

# Kiln Tracker<sup>®</sup>

MANUALE UTENTE DI  
SISTEMA GENERALE

*per l'uso con*

**insight**  
software

Revisione I





A Fluke Company

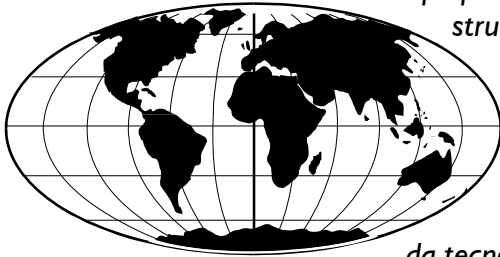
# Kiln Tracker<sup>®</sup>

## Manuale utente di sistema generale

per l'uso con

**insight**  
software

Revisione I



*DataPaq è il primo produttore al mondo di strumentazione per il monitoraggio della temperatura dei processi. La società mantiene il suo primato grazie al continuo sviluppo dei propri sistemi Tracker, caratterizzati da tecnologie avanzate e facilità d'uso.*

### **Europe & Asia**

Datapaq Ltd.,  
Lothbury House, Cambridge  
Technopark, Newmarket Road,  
Cambridge CB5 8PB, UK  
Tel. +44-(0)1223-652400  
Fax +44-(0)1223-652401  
E-mail [sales@datapaq.co.uk](mailto:sales@datapaq.co.uk)  
[www.datapaq.com](http://www.datapaq.com)

### **North & South America**

Datapaq, Inc.,  
3 Corporate Park Dr., Unit I,  
Derry,  
NH 03038, USA  
Tel. +1-603-537-2680  
Fax +1-603-537-2685  
E-mail [sales@datapaq.com](mailto:sales@datapaq.com)  
[www.datapaq.com](http://www.datapaq.com)

© Datapaq Ltd., Cambridge, Regno Unito 2004

Tutti i diritti riservati

Datapaq Ltd. si astiene da qualunque asserzione o garanzia di qualsiasi genere in merito al contenuto della presente pubblicazione e disconosce specificamente qualsivoglia garanzia implicita di commerciabilità e idoneità per scopi particolari. Datapaq Ltd. non si assume alcuna responsabilità per eventuali errori contenuti nella presente pubblicazione o per qualsiasi danno accidentale o consequenziale in relazione alla fornitura, alle prestazioni o all'utilizzo del software Datapaq, dell'hardware associato o del presente manuale.

Datapaq Ltd. si riserva il diritto alla revisione periodica della presente pubblicazione e alla modifica del suo contenuto senza obbligo di notifica ad alcuna persona di tali revisioni o modifiche.

Datapaq e il logo Datapaq e Kiln Tracker sono marchi registrati di Datapaq. Microsoft e Windows sono marchi registrati di Microsoft Corporation.

I manuali utente sono disponibili in altre lingue. Per maggiori informazioni, contattare Datapaq.

# AVVERTENZE SULLA SICUREZZA

Per un utilizzo sicuro delle apparecchiature Datapaq, rispettare sempre le seguenti avvertenze:

- Seguire attentamente le istruzioni fornite.
- Osservare gli eventuali segnali di avvertimento presenti sull'apparecchiatura stessa.



Indica un **pericolo potenziale**.

Sulle apparecchiature Datapaq questo indica normalmente una temperatura elevata, ma occorre comunque consultare il manuale per ulteriori spiegazioni.



Avverte della presenza di **temperature elevate**.

Dove appare questo simbolo sulle apparecchiature Datapaq, la superficie dell'apparecchiatura può essere eccessivamente calda (o eccessivamente fredda) e può pertanto causare ustioni.

# SOMMARIO

## **Introduzione 9**

Informazioni su questo manuale 9

## **Termocoppie 11**

Breve descrizione delle sonde a termocoppia 11

Termocoppie supportate da Datapaq Systems 12

## **Barriere termiche – Principi 13**

Brevi cenni sulle barriere termiche 13

Elementi di base 14

## **Termocoppie per forno a tunnel 17**

Scelta 17

Isolante 18

Applicazioni tipiche 18

## **Barriere termiche per forni a tunnel 23**

Scelta della barriera termica 24

Specifiche delle barriere termiche 26

## **Processo in forno a tunnel 29**

Scelta della posizione della barriera 29

Determinazione dello spazio sotto il carrello 30

Montaggio della barriera termica 31

Installazione della barriera termica 34

Installazione delle termocoppie 36

Test delle sonde a termocoppia 39

Brevi cenni sui registratori dati 40

Programmazione del registratore dati 40

Installazione del registratore dati 41

Riempimento della barriera termica con acqua 43

## **Recupero del sistema – Forni a tunnel 45**

Considerazioni sulla sicurezza 45

Smontaggio del sistema 45

Scaricamento dei dati 46

<b><i>Barriere termiche per forni a rulli</i></b>	<b>47</b>
Scelta della barriera termica	47
Specifiche delle barriere termiche	49
<b><i>Processo in forno a rulli</i></b>	<b>51</b>
Termocoppie per forno a rulli	51
Controllo del caricamento sui rulli	51
Determinazione dei limiti di altezza	51
Installazione delle termocoppie	52
Montaggio del sistema	53
Inserimento del sistema nel forno	59
<b><i>Recupero del sistema – Forni a rulli</i></b>	<b>61</b>
Smontaggio del sistema	61
Scaricamento dei dati	61
<b><i>Cura e manutenzione</i></b>	<b>63</b>
Barriere termiche	63
Sonde a termocoppia	63
Spinotti delle termocoppie	63
<b><i>Diagnostica</i></b>	<b>65</b>
Hardware	65
<b>INDICE ANALITICO</b>	<b>67</b>



# Introduzione

Delle termocoppie a punto fisso installate in modo permanente forniscono un'indicazione utile, ma circoscritta, della temperatura del forno. Non riflettono le temperature effettivamente raggiunte dal prodotto. Il sistema Datapaq® Kiln Tracker® offre una soluzione efficace al compito, difficile ma essenziale, di eseguire un profilo di temperatura sia del prodotto, sia del forno durante il normale funzionamento.

L'hardware del sistema Kiln Tracker comprende sonde a termocoppia per il rilevamento della temperatura, un registratore dati e una speciale barriera termica. Questa combinazione costituisce un sistema di acquisizione dati autonomo, in grado di attraversare il forno, monitorando la temperatura del prodotto e dell'ambiente, senza cavi trascinati.

Il software per Windows™, di facile utilizzo, offre strumenti di analisi potenti e sofisticati, utilizzabili sia per il controllo qualità, sia per la diagnostica. Come strumento di controllo qualità, consente il confronto dei dati di temperatura attuali con i dati e le curve di riferimento memorizzate in precedenza per rilevare le anomalie di funzionamento. Come strumento diagnostico, mette a disposizione tecniche di analisi innovative, che aiutano nell'individuazione dei problemi, nella messa a punto del processo e nella riduzione dei costi d'esercizio.

Pur se l'utilizzo prevalente riguarda i processi continui, sono anche disponibili sistemi per forni intermittenti o periodici.

## Informazioni su questo manuale

Questo manuale contiene informazioni destinate a tutti gli utenti dei sistemi Datapaq Kiln Tracker, dai principianti agli esperti, ed è generalmente applicabile a tutte le applicazioni in forno ceramico. I capitoli di interesse per un utente specifico dipendono dalla sua conoscenza del sistema e dalle informazioni di cui necessita.

**Termocoppie:** informazioni sui tipi di termocoppia utilizzati nelle varie applicazioni in forno ceramico.

**Barriere termiche – Principi:** descrive il sistema a evaporazione di fase utilizzato nella gamma di barriere per forno ceramico e i vantaggi rispetto alla tecnologia tradizionale.

**Termocoppie per forno a tunnel:** descrive le termocoppie specifiche per applicazioni in forno a tunnel.

**Barriere per forno a tunnel:** informazioni sulle caratteristiche di rendimento delle barriere a evaporazione di fase utilizzate nei forni a tunnel.

**Processo in forno a tunnel:** descrive il processo di impostazione e collaudo, che comprende:

- Il posizionamento del sistema, comprese le sonde
- La misurazione delle temperature sotto il carrello
- L'installazione della barriera e del registratore
- L'installazione delle termocoppie
- Il riempimento della barriera con acqua
- L'esecuzione di una prova

**Recupero del sistema – Forni a tunnel:** descrive come rimuovere il sistema dopo il collaudo e scaricare le informazioni dal registratore dati.

**Barriere per forno a rulli:** informazioni sulle caratteristiche di rendimento delle barriere a evaporazione di fase utilizzate nei forni a rulli.

**Processo in forno a rulli:** descrive il processo di impostazione e collaudo, che comprende:

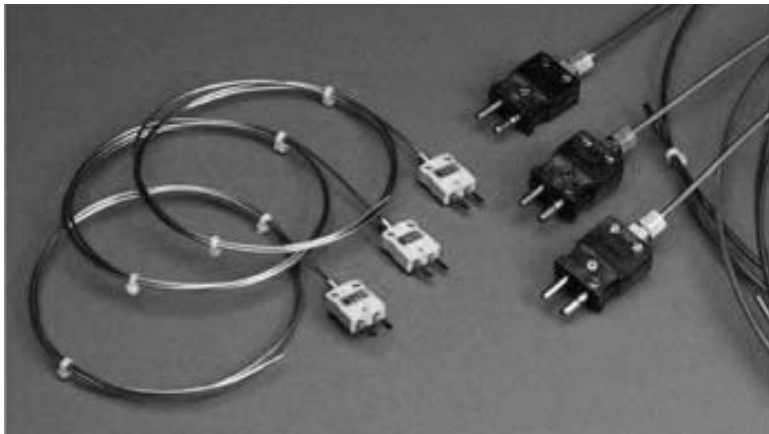
- La scelta delle termocoppie
- Il controllo dei limiti di altezza
- L'installazione della barriera e del registratore
- L'installazione del rivestimento esterno
- L'installazione delle termocoppie
- L'esecuzione di una prova

**Recupero del sistema – Forni a rulli:** descrive come rimuovere il sistema dopo il collaudo e scaricare le informazioni dal registratore dati.

**Diagnostica e Cura e manutenzione:** fornisce consigli pratici sull'individuazione dei guasti e la manutenzione del sistema.

# Termocoppie

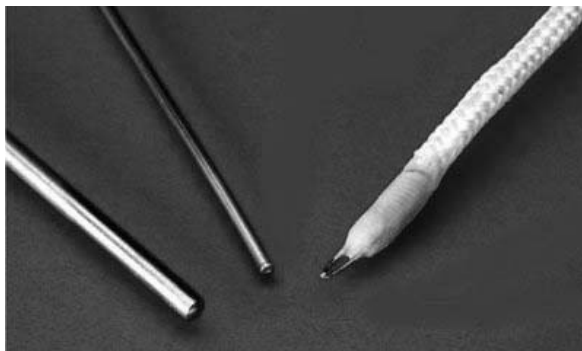
## Breve descrizione delle sonde a termocoppia



*Termocoppie tipo K per forno a rulli (a sinistra) e a tunnel (a destra)*

Le sonde a termocoppia sfruttano l'effetto Seebeck, scoperto nel 19° secolo, per il quale nel punto di giunzione di due metalli diversi si sviluppa una tensione proporzionale alla temperatura.

La tensione effettiva misurata è proporzionale alla differenza di temperatura tra i giunti caldo e freddo della termocoppia, dove il giunto caldo è il giunto di misura, mentre il giunto freddo corrisponde alla giunzione tra i conduttori della termocoppia e il circuito di misura.



