

# Istruzioni di applicazione dei prodotti: Calcestruzzi a spruzzo

1. Campo di applicazione.....	1
2. Glossario dei termini .....	1
4. Casseri, giunti e sistemi di ancoraggio .....	2
5. Preparazione per l'installazione .....	3
6. Applicazione con il metodo dello spruzzo.....	5
7. Maturazione del calcestruzzo refrattario .....	7
8. Essiccazione e riscaldamento .....	8

## 1. Campo di applicazione

Queste istruzioni si applicano all'installazione di calcestruzzi refrattari densi e leggeri (isolanti) progettati per applicazioni a spruzzo, appartenenti alle linee di prodotti PCOGun, PCOGun Nx e PCOGun ISO (precedentemente ISOGun). Questi prodotti sono a legante idraulico o ibrido.

Questo documento fornisce raccomandazioni riguardanti lo stoccaggio, la preparazione e l'installazione di calcestruzzi refrattari applicati con il metodo dello spruzzo. Serve da guida alle buone pratiche di installazione, che devono essere seguite per garantire prestazioni corrette, durabilità e funzionamento sicuro del rivestimento refrattario.



Qualora per un prodotto siano state emesse istruzioni di installazione individuali, queste hanno carattere prioritario rispetto al presente documento.

Se durante l'applicazione sorgono domande o problemi, contattare il Dipartimento Tecnico PCO all'indirizzo e-mail: [konsultacja@pco.pl](mailto:konsultacja@pco.pl)

## 2. Glossario dei termini

**Calcestruzzi refrattari PCOGun** - calcestruzzi refrattari per spruzzo a secco, composti da materie prime

refrattarie, destinati principalmente a rivestimenti di lavoro. Viene utilizzato un sistema legante a cemento altoalluminoso.

**Calcestruzzi refrattari PCOGun Nx** - calcestruzzi refrattari per spruzzo a secco, composti da materie prime refrattarie, destinati principalmente a rivestimenti di lavoro, caratterizzati da resistenza meccanica e resistenza alla corrosione migliorate. Viene utilizzato un sistema legante ibrido, che consente un tempo di riscaldamento e asciugatura ridotto del rivestimento refrattario.

**Calcestruzzi a spruzzo leggeri (isolanti) PCOGun ISO** - calcestruzzi a spruzzo a secco a base di aggregati refrattari leggeri, tipicamente con densità apparente inferiore a 1,5 g/cm<sup>3</sup>. Sono utilizzati principalmente per le loro proprietà di isolamento termico, generalmente installati dietro strati refrattari densi o, in condizioni specifiche, come rivestimento di lavoro.

**Spruzzo** - un metodo di installazione di calcestruzzi refrattari mediante trasporto pneumatico e spruzzo della miscela refrattaria sul substrato utilizzando uno speciale ugello. In questo processo, la miscela secca viene trasportata dall'aria compressa all'ugello, dove viene miscelata con acqua e poi proiettata dinamicamente sulla superficie del rivestimento.

**Cassero** - una struttura temporanea (generalmente realizzata in compensato o metallo) utilizzata per sostenere il materiale refrattario appena applicato fino a quando non si assesta e raggiunge la resistenza meccanica richiesta.

## 3. Stoccaggio

### 3.1. Ubicazione e condizioni di stoccaggio

I materiali possono essere forniti in sacchi di carta da 25 kg o in big bag posizionati su bancali. Devono essere immagazzinati in un'area asciutta e ben ventilata. Se l'imballaggio è ulteriormente protetto con pellicola di plastica, deve essere garantita la libera circolazione dell'aria sotto il bancale per evitare la condensazione di umidità all'interno dell'imballaggio. Lo stoccaggio in aree con umidità elevata non è consigliato.

Nel caso di stoccaggio temporaneo all'aperto in aree esposte a precipitazioni, il materiale deve essere protetto dall'infiltrazione di umidità, ad esempio utilizzando un telone impermeabile o altro rivestimento idoneo.

La temperatura di stoccaggio consigliata è tra 10°C e 25°C. Lo stoccaggio a temperature diverse è consentito; tuttavia, prima dell'installazione il materiale deve essere portato all'intervallo di temperatura consigliato per garantire condizioni di applicazione ottimali.



