HSE) informa tutte le nostre attività, dall'analisi all'implementazione, prevedendo una valutazione di tutti i rischi con le idonee certificazioni, la pianificazione, le responsabilità, la formazione e l'analisi dei rischi operativi.

## Assicurazione Qualità

L'Assicurazione Qualità (QA) e il Controllo Qualità (QC) sono la norma in tutte le nostre soluzioni, assieme alle certificazioni EN and ASME per i nostri processi di saldatura automatici e la nostra forza lavoro altamente specializzata e addestrata.

Tutto il personale di WSI è qualificato in conformità con EN 287-1, EN 1418 e EN ISO 14732 o ASME, mentre le attività operative vengono effettuate nel rispetto dei requisiti PED 97/23/CE e della normativa di progettazione e fabbricazione applicabile per le attrezzature a pressione. WSI ha un Programma di Assicurazione Qualità certificato EN-ISO 3834-3, AD-Merkblatt HPO (TRB 200), TRD 201 ed ASME U & S. Tutti i procedimenti di saldatura sono conformi ai requisiti EN-ISO 15614-1 e 7 e/o EN 288 e TÜV Merkblatt 1156/1166 o ASME BPVC.

## Engineering

Il nostro reparto di engineering offre una gamma completa di analisi, tra cui la riduzione della deformazione, l'analisi delle sollecitazioni, la stabilità strutturale e le procedure di saldatura speciali per garantire prestazioni ottimali in qualsiasi momento, sia in fabbrica che presso il cliente. Inoltre, tecnici altamente qualificati in materia di attrezzamento, metallurgia, corrosione e saldature ricercano le soluzioni tecniche più idonee per i nostri clienti.

## Analisi qualitativa e quantitativa

Il nostro processo automatico fornisce un rapporto di saldatura di alta qualità. La qualifica e i parametri di processo che abbiamo sviluppato includono controlli distruttivi per verificare le caratteristiche del rivestimento saldato: rapporto di saldatura, come la diluizione nel materiale di base che viene misurata costantemente con la massima precisione controllando i parametri di processo. E' anche importante mantenere il contenuto di Fe del materiale di base a un livello minimo, essendo questo responsabile del deterioramento causato dalla corrosione.



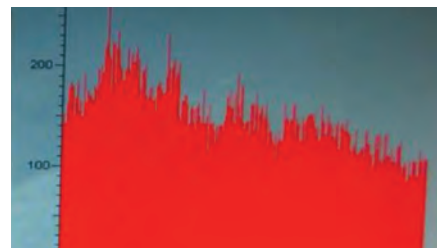
Riunioni giornaliere sulla sicurezza



Formazione del personale



Una gamma completa di analisi



Analisi qualitativa e quantitativa  
(raggi X a dispersione di energia)

# Programma di manutenzione caldaie di WSI

Il cambiamento delle operazioni o del tipo di combustibile può determinare un maggior deterioramento delle parti in pressione e una riduzione delle prestazioni; la mancata manutenzione di questi componenti importanti può comportare costose riparazioni o sostituzioni.

Un programma di manutenzione personalizzato è il sistema più conveniente per proteggere il vostro impianto. Nell'ambito del programma di manutenzione, le prestazioni del vostro impianto sono monitorate regolarmente.

Ispezionando con regolarità il rivestimento esistente, siamo in grado di fornire al cliente un rapporto personalizzato con informazioni dettagliate sullo stato del rivestimento, una consulenza sulla riparazione più efficace e un'indicazione sull'aspettativa di vita.

In caso di esposizione del metallo base, si effettueranno riparazioni immediate del rivestimento previa preparazione della superficie interessata. Nel caso in cui si rendano necessarie riparazioni più importanti, WSI è in grado di offrire una soluzione basata sulla tecnologia Unifuse®, il cui successo è comprovato nelle applicazioni sulle caldaie da oltre trenta anni, fornendo una soluzione conveniente per l'attacco della corrosione da parte dei prodotti della combustione nelle caldaie e del flusso dei gas di scarico caldi nei sistemi di recupero del calore di scarto.

## Garanzie

I nostri servizi garantiscono un'accurata aderenza della protezione ai tubi e alle membrane a barre piane che sono state applicate con la lega resistente alla corrosione. Possono essere fornite garanzie a partire dalla data in cui il rivestimento viene esposto alla fiamma/ ai gas di scarico. Tali garanzie saranno concordate in seguito al ricevimento dei parametri specifici a cui il rivestimento stesso è esposto. La nostra valutazione tiene conto di tutti i fattori operativi di interesse, quali il tipo della caldaia, le caratteristiche dei prodotti della combustione, le condizioni di funzionamento della caldaia e le condizioni attuali dei tubi.



*Parete membranata dopo il test del solfato di rame*



*Riparazioni immediate su un vecchio riporto di saldatura 625*



*Se il danno è esteso, si deve applicare un riporto di saldatura Unifuse automatico per ripristinare lo spessore richiesto del riporto di saldatura.*



*Tubi a spirale con finestre*

Un programma di manutenzione personalizzato è il sistema più conveniente per proteggere il vostro impianto. Nell'ambito del programma di manutenzione, monitoriamo regolarmente le prestazioni del vostro impianto.

*Ispezione in campo del rivestimento esistente*



WSI is a specialized global service company offering innovative maintenance through automatic weld repair solutions that extend the lifetime and maximize the value of our customers' assets in the energy industry.



[WSIsolutions.com](https://www.WSIsolutions.com)

WSI Europe B.V.  
Kanaalweg Oostzijde 134  
Kantoor h  
3224 AD Hellevoetsluis  
The Netherlands  
T: +31 62 5042456  
E: [ws-emeaa@WSIsolutions.com](mailto:ws-emeaa@WSIsolutions.com)