*Vista dettagliata dei giunti caldi della termocoppia.*

L'implementazione pratica delle termocoppie richiede sofisticati circuiti elettronici per eliminare i potenziali errori di misurazione. Questi potenziali errori comprendono una scarsa linearità lungo l'intervallo di misurazione e imprecisioni dovute a variazioni di temperatura del giunto freddo di riferimento. Per eliminare tali errori, i circuiti elettronici del sistema di misurazione devono simulare una temperatura di zero gradi al secondo giunto, oltre a compensare l'eventuale non linearità nell'intervallo di funzionamento della termocoppia.

Nel corso degli anni sono state sviluppate termocoppie "standard" con l'utilizzo di materiali selezionati per sensibilità (cambiamento di tensione per cambiamento di temperatura), linearità (uniformità della sensibilità nell'intervallo di temperatura utile), prezzo e disponibilità. Le termocoppie standard attuali comprendono i tipi K, N, R, S e B, identificati ciascuno dal colore del connettore.

## Termocoppie supportate da Datapaq Systems

Tipo sonda	Applicazione tipica	Colore spina/presa precedente	Colore spina/presa IEC
B	Ceramica/mattoni	Bianco	Grigio
K	Utilizzo generale	Giallo	Verde
R/S	Ceramica/mattoni	Verde	Arancio
N	Ceramica, mattoni, metallo e vetro	Arancio	Rosa

# Barriere termiche – Principi

## Brevi cenni sulle barriere termiche

La scelta della barriera termica si basa su:

- Le caratteristiche di tempo/temperatura del processo
- Il tipo di forno: a rulli, a tunnel, ecc.
- I limiti di dimensioni fisiche

La barriera termica fornisce al registratore la protezione ambientale e meccanica necessaria per resistere nell'ambiente ostile del forno. Per i sistemi per forno a tunnel, il collegamento delle termocoppie avviene tramite uno spinotto e una presa all'esterno della barriera, mentre i sistemi per forno a rulli hanno collegamenti interni.

È stata interrotta la produzione delle barriere che utilizzano la tecnologia convenzionale con dissipatore di calore, sostituita dalla tecnologia a evaporazione di fase, dove l'acqua diventa il mezzo per il cambiamento di fase. Queste barriere sono più piccole e leggere rispetto al tipo convenzionale con dissipatore di calore e hanno una capacità termica di gran lunga superiore.

Nell'evaporazione di fase, il registratore dati è protetto da acqua bollente e deve essere progettato per resistere a una temperatura di esercizio continua di 100° C. Ciò richiede naturalmente una tecnologia specializzata per i componenti elettronici e la batteria. L'acqua all'interno della barriera è protetta da un isolante microporoso per evitare che raggiunga il punto di ebollizione troppo rapidamente e per ridurre al minimo la velocità di conduzione termica nel sistema.

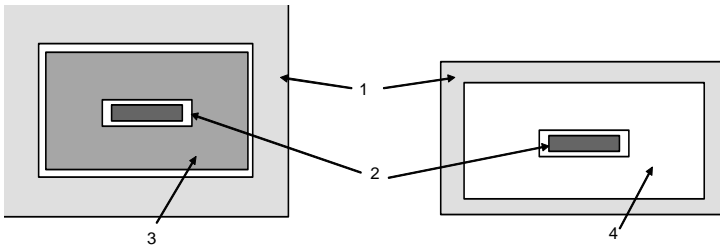
A parità di dimensioni, la barriera a evaporazione di fase ha una capacità termica più di tre volte superiore rispetto alle barriere convenzionali e può quindi essere utilizzata in molti processi con tempi o temperature maggiori. Il solo svantaggio di questo tipo di barriera termica è rappresentato dalla necessità di riempirla con acqua fredda prima del passaggio attraverso il forno. Sebbene si tratti di un'operazione semplice, è anche molto facile dimenticarsene e, se la barriera attraversa il processo senza acqua, la sua capacità termica risulterà notevolmente ridotta, con il rischio di danni irreparabili per il registratore.

Questa tecnologia è anche applicata nelle barriere termiche per forni a rulli, ma in queste barriere viene utilizzato uno strato di isolante aggiuntivo per alte temperature, per proteggere la barriera termica dal calore diretto del forno. Queste barriere appositamente progettate hanno quindi due livelli di protezione termica:

1. strati di tessuto in fibra di ceramica (primo livello), che avvolgono:
2. una camicia d'acqua in acciaio inossidabile (secondo livello) contenente il registratore dati.

La scelta del tipo di barriera dipende principalmente dal tipo di forno, dai suoi limiti di altezza e larghezza, dal tipo di registratore dati, dalla durata della prova, dalla temperatura e dal tempo alla temperatura.

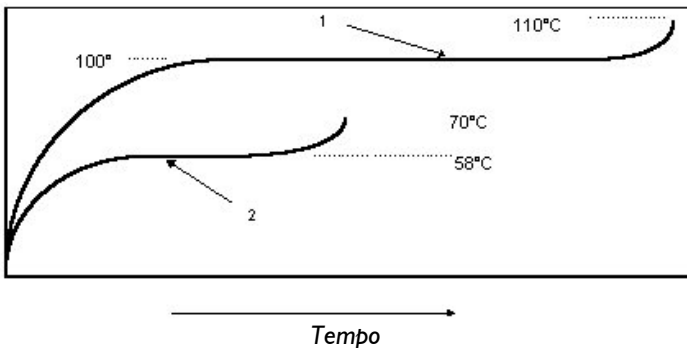
## Elementi di base



*Barriera con dissipatore di calore, obsoleta, sulla sinistra, barriera a evaporazione di fase sulla destra.*

- |                          |                      |
|--------------------------|----------------------|
| 1. Isolante principale   | 2. Registratori dati |
| 3. Dissipatore di calore | 4. Acqua             |

**Confronto delle temperature all'interno delle barriere termiche convenzionali e a evaporazione di fase (fino al punto di interruzione del registratore)**



1. Caratteristiche di temperatura della tecnologia per barriere a evaporazione di fase.
2. Caratteristiche di temperatura della tecnologia per barriere convenzionali.

## ***Durata delle barriere***

Il grafico in alto mostra un confronto approssimato dell'incremento della temperatura all'interno dei due tipi di barriera termica durante una prova nel forno. La barriera a evaporazione di fase ha molta più capacità termica delle barriere convenzionali, perché il volume complessivo di acqua all'interno della barriera viene lasciato bollire per tutto il processo e la velocità di ebollizione è controllata. In una barriera termica convenzionale il materiale nel dissipatore di calore viene portato appena oltre il punto del cambiamento di fase, quindi viene invertito.



# Termocoppie per forno a tunnel

## Scelta

La scelta delle termocoppie si basa sui seguenti fattori:

### ***Temperatura***

Selezionare la sonda con l'intervallo di temperatura adeguato. Gli intervalli di alcune sonde a termocoppia si sovrappongono, quindi può esservi una scelta.

### ***Tipo di prodotto e processo***

La sonda sarà utilizzata per misurare la temperatura interna del prodotto? In questo caso, utilizzare una sonda tipo K con isolante minerale. Se il prodotto è costituito da tegole per tetti cotte a 1150° C, va utilizzata una sonda tipo K con cavo rivestito in metallo. Tale sonda può tuttavia non essere indicata se il processo comporta la cottura di smalto su ceramica, in quanto il rivestimento di metallo potrebbe ossidarsi e contaminare lo smalto.

### ***Metodo utilizzato per caricare il prodotto nel forno***

Il prodotto è caricato automaticamente? In questo caso, il cavo della sonda deve essere flessibile, per evitare che si impigli nell'apparecchiatura di caricamento. Le termocoppie tipo R con guaine in ceramica rigida non sono quindi adatte.

### ***Considerazioni economiche***

Le termocoppie tipo R in platino sono molto costose in confronto al tipo K, ma possono durare più a lungo e risultare quindi, a conti fatti, più economiche.

## Isolante

Le sonde con isolante in fibra di ceramica hanno conduttori di diametro ridotto che ne garantisce la massima flessibilità. La calibrazione del giunto caldo esposto può essere influenzata in tipi di atmosfera a ridotto tenore di ossigeno e temperature superiori ai 900° C, per esempio nei processi di cottura di mattoni con interruzioni periodiche d'aria.

Le sonde con isolante minerale hanno un giunto isolato che fornisce protezione dal carbonio e da altri tipi di atmosfere aggressive e una maggiore immunità da interferenze elettriche. Le sonde con isolante minerale fornite da Datapaq sono dotate di guaina in Nicrobell™ che fornisce una protezione superiore alle alte temperature e in atmosfere corrosive, ma presenta alcune limitazioni in atmosfere con alto tenore di zolfo. Rivolgersi a Datapaq per consigli in merito.

È disponibile un isolante in tubo ceramico a doppia camera cilindrica per l'uso con le termocoppie tipo K e tipo N. Un tubo ceramico esterno chiuso all'estremità fornisce una protezione meccanica.

Datapaq fornisce, su richiesta, uno speciale cavo di compensazione per le termocoppie tipo R, S e B, che ne riduce gli errori di misurazione.

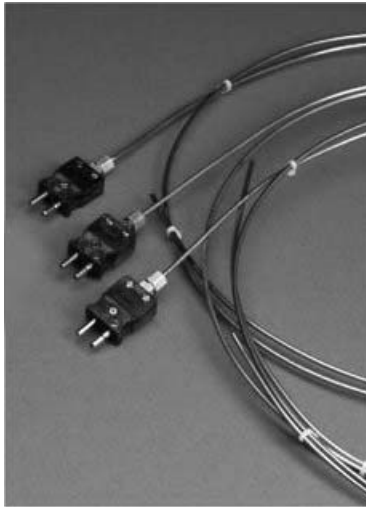
*L'isolante minerale è adatto solo alle termocoppie tipo K e N.*

## Applicazioni tipiche

Per le tipiche applicazioni in forno a tunnel si utilizzano le termocoppie tipo K e N, ma è possibile utilizzare il tipo R/S a livelli di temperatura più elevati per prodotti quali materiali refrattari e simili.

### ***Termocoppie tipo K***

Le sonde a termocoppia di tipo K hanno un giunto caldo che unisce una lega in nichel-cromo e una in nichel-alluminio. Si tratta del tipo standard di sonda per forno ceramico.



*La ricca gamma Datapaq di termocoppie tipo K.*

Le specifiche internazionali per il tipo K definiscono una sensibilità e linearità nell'intervallo 0 - 1370° C. In pratica, l'intervallo di funzionamento è limitato dalle proprietà dell'isolante del cavo (normalmente minerale o fibra ceramica) e dalle proprietà del rivestimento del cavo.

### **Specifiche**

<b>Tipo sonda</b>	<b>Isolante del cavo</b>	<b>Precisione delle sonde fornite da Datapaq</b>
K	Ceramica o isolante minerale	0 - 1250° C il valore maggiore fra $\pm 1,1^\circ \text{C}$ e $\pm 0,4\%$ .

### ***Cavi per termocoppie***

La scelta dei cavi per termocoppie si basa su considerazioni sia termiche, sia meccaniche.

In pratica, la temperatura di esercizio massima della termocoppia è limitata sia dalla termocoppia stessa, sia dalle caratteristiche di resistenza termica del materiale isolante del cavo.

<b>Isolante</b>	<b>Limite superiore di temperatura pratico</b>
Fibra ceramica (solo tipo K)	1000° C
Isolante minerale (MI) (tipo K e N)	1250° C



*Sistema Kiln Tracker pronto a monitorare i mattoni durante la cottura.*

### ***Applicazioni ad alta temperatura per forno a tunnel***

Le termocoppie per l'utilizzo ad alta temperatura in forno a tunnel comprendono i tipi B, R ed S. Grazie all'uso di leghe in platino e platino/rodio, sono in grado di funzionare a temperature più elevate rispetto ai tipi K o N, ma richiedono uno speciale cavo di compensazione per poterne ridurre il costo complessivo.