Condizioni di stoccaggio non corrette possono influenzare negativamente le proprietà del materiale durante l'applicazione o in esercizio.

### 3.2. Impilamento dei bancali

L'impilamento dei bancali è consentito a condizione che la superficie del terreno e quella dei bancali siano piane e stabili. Non è consigliato impilare più di due (2) strati di bancali uno sopra l'altro. Devono essere evitate situazioni in cui i bancali contenenti calcestruzzi refrattari densi sono impilati su bancali con calcestruzzi refrattari leggeri.



Come buona pratica, i materiali dello stesso grado devono essere utilizzati nell'ordine di consegna, in conformità al principio FIFO (First In – First Out).

### 3.3. Vita utile

La vita utile dei calcestruzzi refrattari è specificata nella Scheda Tecnica del Prodotto e generalmente varia da 6 a 24 mesi dalla data di fabbricazione. La data di produzione è indicata sul lato della confezione o sull'etichetta del bancale. I sintomi dell'invecchiamento del materiale possono includere un tempo di presa esteso e una ridotta resistenza meccanica. I materiali devono essere utilizzati a partire dai lotti più vecchi. Se la durata di

conservazione è stata superata, il materiale deve essere sottoposto a prova prima dell'approvazione all'uso. Si consiglia di utilizzare il materiale immediatamente dopo l'apertura della confezione.

## 4. Casseri, giunti e sistemi di ancoraggio

### 4.1. Casseri

Il cassero deve essere realizzato con materiali non assorbenti ad elevata resistenza meccanica. Più comunemente viene utilizzato un cassero in compensato rivestito (verniciato) con uno spessore di 18 mm, garantendo durabilità e protezione dall'assorbimento di umidità dal materiale refrattario.

### 4.2. Ancoraggio in acciaio

La maggior parte dei rivestimenti refrattari spruzzati con calcestruzzi refrattari PCOGun, PCOGun Nx e PCOGun ISO richiede l'uso di sistemi di ancoraggio in acciaio. Gli ancoraggi in acciaio sono fabbricati con acciai opportunamente selezionati e sono fissati agli elementi strutturali portanti che sostengono il rivestimento refrattario.



Il sistema di ancoraggio, inclusa la forma dell'ancoraggio, la lunghezza, il grado di acciaio e la spaziatura dell'ancoraggio, deve essere sempre progettato sulla base della documentazione di progettazione del rivestimento. Un sistema di ancoraggio non corretto scelto per una data applicazione e condizioni di esercizio può causare gravi danni al rivestimento refrattario.

Prima dell'applicazione del calcestruzzo refrattario, si consiglia di ispezionare la qualità delle saldature dell'ancoraggio, ad esempio eseguendo una prova di piegamento in conformità alla norma ISO 14555. Una saldatura correttamente eseguita dovrebbe consentire all'ancoraggio di essere piegato a un angolo di 60° e ritornare alla sua posizione originale senza alcun danno al giunto di saldatura.



Quando si utilizzano ancoraggi in acciaio, si consiglia di applicare cappucci di espansione in plastica sulla sommità degli ancoraggi.

#### 4.3. Ancoraggi ceramici

Gli ancoraggi ceramici, rispetto agli ancoraggi in acciaio, possono operare a temperature significativamente più elevate, rendendoli particolarmente idonei per le aree del rivestimento refrattario più sollecitate termicamente.

Quando si utilizzano ancoraggi ceramici, si consiglia di garantire lo spazio di espansione applicando un rivestimento bituminoso con uno spessore di circa 1-2 mm oppure avvolgendo l'ancoraggio con carta in fibra ceramica di spessore equivalente. Occorre prestare attenzione a preservare la geometria esterna originale seghettata (nervata) dell'ancoraggio.

## 5. Preparazione per l'installazione

### 5.1. Dispositivi di protezione individuale (DPI)

Durante l'installazione, devono essere utilizzati dispositivi di protezione individuale (DPI) appropriati alla natura del lavoro e alle condizioni ambientali. In particolare, è richiesto l'uso di occhiali protettivi, guanti protettivi, maschere antipolvere e indumenti protettivi.



Prima dell'installazione, l'operatore deve familiarizzare con le istruzioni di funzionamento dell'attrezzatura, in particolare con il manuale della macchina da spruzzo.