*Sonde a termocoppia tipo R adatte per lavorazioni in forno ceramico.*

## Specifiche delle termocoppie

Tipo sonda	Intervallo di temperatura	Materiale isolante (isolatori e tubo)	Intervallo di funzionamento pratico
B	da 0° C a 1820° C	Allumina ricristallizzata	da 400° C a 1700° C
R/S	da 0° C a 1768° C	Allumina ricristallizzata	da 0° C a 1600° C

*Le termocoppie tipo R, S e B sono disponibili solo dietro speciale richiesta.*

### Cavi per termocoppie

Come per le tipiche applicazioni in forno ceramico, la temperatura di esercizio massima della termocoppia per alte temperature è limitata in pratica sia dalla termocoppia stessa, sia dalle caratteristiche di resistenza termica del materiale isolante del cavo.

Materiale isolante	Limite superiore di temperatura pratico
Isolanti in porcellana alluminosa e tubo chiuso all'estremità	1400° C
Isolanti in allumina ricristallizzata e tubo chiuso all'estremità	1650° C

È disponibile un isolante in tubo ceramico a doppia camera cilindrica per l'uso con le termocoppie tipo R, S e B. Queste termocoppie utilizzano uno speciale cavo di compensazione che passa sotto il carrello del forno. Un tubo ceramico esterno chiuso all'estremità fornisce protezione meccanica e dall'atmosfera del forno.

*Non è consigliabile utilizzare termocoppie tipo R,S o B senza la protezione di un tubo di ceramica chiuso all'estremità in forni dove l'atmosfera può essere "metallica" o con riduzione del tenore di ossigeno.*

### Cavo di compensazione per l'uso con termocoppie tipo R, S e B

Questo cavo viene utilizzato sotto il carrello del forno per collegare la barriera termica alla scatola di giunzione delle termocoppie. Poiché il giunto tra la termocoppia e il cavo di compensazione è soggetto a elevate temperature ambientali, l'utilizzo di un cavo inadeguato può dare origine a errori che comprometterebbero l'accuratezza complessiva del sistema.

Datapaq ha selezionato un cavo di compensazione per termocoppie che garantisce la riduzione al minimo di tali errori. Contattare Datapaq per ulteriori informazioni.



# Barriere termiche per forni a tunnel



*Serie di barriere termiche TB6100, TB6200 e TB6400.*

Nei forni a tunnel, dove la barriera termica viaggia sotto il carrello del forno a temperature relativamente basse, il sistema di barriera a evaporazione di fase è sufficiente, da solo, a proteggere il registratore dati.

Prima dell'uso queste barriere richiedono, tuttavia, una semplice preparazione che le barriere termiche convenzionali non richiedono. Queste barriere termiche richiedono inoltre uno speciale registratore dati, sviluppato da Datapaq, in grado di funzionare a temperature ambientali elevate (fino a 110° C).

La serie di barriere termiche a evaporazione di fase sfrutta il semplice principio dell'evaporazione dell'acqua per mantenere il registratore dati a bassa temperatura.

La velocità di evaporazione viene controllata mediante la sua suddivisione in gradi distinti o "fasi", per ridurre al minimo la velocità di evaporazione e consentire quindi al registratore dati di sopportare tempi di esposizione più lunghi o temperature di processo più elevate. Il controllo delle fasi di evaporazione viene

ottenuto grazie alla disposizione degli strati isolanti attorno alla barriera termica e al suo interno.

Nella camera interna della barriera, dove si trova il registratore dati, la temperatura salirà fino a 100° C e vi rimarrà durante tutto il processo. Il registratore dati utilizzato deve quindi essere in grado di funzionare normalmente a questa temperatura; il registratore Tpaq2I ad alta temperatura di esercizio è progettato appositamente allo scopo.

Il registratore Tpaq2I a temperatura di esercizio normale non può essere utilizzato con queste barriere termiche, in quanto i circuiti elettronici e le batterie non sono progettate per il funzionamento a temperature così elevate.

## **Scelta della barriera termica**

Ai fini della scelta è necessario rilevare la temperatura sotto il carrello e utilizzarla per determinare la temperatura media sotto il carrello.

Datapaq può fornire, insieme al sistema Tracker, un dispositivo di monitoraggio della temperatura costituito da una piastra quadrata di 5 cm di lato, sulla quale sono applicate quattro strisce termosensibili. Tali strisce comprendono in tutto 33 segmenti, che suddividono l'intervallo di temperatura da 71° C a 260° C in bande di circa 6° C. Il colore di ciascun segmento passa da chiaro a scuro quando viene superata la rispettiva temperatura, fornendo in tal modo un'indicazione della temperatura massima subita dalla piastra. Poiché questo cambiamento di colore è irreversibile, la piastra può essere utilizzata una sola volta.

### ***Calcolo della temperatura media tramite la piastra di monitoraggio della temperatura***

Utilizzare un filo metallico per sospendere la piastra di monitoraggio della temperatura nella posizione scelta per le barriere sul lato inferiore del carrello del forno e far passare il carrello attraverso il ciclo di essiccazione/cottura.

Al termine del ciclo, recuperare la piastra ed esaminare ogni elemento di rilevazione della temperatura per individuare quello che ha registrato la temperatura massima. In tal modo si potrà determinare la temperatura massima raggiunta. Per calcolare la temperatura media lungo l'intero ciclo di cottura, moltiplicare la temperatura massima per 0,7.

#### **Esempio:**

Temperatura massima raggiunta = 210° C

Temperatura media = 150° C

Passare ora alla sezione "Caratteristiche di temperatura/tempo delle barriere termiche TB6000 tipo K" a pagina 25.

Se la temperatura ha superato il massimo della striscia E, passare alla sezione "Calcolo della temperatura media mediante termocoppia a trascinamento" a pagina 25.

## **Calcolo della temperatura media mediante termocoppia a trascinamento**

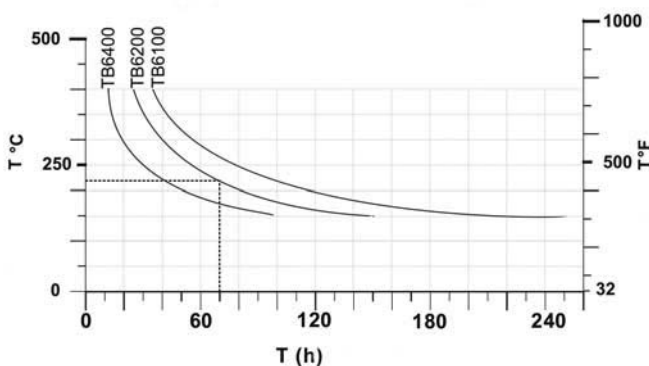
Se è stato superato l'intervallo di temperatura di tutte le strisce termosensibili, sarà necessario determinare la temperatura utilizzando una termocoppia a trascinamento. Montare la termocoppia nella posizione scelta per la barriera e collegarla a un registratore dati posto fuori dal forno, quindi far passare il carrello attraverso il ciclo di essiccazione/cottura.

*Accertarsi che il giunto caldo della termocoppia non sia a contatto con parti in acciaio poste sotto il carrello, che possono trovarsi a una temperatura superiore alla temperatura ambiente.*

Scaricare i dati dalla termocoppia con cavo trascinato al software del sistema Kiln Tracker. Per ulteriori informazioni fare riferimento all'apposito manuale del registratore dati e alla guida in linea del software.

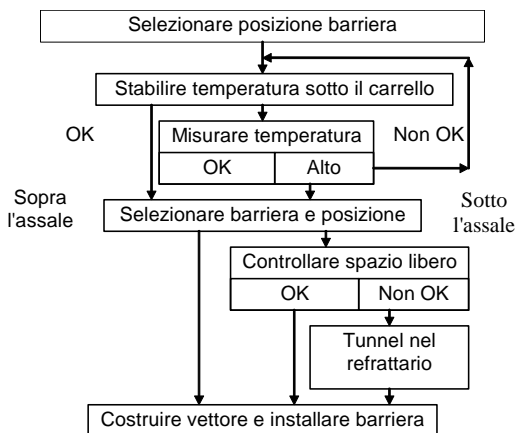
Per selezionare la barriera adatta, individuare la temperatura media calcolata sul sottostante grafico tempo/temperatura delle barriere. Se necessario, utilizzare le specifiche delle barriere a pagina 26 come riferimento. Tracciare una linea perpendicolare per determinarne la durata termica e scegliere la barriera che presenta le caratteristiche idonee.

## **Caratteristiche di temperatura/tempo delle barriere termiche TB6000 tipo K**



Da questo grafico è possibile vedere che l'intersezione tra la temperatura e il tempo indica che il modello TB6200 è in grado di funzionare a una temperatura media di 220° C per circa 70 ore.

Ora che si dispone della temperatura media sotto il carrello, è possibile selezionare la barriera adatta. Il diagramma che segue illustra i passaggi da seguire.



## Specifiche delle barriere termiche

Le barriere termiche della serie a evaporazione di fase sono disponibili in tre diverse dimensioni. La barriera di dimensioni maggiori (TB6100) è destinata ad applicazioni caratterizzate da lunga durata o elevate temperature sotto il carrello nell'industria pesante dell'argilla, quali applicazioni in essiccatoio a tunnel e forno a tunnel combinati o nella cottura di materiale refrattario. La barriera di dimensioni medie (TB6200) è destinata ad applicazioni con normali temperature sotto il carrello e tempi di cottura di uno o due giorni. La più piccola della serie (TB6400) è destinata ad applicazioni dove lo spazio sotto il carrello del forno è limitato, ad esempio nella cottura di ceramica bianca o idrosanitari.

Nelle tabelle che seguono sono disponibili informazioni più dettagliate sulla durata delle barriere a evaporazione di fase.

### TB6100

Temperatura	150° C	200° C	250° C	300° C	400° C
Durata (ore)	250	115	75	60	35
Dimensioni	Altezza 180 mm	Larghezza 350 mm	Lunghezza 480 mm		
Canali termocoppia disponibili	8, 10, 16, 20				

## TB6200

Temperatura	150° C	200° C	250° C	300° C	400° C
Durata (ore)	150	78	56	40	25
Dimensioni	Altezza 155 mm	Larghezza 280 mm	Lunghezza 430 mm		
Canali termocoppia disponibili	8, 10, 16, 20				

## TB6400

Temperatura	150° C	200° C	250° C	300° C	400° C
Durata (ore)	98	48	30	20	12
Dimensioni	Altezza 120 mm	Larghezza 200 mm	Lunghezza 370 mm		
Canali termocoppia disponibili	8 o 10				

## TB6500

Temperatura	150° C	200° C	250° C	300° C	400° C
Durata (ore)	188	101	67	50	12
Dimensioni	Altezza 250 mm	Larghezza 250 mm	Lunghezza 450 mm		
Canali termocoppia disponibili	8 o 10				



*Barriera termica TB6500.*

Tutte le barriere illustrate nelle tabelle sono disponibili in versioni adatte al funzionamento con termocoppie tipo K, R, S, N o B. Per distinguere il tipo e il numero delle termocoppie, il codice della barriera è seguito dal suffisso -x-n, dove

- x = tipo di termocoppia e
- n = numero di canali termocoppia.

Ad esempio, la barriera termica di dimensioni maggiori con termocoppie tipo S e 16 canali termocoppia avrà il codice articolo TB6100-S-16.

# Processo in forno a tunnel

Per eseguire il primo ciclo di prova è necessario:

1. Scegliere la posizione della barriera termica e installarla.
2. Scegliere e installare le sonde a termocoppia.

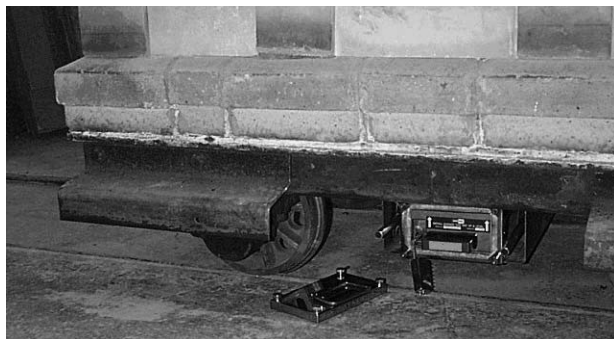
Sarà anche necessario immettere le caratteristiche del forno nel software Kiln Tracker, per garantire che siano soddisfatti i requisiti di acquisizione dati della prova (fare riferimento alla guida in linea del software Insight).

Le sezioni che seguono trattano di tali requisiti.

## Scelta della posizione della barriera

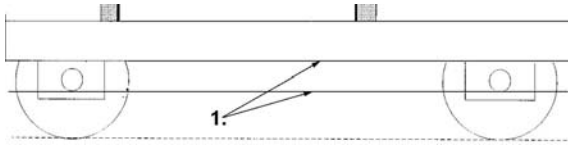
La posizione della barriera deve essere scelta avendo cura che:

- Sia a debita distanza dalle guarnizioni anteriore e posteriore.
- Vi sia uno spazio maggiore di 25 mm tra il lato inferiore del carrello e il lato superiore della barriera.
- Non sia a contatto con eventuali ingranaggi a spinta.
- Vi sia spazio sufficiente sul davanti per allentare le viti e rimuovere il registratore dati e, se necessario, la barriera.
- Non si trovi in una posizione nella quale possa urtare contro dighe in calcestruzzo.



*Barriera termica in posizione sotto il carrello del forno con parte della "gonna" rimossa per consentire il montaggio.*

Inizialmente, per facilitare l'installazione, definire una posizione pratica sotto il carrello del forno.



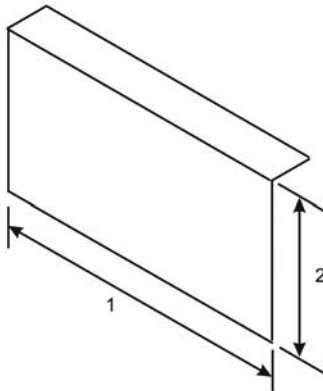
Se la barriera termica può essere montata nello spazio sopra il fondo dell'asse (vedere I. sopra), lo spazio non è un problema. In tal caso passare alla sezione "Montaggio della barriera termica" a pagina 31. Altrimenti procedere con la sezione "Determinazione dello spazio sotto il carrello" a pagina 30.

## Determinazione dello spazio sotto il carrello

Quando non è possibile posizionare la barriera sopra il fondo dell'asse, lo spazio sotto il carrello può essere ridotto da dighe, bocchette di raffreddamento, ingranaggi di azionamento, detriti e così via. Controllare lo spazio come segue.

Da un foglio di alluminio dello spessore di 1 mm ritagliare una sagoma delle dimensioni della struttura di montaggio/supporto della barriera (vedere il diagramma sottostante). Imbullonarla sul lato inferiore del carrello del forno nella posizione scelta per la barriera e farla passare attraverso il processo di caricamento e scaricamento nell'essiccatoio e nel forno di cottura.

Al termine di ciascuna fase del processo, controllare l'eventuale presenza sulla sagoma di distorsioni risultanti da ostacoli. Se la sagoma è distorta verificare e, se possibile, rimuovere l'ostacolo.

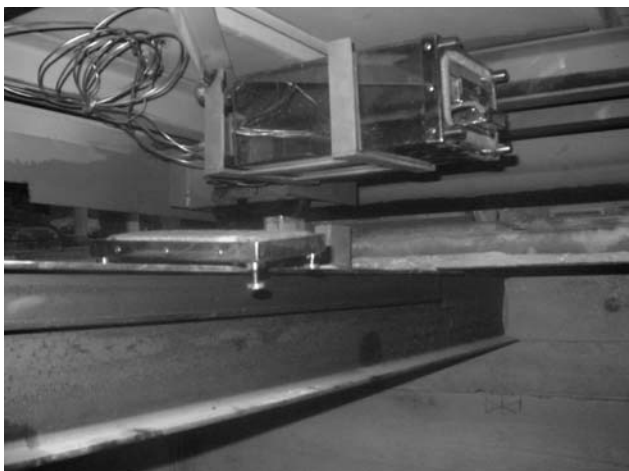


*Sagoma ricavata da un sottile foglio di alluminio.*

1. Larghezza della barriera termica più 25 mm      2. Altezza della barriera termica più 25 mm

Se non è possibile rimuovere l'ostacolo, riposizionare la sagoma in un altro punto, se possibile, ed eseguire nuovamente la prova.

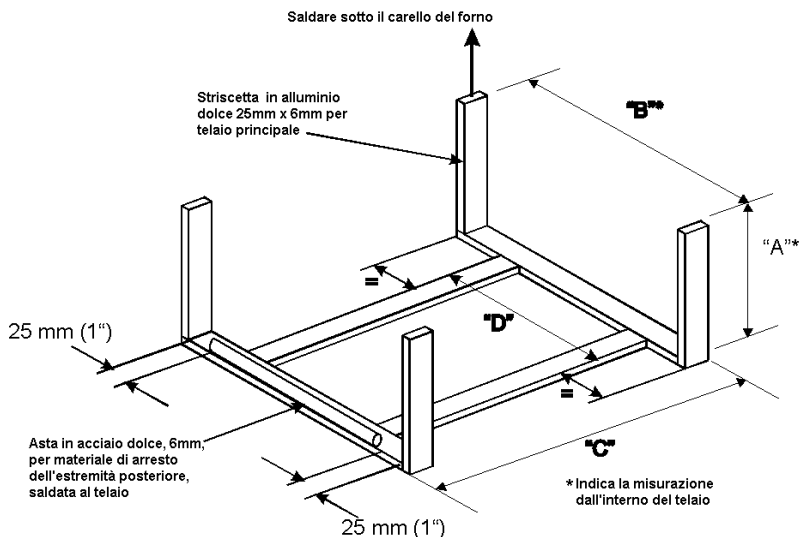
## Montaggio della barriera termica



*Barriera in posizione.*

La barriera termica deve essere fissata sotto il carrello del forno mediante una struttura costruita appositamente. Questa struttura e i punti di fissaggio devono essere pensati e scelti per ridurre al minimo la conduzione termica dalla base del carrello.

*Per ridurre al minimo la conduzione e ritenzione termica, realizzare la struttura di supporto con materiale di diametro ridotto, ad esempio con una striscia di ferro dolce di 25 mm x 6 mm. Evitare di fissare la struttura di supporto della barriera a elementi della struttura del carrello del forno che penetrano in profondità nella base del carrello.*



Dimensioni in mm

Barriera	A	B	C	D
TB6100	200	375	325	275
TB6200	175	305	275	205
TB6400	135	225	225	150

## Montaggio della barriera termica nel rivestimento refrattario

Il metodo da adottare per una specifica installazione dipende dalle singole circostanze. Fattori quali lo spessore della base refrattaria, lo spazio sotto il carrello e così via differiscono da sito a sito. Le considerazioni relative alla posizione e al metodo di installazione comprendono l'accessibilità, il tempo richiesto e i costi.

*Se si rimuove il rivestimento refrattario, sarà necessario compensare con un materiale isolante di alta qualità quale Microtherm (conducibilità termica 0,03 W/(m.K) / 0,21 Btu in/(ft<sup>2</sup>hr°F) o altro di qualità superiore.*

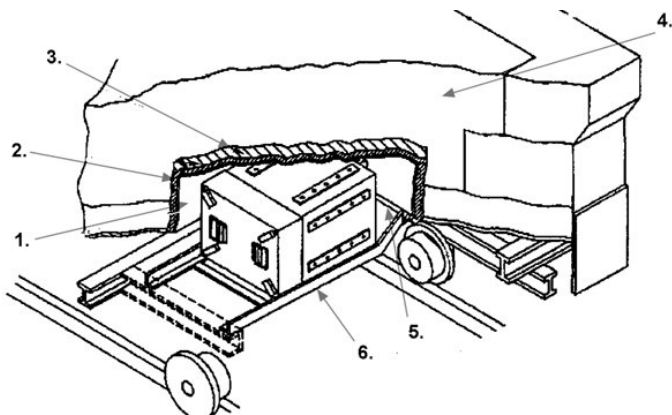


Figura 2

1. Custodia in acciaio.
2. Isolante Microtherm di spessore dai 25 ai 50 mm.
3. Tavola in fibra isolante di spessore dai 25 ai 50 mm.
4. Rivestimento refrattario.
5. Cardine della struttura della barriera.
6. La struttura si può abbassare sui cardini o rimuovere per consentire l'accesso alla barriera termica.

L'esempio che segue mostra un'installazione che consente l'accesso attraverso un pannello rimovibile costruito nella "gonna laterale" del carrello del forno.



Tutto il rivestimento refrattario viene rimosso, lo chassis viene rafforzato e modificato in modo da potervi fissare un supporto con cardine che funga da sostegno e alloggiamento della barriera termica.



Un pannello in acciaio di spessore elevato, in grado di sostenere carichi, viene saldato allo chassis del carrello del forno, irrigidendo lo chassis e proteggendo la barriera.



Dei pannelli in Microtherm (spessore minimo 50 mm) sono applicati come isolante tutto attorno al pannello in acciaio, senza lasciare fessure. Viene quindi gettato il primo strato di base refrattaria lavorabile a stampo.



I supporti refrattari vengono riposizionati, mentre quelli posti sul pannello in Microtherm vengono rifilati. Tutti gli altri strati refrattari vengono sovrapposti normalmente.



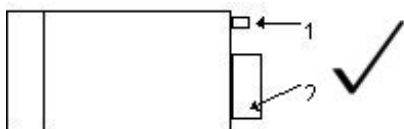
Struttura incardinata pronta per l'inserimento della barriera (vista dal davanti del carrello del forno).



Con la barriera inserita e la struttura sollevata e bloccata in posizione, la "gonna laterale" viene fissata con viti.

## Installazione della barriera termica

Se possibile, installare la barriera termica sotto il carrello del forno prima di riempirla con acqua. In tal modo sarà molto più leggera e facile da maneggiare durante l'inserimento. Il riempimento della barriera termica con acqua è l'ultima operazione da eseguire durante la preparazione. La barriera termica deve essere sempre installata con le porte di entrata e di troppopieno poste in alto e le prese di ingresso delle termocoppie verso il basso (vedere il diagramma sottostante). In caso contrario, la barriera non si riempirà completamente d'acqua, con conseguenti gravi danni per il registratore.



Corretto

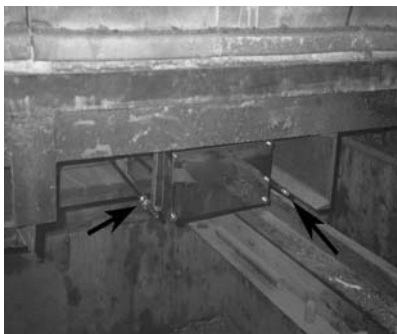
1. Porte di entrata e di troppopieno in alto
2. Prese delle termocoppie in basso



Errato

Accertarsi sempre che la barriera termica sia disposta il più orizzontalmente possibile per garantire che non restino sacche d'aria dopo il riempimento con acqua.