### 5.2. Requisito di materiale

La quantità di calcestruzzo refrattario secco necessaria per produrre 1 m<sup>3</sup> di rivestimento è specificata nella Scheda Tecnica del Prodotto. Nel pianificare il consumo di materiale, si consiglia di prevedere un supplemento: del 5-10% per i calcestruzzi densi e del 10-15% per i calcestruzzi isolanti, per compensare le perdite causate da, tra gli altri, sacchi danneggiati, versamenti durante la movimentazione e rimbalzo generato durante l'applicazione.

### 5.3. Temperatura di applicazione

La temperatura del materiale nei sacchi, dell'acqua di miscelazione e dell'ambiente ha una significativa influenza sul processo di spruzzo e sulla qualità del rivestimento installato.

Durante le condizioni invernali, quando il materiale può essere immagazzinato a basse temperature, i sacchi devono essere collocati in una stanza riscaldata a una temperatura minima di 15°C per almeno 48 ore prima dell'installazione.

Durante l'estate, quando le temperature di stoccaggio sono elevate, il materiale deve essere immagazzinato in un'area fresca per 48 ore prima dell'uso. Le superfici del cassero devono essere raffreddate spruzzando con acqua, assicurando che non rimanga acqua libera all'interno del cassero. Se l'acqua si accumula all'interno del cassero, deve essere rimossa e la superficie asciugata prima dell'applicazione.

Lo spruzzo deve essere eseguito a una temperatura ambiente tra 10°C e 25°C.

Se il materiale spruzzato congela prima del completamento della presa, la resistenza meccanica finale può essere ridotta. Pertanto, fino a quando il rivestimento non sia stato completamente sottoposto a trattamento termico, devono essere evitate condizioni che favoriscono il congelamento.

### 5.4. Preparazione della macchina da spruzzo

Prima di iniziare il processo di spruzzo, è necessaria una preparazione attenta della macchina da spruzzo e di tutti i sistemi associati – sistemi pneumatici, di trasporto del materiale e di alimentazione dell'acqua. Una corretta preparazione garantisce un funzionamento stabile, minimizza il rischio di guasti alle apparecchiature e consente di raggiungere i parametri di spruzzo richiesti.



Prima di ispezionare le condizioni tecniche della macchina da spruzzo, l'operatore deve consultare il manuale di funzionamento dell'attrezzatura. Le istruzioni del costruttore della macchina hanno la precedenza sulle raccomandazioni fornite in questo documento.

#### 5.4.1. Ispezione delle condizioni tecniche della macchina da spruzzo

Prima dell'avviamento, le condizioni tecniche complessive della macchina da spruzzo devono essere ispezionate, prestando particolare attenzione ai seguenti aspetti:

- tenuta dei sistemi pneumatici e idrici,
- usura dei componenti di lavoro, come piastre frontali, rotor, guarnizioni e piastre di usura (a seconda del tipo di macchina da spruzzo),
- corretto fissaggio di tutti gli accoppiamenti, raccordi e connessioni,
- assenza di danni meccanici che potrebbero influenzare la sicurezza operativa o la qualità dell'applicazione.

Tutti i difetti o irregolarità rilevati devono essere eliminati prima di iniziare il lavoro.

#### **5.4.2. Preparazione del sistema di alimentazione dell'acqua**

Il sistema di alimentazione dell'acqua è responsabile della corretta bagnatura della miscela refrattaria e pertanto deve essere preparato con particolare attenzione. I seguenti passaggi devono essere eseguiti:

- assicurarsi che la pressione dell'acqua di alimentazione sia conforme ai requisiti della macchina da spruzzo (tipicamente minimo 4–5 bar all'ingresso),
- controllare l'anello di distribuzione dell'acqua e i fori di ingresso dell'acqua nell'ugello per un flusso senza ostacoli,
- sciacquare il sistema per rimuovere eventuali contaminanti o residui,
- verificare che le valvole di controllo funzionino regolarmente e consentano una regolazione precisa del flusso dell'acqua,
- l'acqua utilizzata per lo spruzzo deve essere pulita e rispondere ai requisiti della qualità dell'acqua potabile. Il suo valore di pH deve essere nell'intervallo 6–8, e la temperatura dell'acqua consigliata è 10–25°C. L'uso di acqua di mare e acqua contaminata non è consentito. Questo include acqua contenente, tra gli altri, zolfo, cloro, magnesio, ammoniaca o carbonati in concentrazioni superiori a 1000 ppm, nonché acqua contenente zuccheri o solidi sospesi.