I tubi di entrata e di troppopieno sono costruiti in modo da adattarsi a raccorderia in rame di misura standard (15 mm). Con la barriera termica sono forniti tubi in rame e raccorderia a compressione (gomiti a 90° e connettori) in modo che i punti di entrata e di troppopieno possano essere situati nella posizione più comoda, sul davanti o ai lati del carrello del forno. Qualora vi sia necessità di altri raccordi oltre a quelli forniti, accertarsi di utilizzare solo raccorderia a compressione, in quanto il tipo a saldatura potrebbe spaccarsi a causa del calore sotto il carrello.

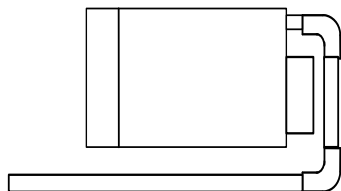


Barriera termica con tubo in rame raccordato.

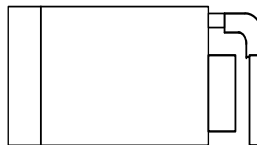


Punti di entrata e troppopieno portati con tubi sul davanti del carrello del forno.

Se non è possibile portare i tubi sul davanti o ai lati del carrello del forno (a causa di dighe o altro), raccordare sempre almeno il tubo più corto per consentire all'acqua in ebollizione di sfiatare lontano dalle prese delle termocoppie, come mostrato sotto:



Tubi di entrata e troppopieno sul davanti del carrello



Tubi di entrata e troppopieno per evitare le prese delle termocoppie.

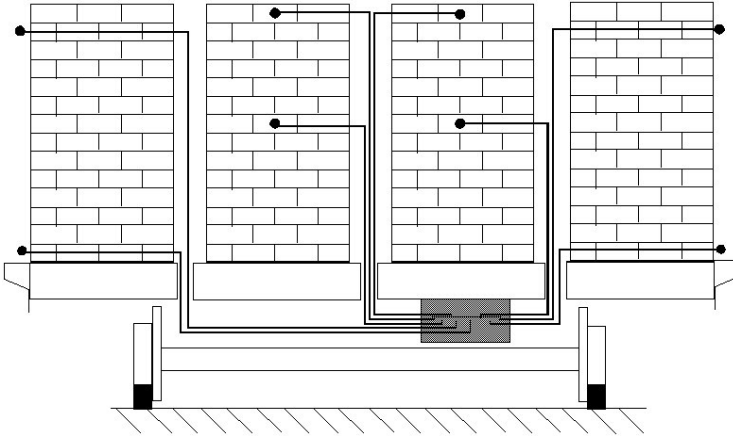
*Tubi di entrata e troppopieno non devono essere bloccate o ostruite. Ci possono altrimenti essere un accumulo di pressione che potrebbe causare gravi danni.*

# Installazione delle termocoppie

L'installazione delle sonde a termocoppia può generalmente essere suddivisa nelle due categorie seguenti:

- Sonde con cavo flessibile, quali il tipo K con cavo in isolante minerale.
- Sonde racchiuse in una guaina rigida, quali il tipo R con isolanti in allumina ricristallizzata e tubo chiuso all'estremità.

## Sonde con cavi flessibili



*Sonde di tipo K distribuite su quattro pile di mattoni.*

## Posizione delle sonde

Le termocoppie devono passare attraverso un foro nella base del carrello del forno per raggiungere il connettore sotto il carrello (eventualmente mediante una prolunga). Il foro deve essere posto in modo che:

- Le sonde a termocoppia non interferiscano con il caricamento del prodotto nel carrello del forno.
- Le sonde non fuoriescano dalla base del carrello vicino ai dispositivi di tenuta della sabbia.
- La lunghezza del cavo delle termocoppie sia ridotta al minimo.

## Installazione delle sonde

Praticare un foro nella base del carrello del forno, farvi passare i cavi delle termocoppie e sigillare il foro con del tessuto in fibra di ceramica per far sì che il calore non passi sotto il carrello.

*A seconda della lunghezza del carrello del forno, la riduzione al minimo della lunghezza delle termocoppie mediante l'utilizzo di un cavo di prolunga sotto il carrello può consentire di ridurre il costo complessivo di installazione delle termocoppie.*

## **Sonde racchiuse in una guaina rigida**

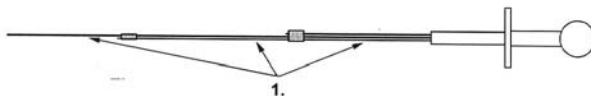


### **Posizione delle sonde**

Fare riferimento alle sonde con cavi flessibili descritte a pagina 36.

*All'interno di un unico tubo chiuso all'estremità è possibile inserire due o più sonde R, S o B per misurare la temperatura a diverse altezze.*

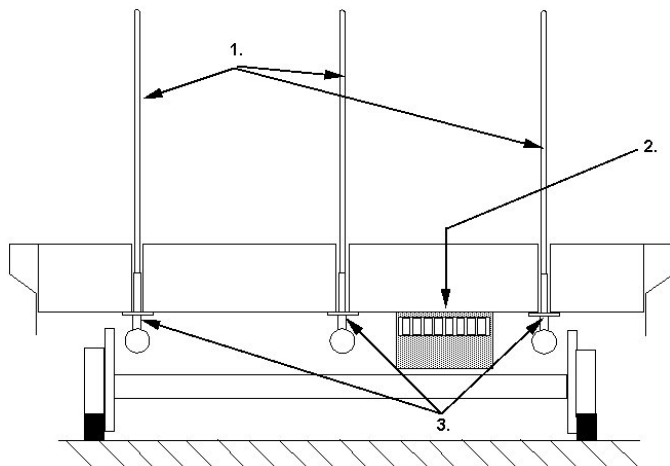
### **Installazione delle sonde**



*Tre sonde tipo R unite con nastro (1.) pronte all'inserimento nel tubo chiuso all'estremità*

Riunire il necessario numero di sonde a termocoppia, unendole con del nastro adesivo prima di inserirle nel tubo protettivo in allumina ricristallizzata chiuso all'estremità.

Praticare un foro nella base del carrello del forno e farvi passare, da sotto, il tubo contenente le termocoppie. Saldare la flangia di raccordo sotto il carrello e sigillare il foro con del tessuto in fibra di ceramica per far sì che il calore non passi sotto il carrello.



*Sonde per alte temperature installate su un carrello.*

1. Tubi chiusi all'estremità, contenenti sonde a termocoppia di tipo R, S o B.
2. Barriera termica con connettore per termocoppia.
3. Flange di raccordo saldate sotto il carrello.

Utilizzare del cavo di compensazione per termocoppie per completare la connessione tra la sonda e le prese per termocoppia della barriera.

*Il tipo di cavo di compensazione utilizzato può avere un effetto significativo sulla precisione dei risultati ottenuti. DataPaq ha valutato quale tipo di cavo è adatto ed è in grado di fornire un cavo di compensazione in grado di ridurre al minimo le imprecisioni.*



*Carrello caricato con idrosanitari e pronto a partire.*

## **Test delle sonde a termocoppia**



Sebbene le sonde a termocoppia siano generalmente robuste, può accadere che si danneggino durante l'uso. Utilizzare l'apposito termometro digitale Datapaq per verificarne il funzionamento dopo l'installazione, prima di inviare il sistema attraverso un ciclo di lavorazione.

1. Collegare la termocoppia numero uno al connettore del termometro.
2. Accendere l'indicatore di lettura, che dovrebbe registrare la temperatura ambiente. Se il cavo della termocoppia è interrotto, l'indicatore segnalerà un circuito aperto.

3. Se viene registrata una temperatura ambiente soddisfacente, applicare alla punta della termocoppia una fonte di calore, quale un phon ad aria calda. Il termometro dovrebbe registrare un incremento di temperatura.
4. Se il valore letto non cambia, la termocoppia è in corto circuito e deve essere sostituita.
5. Se il termometro indica una diminuzione, le connessioni della termocoppia sono invertite.

Ripetere le fasi da 1 a 3 per tutte le termocoppie rimanenti, sostituendo quelle risultanti eventualmente danneggiate.

## Brevi cenni sui registratori dati

I registratori dati adatti al funzionamento in forno ceramico comprendono varianti del modello Tpaq21 disponibili per l'uso con termocoppie di tipo B, K, R e S. Il registratore dati Tpaq21 ha sostituito i modelli Tpaq100 e Datapaq11 precedentemente utilizzati nelle applicazioni in forno ceramico.

La scelta del registratore dati si basa sui seguenti fattori:

- Caratteristiche del processo.
- Numero e tipo di termocoppie necessarie.
- Intervallo di campionatura richiesto.
- Precisione e risoluzione richieste.

Per ulteriori dettagli fare riferimento all'apposito manuale del registratore.

## Programmazione del registratore dati

Per la preparazione del registratore dati, fare riferimento all'apposito manuale del registratore e alla guida in linea del software Insight.

## Installazione del registratore dati



*Installazione del registratore dati nella barriera termica*

Nella serie di barriere termiche a evaporazione di fase, le barriere di dimensioni maggiori possono accettare fino a 20 termocoppie, mentre le barriere termiche Kiln Tracker convenzionali possono accettare un massimo di 8 termocoppie. All'interno delle barriere termiche TB6100 e TB6200 vi è posto per due registratori dati a 10 canali. Con un sistema completo a 20 canali vi sono due gruppi di cavi che collegano i singoli registratori dati alle prese nella parte posteriore della barriera. I gruppi di spinotti interni sui cavi sono marcati "logger 1" e "logger 2" e corrispondono alle prese per termocoppie sul retro della barriera termica.

*Quando si utilizza un singolo sistema a 16 o 20 canali, occorre prestare attenzione a evitare di collegare i registratori dati alle prese per termocoppie errate.*

*Accertarsi sempre che le termocoppie nelle prese marcate "logger 1" siano collegate al registratore dati tramite il gruppo di spinotti "logger 1" all'interno della barriera. In caso di dubbio, eseguire un test delle termocoppie dall'interno della barriera termica, come descritto nella sezione "Test delle sonde a termocoppia" a pagina 39.*

Nel modello TB6400 è possibile inserire un solo registratore dati con un massimo di 10 canali disponibili per il monitoraggio.

*Se si utilizzano due registratori dati nella barriera termica (con funzionamento a 16 o 20 canali), è essenziale prendere nota del numero di serie del registratore identificato come "logger 1". In tal modo sarà possibile identificare correttamente le termocoppie quando si analizzeranno le informazioni. Vedere le figure 1 e 2 sottostanti.*

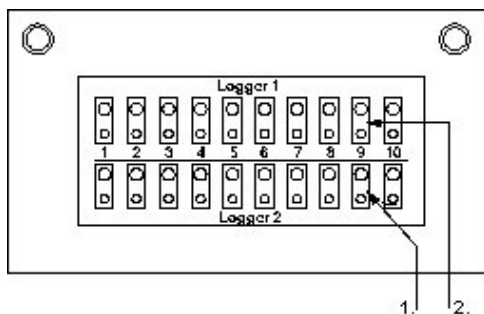


Figura 1, vista posteriore

1. Prese termocoppia per il registratore "Logger 1"

2. Prese termocoppia per il registratore "Logger 2"

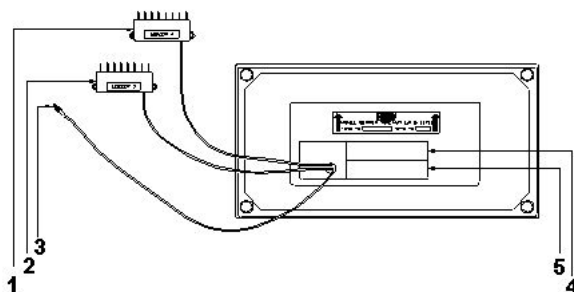


Figura 2, lato anteriore della barriera con il coperchio rimosso.

1. Spinotti termocoppia per il registratore "Logger 1"  
3. Antenna per telemetria

2. Spinotti termocoppia per il registratore "Logger 2"  
4 e 5. Registratori dati

Inserire il registratore dati nella barriera termica, controllando che le prese siano posizionate nel modo corretto per l'inserimento degli spinotti dei connettori delle termocoppie. Inserire a fondo il connettore delle termocoppie nel registratore dati, tenendolo fermo, quindi riposizionare il coperchio della

barriera. Non stringere eccessivamente le viti che fissano il coperchio alla barriera; una stretta con le dita è sufficiente.

## Riempimento della barriera termica con acqua



*Riempimento della barriera termica prima di una prova.*

Prima dell'inizio della prova è essenziale riempire la barriera termica con acqua, in modo che, durante il passaggio attraverso il forno, possa avvenire il processo di evaporazione. Questa operazione può essere svolta facilmente collegando un corto tubo di plastica alla porta d'entrata della barriera termica e riempiendola con acqua fredda finché questa fuoriesce dalla porta di troppopieno (vedere l'immagine precedente). L'operazione risulterà facilitata se i tubi in rame sono stati sistemati in modo che sia possibile accedere ai punti di entrata e di troppopieno dal lato anteriore del carrello (vedere "Installazione della barriera termica" a pagina 34).

La possibilità di riempire la barriera termica con acqua dal davanti del carrello del forno presenta due importanti vantaggi:

1. Se si ha accesso al carrello, si ha la possibilità di rifornire d'acqua la barriera termica durante un ciclo di lavorazione particolarmente lungo. Ad esempio, in una prova in cui si debba monitorare un essiccatoio a tunnel e un forno a tunnel, è a volte possibile "rabboccare" la barriera termica quando il carrello del forno esce dall'essiccatoio a tunnel. In tal modo si prolungherà la capacità termica della barriera.
2. Quando il carrello esce dal forno, è consigliabile "rabboccare" la barriera termica se non è possibile accedere al registratore dati per qualche ora o

giorno. Anche in questo caso si prolunga la capacità termica della barriera e si evita la possibilità di danni al registratore.

## **Dopo la prova**

Se le temperature sotto il carrello sono molto elevate o sono presenti gas corrosivi (ad esempio, dove il processo produce un'atmosfera sulfurea) rimuovere la barriera termica dal carrello del forno.

*Se tra un ciclo e l'altro si rimuove la barriera, attendere il tempo necessario perché l'acqua contenuta si raffreddi (da 1 a 2 giorni) in quanto sarà ancora bollente e vi è un rischio elevato di ustioni in caso di fuoriuscita d'acqua. Se non si dispone di tempo sufficiente, riempire la barriera di acqua fredda.*

## **Rimozione del registratore**

Non appena possibile dopo l'uscita del carrello dal forno, togliere il coperchio dalla barriera termica ed estrarre il registratore dati.



**Avvertenza:** un ritardo nell'operazione di rimozione **risulterà** in gravi danni al registratore.

Indossare sempre guanti termoresistenti quando si estrae la barriera termica o il registratore, in quanto entrambi si troveranno a temperatura elevata. Dopo aver rimosso il registratore, il coperchio della barriera deve essere lasciato raffreddare a parte. Una volta raffreddato, il coperchio deve essere rimesso al suo posto e la barriera termica riempita nuovamente d'acqua.

Se il carrello viene nuovamente utilizzato per le normali lavorazioni, invece che per il monitoraggio, è consigliabile rimuovere la barriera termica. Se non è pratico rimuovere la barriera, questa può essere lasciata sotto il carrello del forno (senza il registratore), ma **deve essere riempita d'acqua** prima di ciascun ciclo attraverso il forno.

# Recupero del sistema – Forni a tunnel

## Considerazioni sulla sicurezza

Per l'applicazione del sistema Tracker consultarsi con il responsabile aziendale per la salute e la sicurezza. In generale, indossare indumenti protettivi adeguati. Ricordare che i componenti del sistema Tracker saranno surriscaldati dopo il ciclo di prova, quindi occorre essere preparati e maneggiarli con attenzione.

## Smontaggio del sistema

Dopo il passaggio attraverso il forno, il calore accumulato nel carrello e nel prodotto continuerà a essere trasmesso alla barriera termica anche dopo l'uscita dal forno. È quindi importante rimuovere il registratore dati appena possibile. Tenere tuttavia presente che il registratore dati sarà surriscaldato (100° C). Per sicurezza, rifornire il serbatoio della barriera termica con acqua fredda prima di rimuovere il registratore.

Le barriere termiche TB6200, TB6100 e TB6400 devono essere rimosse dal carrello del forno.



**Avviso:** un ritardo nell'operazione di rimozione del registratore e del dissipatore di calore **risulterà** in gravi danni a entrambi.



**Avviso:** se si appoggia la barriera termica surriscaldata direttamente su una superficie fredda, la custodia della barriera si deformerà a causa delle diverse velocità di raffreddamento delle superfici. La barriera termica surriscaldata deve essere appoggiata su distanziatori, su un tessuto in fibra ceramica o su materiale refrattario per consentirne un raffreddamento uniforme.

## **Sonde a termocoppia**

Tipi S, B o R

Le sonde per alte temperature protette da tubi in ceramica chiusi all'estremità vengono normalmente lasciate in posizione.



**Avviso:** prestare attenzione a evitare di danneggiare i tubi protettivi in ceramica quando si rimuove il prodotto dal carrello.

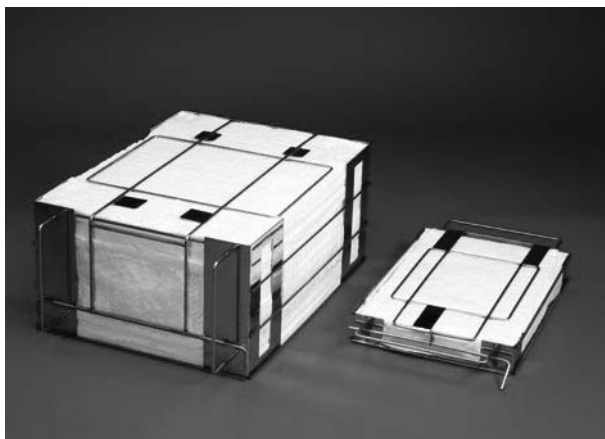
### **Tipo K**

Queste sonde sono normalmente rimosse quando lo scaricamento del carrello del forno è automatizzato. Rimuoverle con attenzione, avvolgerle assicurandosi che il diametro dell'avvolgimento sia superiore a 400 mm e riporle in un luogo sicuro.

## **Scaricamento dei dati**

Per lo scaricamento dei dati dal registratore, fare riferimento all'apposito manuale del registratore e alla guida in linea del software Insight.

# Barriere termiche per forni a rulli



*Barriere per forni a rulli.*

In questo tipo di applicazioni il sistema Tracker passa attraverso il forno insieme al prodotto e, di conseguenza, è soggetto alla medesima temperatura di cottura per lo stesso periodo di tempo.

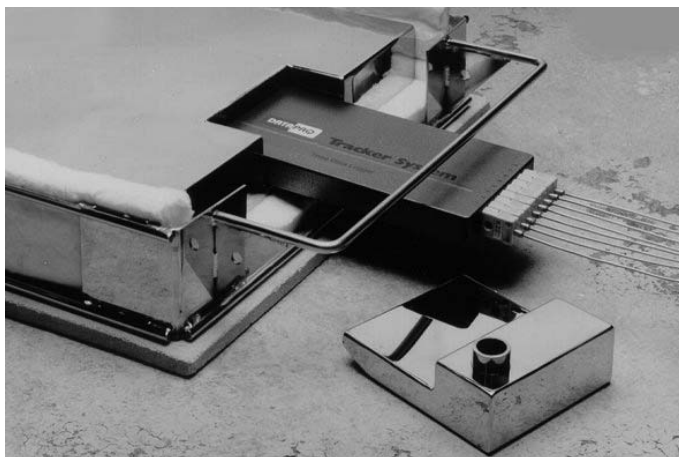
Per proteggere il sistema Tracker dalle elevate temperature subite nei forni a rulli, le barriere sono dotate di due livelli di protezione termica. Il primo livello è costituito da strati di tessuto in fibra isolante, mentre il secondo da una camicia d'acqua in acciaio inossidabile contenente il registratore dati. L'isolante microporoso all'interno della camicia d'acqua rallenta notevolmente la velocità di trasferimento del calore all'acqua. Il tessuto in fibra isolante protegge il dispositivo di isolamento interno da temperature eccessive e fornisce un'ulteriore protezione che rallenta il processo di ebollizione.

Il principio di funzionamento è lo stesso che per i forni a tunnel: al raggiungimento della temperatura di ebollizione dell'acqua (100° C), la temperatura attorno al registratore dati si stabilizzerà e verrà mantenuta finché tutta l'acqua non sarà evaporata.

## **Scelta della barriera termica**

La scelta della barriera termica si basa su:

- Caratteristiche di temperatura/tempo del forno.
- Limiti di altezza e larghezza del forno.



*Barriera termica TB3020 mentre vengono caricati il registratore dati e il serbatoio d'acqua posteriore.*

### ***Considerazioni sulla sicurezza, forni a rulli***

I limiti di esposizione alle polveri sono basati sulla quantità media di polveri in un periodo di otto ore. Anche se il materiale isolante utilizzato nelle barriere per forni a rulli contiene fibre artificiali, la possibile esposizione a una quantità significativa di polvere è improbabile, in quanto il periodo di tempo in cui questa avviene è molto limitato.

Poichè non è possibile valutare il livelli di polveri in una determinata applicazione, è consigliabile che l'operatore indossi un respiratore antipolvere approvato, conforme alla norma EN 149 FFP2S, come il modello 3M 8810.

# Specifiche delle barriere termiche

## TB3020

<b>Durata termica</b>	1 ora a una temperatura media di 700° C 30 min massimo a una temperatura media di 900° C			
<b>Temperatura massima</b>	1200° C			
<b>Misure fisiche</b>	Altezza 81 mm	Larghezza 400 mm	Lunghezza 638 mm	Peso 14 kg
<b>Registratore adatto</b>	TP0106		TP0109	
<b>Prodotto per cui è indicata</b>	Piastrelle			

## TB3031

<b>Temperatura media</b>	700° C		900° C	
<b>Temperatura massima</b>	1200° C		1200° C	
<b>Durata in ore/min</b>	5 ore		4 ore	
<b>Misure fisiche</b>	Altezza 150 mm	Larghezza 382 mm	Lunghezza 610 mm	Peso 20 kg
<b>Registratore adatto</b>	TP0106			
<b>Prodotto per cui è indicata</b>	Tegole			

## TB3036

<b>Temperatura media</b>	700° C		900° C	
<b>Temperatura massima</b>	1200° C		1200° C	
<b>Durata in ore/min</b>	7 ore		5 ore 30 min	
<b>Misure fisiche</b>	Altezza 200 mm	Larghezza 432 mm	Lunghezza 660 mm	Peso 24 kg
<b>Registratore adatto</b>	TP0106			
<b>Prodotto per cui è indicata</b>	Ceramica da cucina			

**TB3038**

<b>Temperatura media</b>	700° C	900° C		
<b>Temperatura massima</b>	1200° C	1200° C		
<b>Durata in ore/min</b>	17 ore	12 ore		
<b>Misure fisiche</b>	Altezza 300 mm	Larghezza 512 mm	Lunghezza 735 mm	Peso 36,5 kg
<b>Registratore adatto</b>	TP0106			
<b>Prodotto per cui è indicata</b>	Idrosanitari			

# Processo in forno a rulli

## Termocoppie per forno a rulli

Utilizzare termocoppie tipo K/N con cavo con isolante minerale di 1,5 mm di diametro per garantirne la flessibilità durante il caricamento, il trasporto attraverso il forno e lo scaricamento.