#### **5.4.3. Preparazione del sistema di trasporto del materiale**

Per garantire un flusso stabile e continuo del calcestruzzo refrattario, devono essere intraprese le seguenti azioni:

- controllare la distanza e le condizioni di libero passaggio dei tubi di trasporto del materiale,
- assicurarsi che i tubi siano dritti, senza pieghe, strozzature o torsioni,
- verificare le condizioni delle superfici interne dei tubi, assicurando l'assenza di residui induriti, umidità o corpi estranei,
- pulire la tramoggia di carico e tutte le superfici a contatto con il materiale.

L'alimentatore/rotore deve essere ispezionato per assicurare un funzionamento regolare e continuo.

#### **5.4.4. Ispezione del sistema pneumatico**

L'aria compressa deve essere fornita in quantità sufficiente per garantire il trasporto stabile del materiale e le prestazioni di spruzzo richieste. Prima dell'avviamento, devono essere eseguiti i seguenti controlli:

- Verificare che la pressione dell'aria di esercizio sia conforme ai requisiti specificati dal costruttore della macchina da spruzzo,,
- pulire i filtri dell'aria e i separatori di umidità, se installati,
- assicurarsi che i tubi dell'aria e le tubazioni siano liberi da ostruzioni e a tenuta stagna,
- verificare il funzionamento delle valvole di regolazione.

#### **5.4.5. Preparazione dell'ugello di spruzzo**

L'ugello di spruzzo è un componente critico che influenza direttamente la qualità e la consistenza del processo di spruzzo. Prima dell'applicazione, devono essere eseguiti i seguenti passaggi:

- ispezionare le condizioni tecniche dell'ugello e dell'anello di distribuzione dell'acqua,
- rimuovere eventuali contaminanti, depositi o residui da operazioni precedenti,
- assicurare che tutti i canali di alimentazione dell'acqua e dell'aria siano completamente senza ostruzioni,
- verificare il corretto assemblaggio dell'ugello e la tenuta dei raccordi dei tubi.

#### **5.4.6. Prova funzionale prima dell'applicazione**

Dopo che tutti i componenti sono stati correttamente preparati, deve essere eseguita una breve prova di funzionamento, sia senza materiale che utilizzando una piccola quantità di materiale, al fine di:

- verificare la stabilità del flusso di aria e acqua,
- assicurarsi che la regolazione dei parametri sia regolare e reattiva,
- confermare il corretto funzionamento dell'ugello di spruzzo e del sistema di miscelazione.

Solo una macchina da spruzzo correttamente preparata garantisce: Bagnatura omogenea della miscela refrattaria, rimbalzo minimo, processo di applicazione stabile e controllato.

## 6. Applicazione con il metodo dello spruzzo

### 6.1. Introduzione

Il metodo dello spruzzo a secco è una tecnica di installazione refrattaria in cui la miscela refrattaria secca è trasportata pneumaticamente dalla macchina da spruzzo rotativa attraverso tubi all'ugello di spruzzo. La bagnatura della miscela refrattaria secca avviene all'interno dell'anello di distribuzione dell'acqua dell'ugello, dove l'acqua viene iniettata sotto pressione. Nella fase finale, il materiale inumidito viene proiettato sotto pressione sulla superficie del rivestimento.

Il processo di spruzzo è definito da quattro parametri principali che devono essere considerati durante l'applicazione:

1. Tipo di materiale applicato – PCOGun, PCOGun Nx, PCOGun ISO,
2. Prestazioni della macchina, inclusa la velocità del rotore, la dimensione del rotore e il diametro del tubo di uscita,
3. Pressione dell'aria compressa per il trasporto del materiale secco,
4. Pressione di alimentazione dell'acqua



Prima di iniziare a spruzzare, l'operatore deve familiarizzare con le istruzioni di funzionamento della macchina da spruzzo. Le istruzioni del costruttore della macchina hanno la precedenza sulle raccomandazioni fornite in questo documento.

A causa delle differenze nella progettazione della macchina da spruzzo e delle proprietà dei calcestruzzi refrattari, non è possibile definire un unico set universale di parametri di installazione standard.