## Controllo del caricamento sui rulli

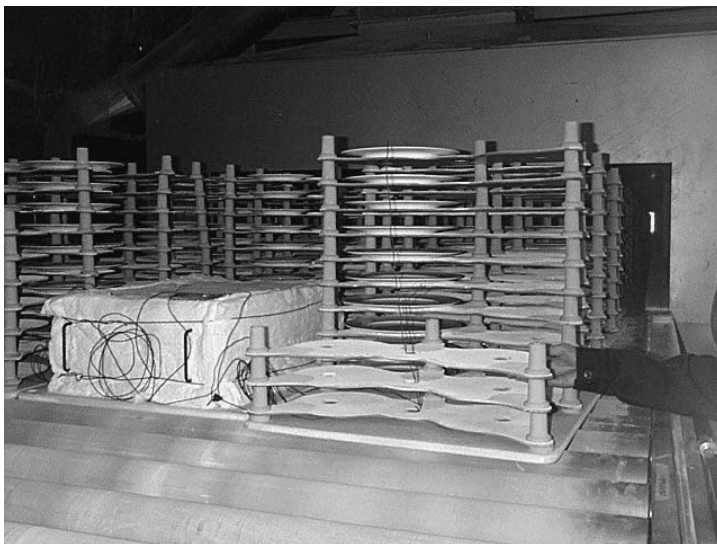
Controllare che il peso del sistema Kiln Tracker sia distribuito uniformemente sulla superficie della tavola in fibra ceramica e quindi su ogni rullo. Per effettuare una stima del carico su ciascun rullo, sommare il peso totale del sistema Kiln Tracker al peso di eventuali prodotti trasportati sugli stessi rulli e dividere il risultato per il numero di rulli che sostengono il sistema. Il risultato dovrà essere confrontato con le specifiche del produttore del forno per confermarne l'accettabilità. In caso di dubbio, consultare il produttore del forno prima di utilizzare il sistema Kiln Tracker.

## Determinazione dei limiti di altezza

Dopo aver scelto la barriera, sarà necessario inviare attraverso il forno un carico fittizio, leggermente più alto della barriera, per verificare la compatibilità tra le dimensioni della barriera e quelle del forno. Questo è particolarmente importante per i forni per piastrelle, ma meno per le applicazioni di ceramica da cucina, tegole e idrosanitari, dove lo spazio non è in genere un problema.

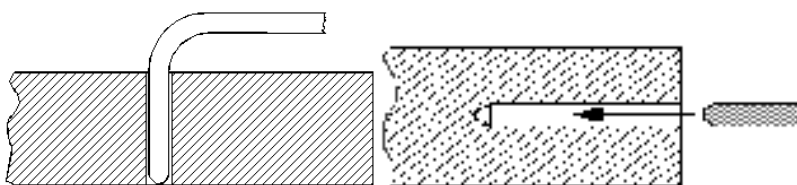
Preparare il carico fittizio tagliando delle piastrelle crude non smaltate in strisce della larghezza di circa 50 mm e disponendole una sull'altra sul margine anteriore di un pannello isolante in ceramica, fino a formare una pila leggermente più alta della barriera termica. Far passare il carico fittizio attraverso il forno, verificando che eventuali rilevatori e ventole non siano d'intralcio. Dopo il ciclo esaminare la pila di piastrelle: se è rimasta intatta, la barriera è idonea. In caso contrario, contattare Datapaq per assistenza.

# Installazione delle termocoppie



*Termocoppie fissate a pezzi campione, pronte per il ciclo di prova.*

Le termocoppie hanno normalmente un diametro di 1,5 mm. Per posizionare le termocoppie nelle piastrelle, praticare nella piastrella cruda un foro di 1,6 mm di diametro e 15 mm di profondità, quindi inserirvi il giunto caldo della sonda (vedere il diagramma sottostante).



Misurazione della temperatura della base della piastrella attraverso un foro praticato attraverso lo spessore della piastrella.

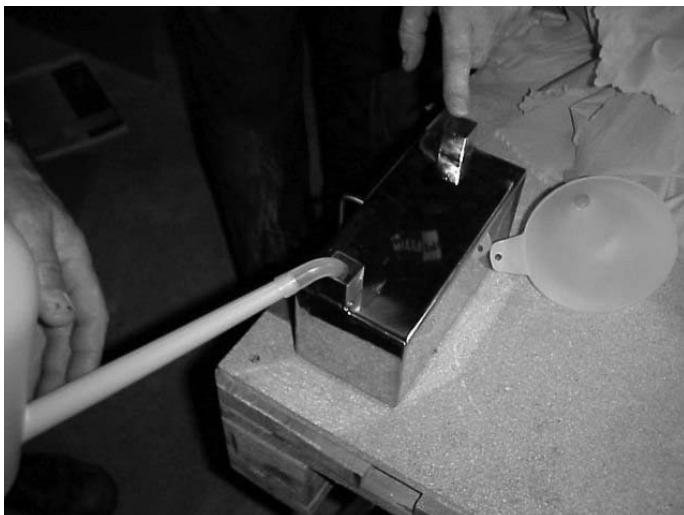
Misurazione della temperatura interna della piastrella attraverso un foro praticato nel bordo.

Per inserire una termocoppia in un idrosanitario, praticare nel prodotto crudo un foro di 3 mm di diametro e inserirvi il giunto caldo della sonda. Mantenere la termocoppia in posizione sostenendola con dell'ingobbio lasciato asciugare.

*In alcune applicazioni in forno a rulli per idrosanitari possono essere utilizzate termocoppie di tipo R o S.*

# Montaggio del sistema

## *Riempimento della barriera termica con acqua*



*Riempimento della barriera termica prima di una prova.*

Prima dell'inizio della prova è essenziale riempire la barriera termica con acqua, in modo che, durante il passaggio attraverso il forno, possa avvenire il processo di evaporazione. Questa operazione può essere svolta facilmente collegando un corto tubo di plastica alla porta d'entrata della barriera termica e riempiendola con acqua fredda, o utilizzando un recipiente adatto con beccuccio (vedere l'immagine precedente). Riempire la barriera finché l'acqua non fuoriesce dalla porta di troppopieno.

### **Brevi cenni sui registratori dati**

I registratori dati adatti al funzionamento in forno ceramico comprendono varianti del modello Tpaq21 disponibili per l'uso con termocoppie di tipo B, K, R e S.

La scelta del registratore dati si basa sui seguenti fattori:

- Caratteristiche del processo.
- Numero e tipo di termocoppie necessarie.
- Intervallo di campionatura richiesto.
- Precisione e risoluzione richieste.

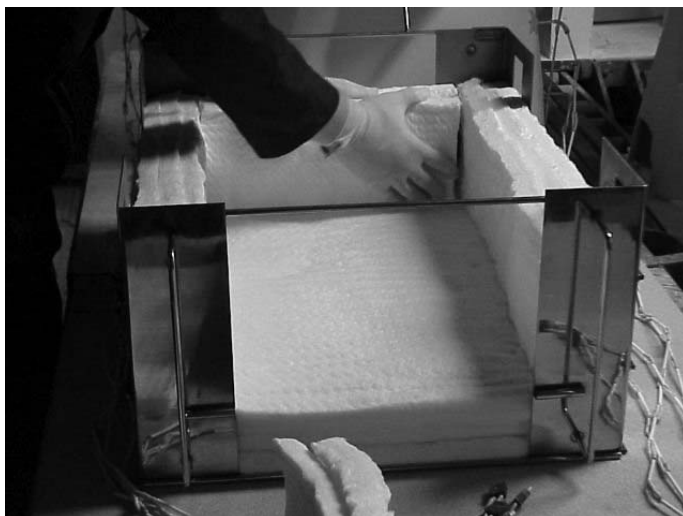
Per ulteriori dettagli fare riferimento all'apposito manuale del registratore.

### ***Programmazione del registratore dati***

Per la preparazione del registratore dati, fare riferimento all'apposito manuale del registratore e alla guida in linea del software Insight.

### ***Preparazione della barriera termica e installazione del registratore dati***

Le fotografie seguenti mostrano le fasi principali della preparazione della barriera termica.



*Montaggio degli strati isolanti.*

La fotografia in alto mostra il montaggio base degli strati isolanti all'interno della gabbia della barriera. Notare che è necessario indossare guanti per proteggersi le mani dalle fibre.



*Inserimento della barriera termica negli strati isolanti.*

La barriera termica viene quindi posta all'interno degli strati isolanti. Notare che in questa illustrazione sono stati utilizzati degli inserti di cartone per assistere nell'operazione. Ciò facilita l'inserimento della barriera e protegge il materiale isolante. Quando la barriera è in posizione, è sufficiente estrarre gli inserti di cartone.



*Applicazione a spruzzo di un "rigidizer".*

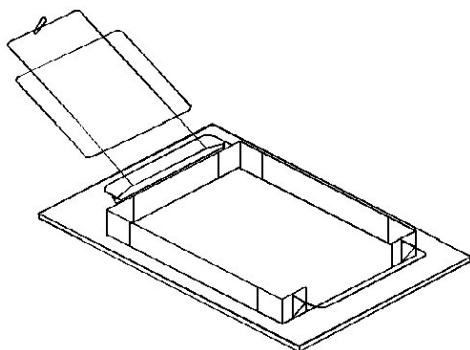
Durante il processo, delle fibre potrebbero staccarsi dal tessuto isolante e contaminare il prodotto, causando inaccettabili scarti. Per evitare ciò, spruzzare sul tessuto del "rigidizer", che fermerà lo strato esterno del tessuto isolante e preverrà le contaminazioni.



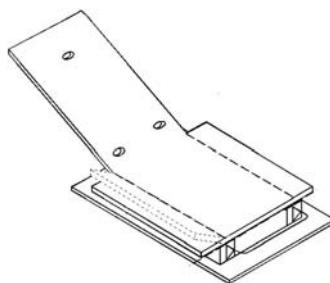
**Avviso:** le temperature raggiunte nei forni a rulli causano un deterioramento della capacità termica del materiale isolante, il quale dovrà quindi essere sostituito ogni quattro passaggi attraverso il forno.

Per le applicazioni in forno a rulli sono disponibili due tipi di barriera termica: il modello TB3020 e i modelli TB303 I, 3036 e 3038. Le illustrazioni seguenti illustrano le procedure di montaggio.

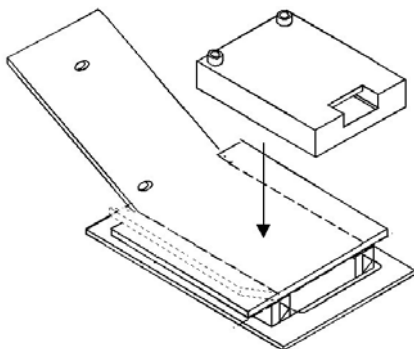
### Barriera TB3020



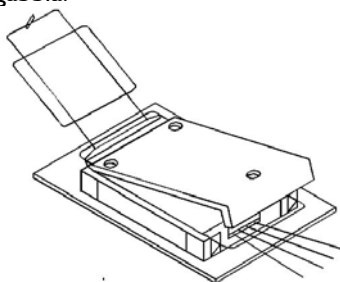
Porre la gabbia isolante sulla tavola in fibra, togliere il perno di bloccaggio e aprire il coperchio.



Allineare l'isolante con il retro della gabbia. Ripiegare i lembi in alto per adattare l'isolante alla gabbia.