In pratica, durante lo spruzzo l'operatore deve:

1. Regolare continuamente uno o più parametri (ad es. flusso dell'acqua, pressione dell'aria, distanza e angolo dell'ugello),
2. Osservare il comportamento del materiale spruzzato,
3. Mirare a ottenere una compattazione ottimale e una struttura di rivestimento uniforme.

La corretta regolazione dei parametri e l'esperienza dell'operatore sono critiche per ottenere un risultato di installazione corretto e un rivestimento refrattario durevole.

### 6.2. Pressione dell'aria

Il flusso d'aria all'ugello deve essere stabile e mantenuto entro un intervallo di pressione da 1,8 a 2,5 bar. I materiali con densità apparente più elevata richiedono il funzionamento entro l'intervallo superiore della pressione dell'aria. L'operatore deve regolare la pressione dell'aria in modo che il materiale sia applicato con rimbalzo minimo. Per i calcestruzzi refrattari isolanti, è necessario mantenere non solo il rimbalzo minimo ma anche la compattazione limitata del materiale applicato; pertanto, una regolazione della pressione regolare e precisa è essenziale.

Una pressione dell'aria eccessivamente elevata determina un aumento della densità del materiale e del rimbalzo (re-bond), mentre una pressione eccessivamente bassa porta a una compattazione insufficiente e a una resistenza del rivestimento ridotta.

### 6.3. Pressione dell'acqua

La pressione dell'acqua all'ugello deve essere mantenuta entro un intervallo da 4 a 5 bar per garantire la bagnatura completa del materiale che passa attraverso l'anello di distribuzione dell'acqua. Nella maggior parte dei casi, è richiesto l'uso di una pompa ausiliaria per aumentare la pressione dell'acqua all'interno del sistema. Il consumo di acqua tipico varia da 250 a 1200 litri all'ora, a seconda di: il tipo e la qualità del materiale refrattario, le prestazioni

della macchina da spruzzo, il tipo di calcestruzzo applicato.

#### 6.4. Applicazione

L'aspetto del materiale refrattario appena applicato è il migliore indicatore del corretto rapporto acqua-miscela.

Il materiale spruzzato correttamente deve presentare un aspetto bagnato, leggermente lucido, che scompare poco dopo lo spostamento del getto di spruzzo dall'area di applicazione. Le frazioni di aggregato più grossolane devono penetrare chiaramente nel materiale spruzzato, creando piccoli crateri di impatto al punto di contatto. Questo indica una compattazione corretta e una consistenza del materiale ottimale.

#### Sintomi di dosaggio dell'acqua non corretto:

- Contenuto di acqua insufficiente: la superficie diventa sabbiosa e ruvida, e il materiale non si compatta correttamente,
- Contenuto di acqua eccessivo: possono verificarsi cedimento del materiale, piegamento della superficie o collasso strutturale.

#### Garantire l'omogeneità della miscela spruzzata

La mancanza di omogeneità nella miscela spruzzata è causata il più delle volte da un'impropria miscelazione dell'acqua all'interno dell'ugello. Le cause tipiche includono:

- Pressione di alimentazione dell'acqua insufficiente,
- Fori intasati o parzialmente bloccati nell'anello di distribuzione dell'acqua dell'ugello.

Per evitare tali problemi, l'anello di distribuzione dell'acqua deve essere ispezionato e pulito regolarmente durante il funzionamento, garantendo una bagnatura stabile e una formazione uniforme della struttura del rivestimento. Sia l'anello di distribuzione dell'acqua che l'ugello di spruzzo devono essere mantenuti in buone condizioni tecniche. La pulizia sistematica è essenziale per mantenere la qualità di spruzzo costante. Prima di iniziare l'operazione di spruzzo, l'operatore deve inoltre assicurarsi che i tubi di alimentazione siano disposti senza pieghe, torsioni o anelli, poiché potrebbero limitare il flusso di aria, materiale o acqua e causare blocchi intermittenti all'interno del sistema.