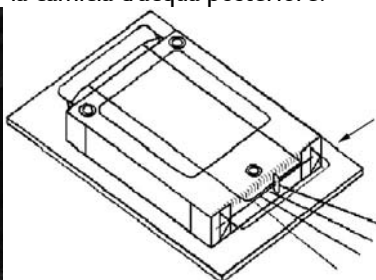
Riempire la camicia d'acqua principale e sistemarla nell'isolante.



Inserire il registratore dati nella camicia d'acqua, quindi montare



la camicia d'acqua posteriore.



Verificare che non vi siano fessure nell'isolante, quindi rimettere il coperchio della gabbia.

Reinserire il perno di bloccaggio.

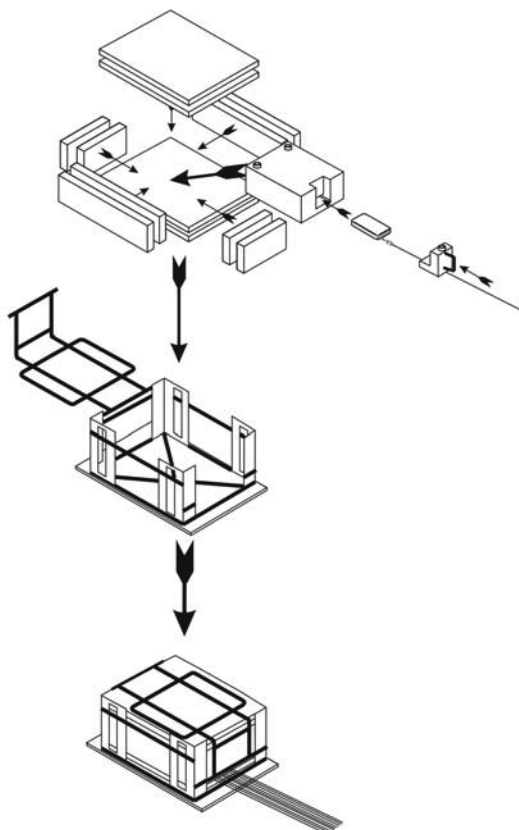
### **Barriere TB3031, TB3036 e TB3038**

Queste barriere utilizzano serie di isolanti esterni come sotto descritto:

- TB3031: strato singolo 25 mm di spessore
- TB3036: strato doppio 50 mm di spessore
- TB3038: strato triplo 75 mm di spessore

**Nota:** per semplicità, il diagramma mostra un'installazione tipica con strato doppio di isolante. L'installazione andrà modificata in base alla barriera specifica della propria applicazione.

Il seguente diagramma di flusso illustra il processo di montaggio:



1. Porre la gabbia sul pannello isolante in ceramica.
2. Inserire i blocchi isolanti (due in questo esempio) nella gabbia.
3. Sistemare i blocchi isolanti (due in questo esempio) ai lati e in fondo.
4. Programmare il registratore dati e inserire le termocoppie.
5. Riempire il serbatoio d'acqua principale e porlo sull'isolante.
6. Inserire il registratore dati.
7. Riempire il serbatoio d'acqua posteriore e inserirlo nel serbatoio d'acqua principale.
8. Sistemare i rimanenti blocchi isolanti di lato e in fondo.
9. Porre i pannelli isolanti (due in questo esempio) sulla parte superiore e chiudere il coperchio e il fermo della gabbia.

## Inserimento del sistema nel forno



*Sistema Tracker in entrata nel forno.*

*Nelle applicazioni di cottura di piastrelle, appoggiare il sistema sul pannello in fibra isolante fornito con il sistema Tracker (ossia, fornito da Datapaq). Nelle applicazioni di cottura di idrosanitari e ceramica bianca in forno a rulli, appoggiare il sistema sui pannelli isolanti forniti per il prodotto (ossia, forniti dal cliente).*

### **Considerazioni sulla sicurezza**

Per l'applicazione del sistema Tracker, si raccomanda vivamente di consultarsi con il responsabile aziendale per la salute e la sicurezza.

### **Caricamento del sistema**

Il prodotto viene normalmente caricato in automatico nel forno a rulli; poiché il caricamento manuale di ogni elemento del sistema Tracker e del prodotto da monitorare richiede del tempo, sarà necessario prevedere intervalli relativamente grandi tra i prodotti sui rulli.

**Suggerimento:** *quando si carica nel forno un sistema di cottura di piastrelle, queste si spostano velocemente e il tempo disponibile per caricare la barriera e inserire le termocoppie nelle piastrelle crude può essere insufficiente. Se possibile, posizionare il sistema con le piastrelle di prova al livello superiore dell'accumulatore del prodotto, in modo che possa essere rilasciato facendolo scalare automaticamente verso il basso quando è tutto pronto.*



**Avviso:** se si fa passare il sistema attraverso il forno con serbatoi d'acqua vuoti o parzialmente vuoti, possono risultarne gravi danni. Per garantire una protezione adeguata è necessario riempire completamente d'acqua sia la camicia d'acqua principale, sia quella posteriore.



**Avviso:** l'acqua nella barriera per forno a rulli bolle in modo aggressivo durante la prova, causando evaporazione. Per evitare ustioni da vapore o acqua bollente, maneggiare la barriera e i serbatoi d'acqua con cautela durante il recupero del sistema. Rimuovere i serbatoi d'acqua, mantenendoli orizzontali, e porli su una superficie adatta per farli raffreddare.

# Recupero del sistema – Forni a rulli

## **Smontaggio del sistema**

Con l'aiuto di un assistente, sollevare il sistema e le piastrelle o altri prodotti dai rulli in movimento. Facendo attenzione a mantenere il sistema in posizione orizzontale, per evitare di versare l'acqua bollente contenuta nei serbatoi, posarlo sul pavimento. Togliere il pannello isolante, maneggiandolo con cura per evitare danni.

### ***Sonde a termocoppia***

Rimuovere le termocoppie dal prodotto; se il prodotto è costituito da piastrelle può essere necessario rompere la piastrella colpendola vicino alle termocoppie con un martelletto.

### ***Registratore dati***

Togliere il perno di bloccaggio, aprire il coperchio e sollevare l'isolante. Rimuovere con cautela il serbatoio d'acqua anteriore, mantenendolo orizzontale per evitare di versare l'acqua.

Tenendo i cavi delle termocoppie, rimuovere il registratore dati dalla camicia d'acqua principale. Scollegare le termocoppie dal registratore dati, avvolgerle accertandosi che il diametro dell'avvolgimento sia di almeno 400 mm e riporle in un luogo sicuro.

Lasciar raffreddare le camicie d'acqua prima di svuotare l'acqua.

## **Scaricamento dei dati**

Per lo scaricamento dei dati, fare riferimento all'apposito manuale del registratore e alla guida in linea del software Insight.



# Cura e manutenzione

## Barriere termiche

### *Raffreddamento*

La barriera termica surriscaldata deve essere appoggiata su distanziatori, su un tessuto in fibra ceramica o su materiale refrattario per consentirne un raffreddamento uniforme. Se si appoggia la barriera termica surriscaldata direttamente su una superficie fredda, la barriera si deformerà a causa delle diverse velocità di raffreddamento delle superfici.

Il calore assorbito dalla barriera termica continuerà ad avere effetti sulla temperatura del registratore dati; rimuoverlo quindi dalla barriera termica non appena il ciclo di prova è completato. Lasciare la barriera all'aria aperta per farla raffreddare prima di riutilizzarla, oppure riempirla nuovamente di acqua fredda se è necessario eseguire a breve un'altra prova.

Sostituire sempre i pannelli in fibra isolante dopo due o tre cicli, in quanto si deteriorano con l'uso e la capacità termica della barriera ne risulta compromessa.

## Sonde a termocoppia

Esaminare i cavi e sostituirli qualora si riscontri che l'isolante è danneggiato.

Se si arrotolano i cavi, accertarsi che il diametro dell'avvolgimento non sia inferiore a 400 mm.

## Spinotti delle termocoppie

Se gli spinotti delle termocoppie sono fissati insieme come parte di un sistema di cablaggio interno, può essere necessario applicare una **piccola** quantità di lubrificante elettrico sugli spinotti per facilitarne la rimozione.



# Diagnostica

## Hardware

### *Errori delle sonde a termocoppia*

Le sonde a termocoppia sono generalmente affidabili, ma possono venire danneggiate se sono utilizzate o maneggiate in modo improprio e, di conseguenza, produrre letture errate. Il software Datapaq Tracker rileva le sonde con circuito aperto e ne contrassegna i dati con un avviso che li identifica come non validi.

<b>Errori sonda</b>	<b>Sintomo</b>	<b>Azione</b>
Circuito aperto	Le sonde con circuito permanentemente aperto sono contrassegnate con *OC. Le sonde con circuito aperto in modo intermittente producono profili imprevedibili con picchi. Utilizzare Vista dati per controllare le misurazioni.	Controllare le connessioni degli spinotti.  Controllare le connessioni degli spinotti.
Corto circuito	Letture non compatibili con quelle di altre sonde.	Fare riferimento all'apposito manuale del registratore dati per il test del registratore.

Per ridurre al minimo i problemi relativi alle sonde, fare riferimento alla sezione "Cura e manutenzione", "Sonde a termocoppia", a pagina 63.



# INDICE ANALITICO

- Barriera
  - Cura e manutenzione, 45
- Barriera termica
  - Cura e manutenzione, 63
- Colore
  - Connettore sonda, 12
- Compensazione
  - Per la non linearità della sonda, 12
- Dati
  - Scaricamento, 61
- Dissipatore di calore
  - Cura e manutenzione, 63
- Evaporazione di fase, 13
  - Barriere termiche, 13, 26
  - Confronto con la tecnologia convenzionale, 15
- Fibra ceramica
  - Limite di temperatura, 21
- Isolante
  - Ceramica, 19
  - Fibra di vetro, 19
  - Limiti di temperatura**, 21
  - Minerale, 19
- Linearità
  - delle termocoppie, 12
- Profilo di temperatura
  - esecuzione, 62
- Registratore dati
  - Cura e manutenzione, 63
- Sicurezza
  - Considerazioni sulla sicurezza, 45, 59
- Sonda**
  - Cura e manutenzione, 63, 65
  - Fissaggio, 36
  - Nome e posizione, 36, 37
  - Specifiche**, 19, 21
- Sonda a termocoppia
  - colore connettore, 12
- Sonde, 11
  - TB6100, 26, 41
    - Specifiche, 26
  - TB6200, 26, 41
    - Specifiche, 27
  - TB6400
    - Specifiche, 27
- Termica, barriera
  - Vedere Barriera, 9
- Termocoppia
  - Vedere Sonde, 9
- Test
  - Registratore dati, 65
  - Sonde a termocoppia, 39

## **Europe & Asia**

Datapaq Ltd  
Lothbury House  
Cambridge Technopark  
Newmarket Road  
Cambridge CB5 8PB  
United Kingdom  
Tel. +44-(0)1223-652400  
Fax +44-(0)1223-652401  
[sales@datapaq.co.uk](mailto:sales@datapaq.co.uk)

## **North & South America**

Datapaq, Inc.  
3 Corporate Park Dr., Unit 1  
Derry, NH 03038  
USA  
Tel. +1-603-537-2680  
Fax +1-603-537-2685  
[sales@datapaq.com](mailto:sales@datapaq.com)

## **China**

Datapaq Ltd  
3rd Floor, Lane 280-6  
Linhong Road  
Shanghai 200335  
China  
Tel. +86(0)21-6128-6200  
Fax +86(0)21-6128-6221  
Fax +86(0)21-6128-6222  
[sales@datapaq.com.cn](mailto:sales@datapaq.com.cn)



A Fluke Company

[www.datapaq.com](http://www.datapaq.com)