#### Regolazione dei parametri e gestione dell'ugello

La pressione dell'aria, la pressione dell'acqua e la portata di alimentazione del materiale devono essere continuamente monitorate e regolate per garantire: flusso di materiale stabile, omogeneità completa della miscela spruzzata, consistenza corretta del materiale in uscita dall'ugello. Tutte le regolazioni dei parametri devono essere eseguite al di fuori dell'area di applicazione per evitare difetti della superficie. Una volta stabiliti i parametri di flusso corretti, l'operatore deve dirigere il getto di spruzzo verso la parte inferiore dell'area di applicazione e quindi continuare verso l'alto. L'applicazione deve essere eseguita utilizzando movimenti circolari, consentendo al materiale di essere compattato uniformemente e distribuito uniformemente sul substrato.

#### Distanza e angolo dell'ugello

- L'ugello deve essere mantenuto a una distanza di 500–1200 mm dalla superficie.
- Per spessori di rivestimento inferiori a 100 mm, l'angolo dell'ugello deve essere vicino a 90°, garantendo una compattazione corretta e riducendo al minimo il rimbalzo.
- Per rivestimenti più spessi, cioè superiori a 100 mm, l'ugello deve essere posizionato a un angolo di circa 45°, che facilita un migliore controllo della costruzione dello strato e migliora la stabilità del rivestimento.

#### 6.5. Controllo del rimbalzo e corretta costruzione del pannello di rivestimento

Il materiale rimbalzato deve cadere o rimbalzare lontano dall'area di applicazione. Non deve rimanere intrappolato sotto i strati appena applicati, poiché questo porta a delaminazione, riduzione della densità locale e zone deboli all'interno della struttura del rivestimento.

Per evitare strutture a nido d'ape e variazioni nella compattazione, ogni pannello di rivestimento deve essere costruito sistematicamente dal basso verso l'alto fino al raggiungimento dello spessore richiesto. La costruzione graduale e uniforme dello strato minimizza il rischio di formazione di vuoti e garantisce una compattazione corretta su tutta la superficie del rivestimento.

#### 6.5.1. Applicazione attorno agli ancoraggi

Particolare attenzione deve essere prestata alle aree attorno agli ancoraggi, poiché il loro completo incorporamento è critico per la durabilità del rivestimento:

Ancoraggi ceramici – assicurarsi che il materiale riempia completamente tutti i solchi di ancoraggio e che non rimangano vuoti nella sezione a spirale o seghettata dell'ancoraggio. L'insufficiente riempimento porta a una perdita locale di supporto e a un aumento del rischio di fessurazione. Un rivestimento correttamente installato deve essere a filo con l'estremità dell'ancoraggio, senza materiale eccessivo che lo copra.

Ancoraggi in acciaio – gli ancoraggi in acciaio sono tipicamente posizionati a circa 25 mm dalla faccia calda; pertanto, l'altezza del cassero può servire come riferimento per controllare lo spessore del rivestimento richiesto.

#### 6.5.2. Evitare l'eccesso di spruzzo

Ogni pannello deve essere riempito esattamente allo spessore richiesto, senza eccesso di materiale non necessario, l'applicazione eccessiva di materiale determina:

- Tempo di applicazione prolungato,
- Perdite di materiale dovute alla successiva rifinitura,
- Aumento del rischio di difetti della superficie.

Ogni pannello deve essere applicato continuamente, senza interruzioni, per evitare la formazione di piani di debolezza tra i successivi strati.

#### 6.5.3. Spruzzo in volta (sopra la testa)

Quando si applica materiale su superfici in volta, la quantità di acqua aggiunta deve essere leggermente ridotta per evitare il cedimento del materiale prima della presa iniziale. Deve essere previsto un tasso di rimbalzo più elevato, che è un effetto naturale dell'applicazione in volta.

#### 6.5.4. Controllo dello spessore del rivestimento

Dopo il completamento dell'applicazione, lo spessore del rivestimento può essere facilmente controllato utilizzando un filo di acciaio di diametro 2 mm, piegato a una lunghezza corrispondente allo spessore del pannello richiesto.

Il filo deve essere inserito nel rivestimento fino al raggiungimento della sezione piegata e quindi leggermente ruotato. Lo spessore corretto è confermato quando:

- l'estremità del filo poggia sulla parete del forno o sul strato di supporto,
- durante la rotazione si avverte una distinta resistenza, indicando una densità del materiale corretta.

#### 6.6. Finitura della superficie

La superficie ottenuta dopo lo spruzzo è generalmente sufficiente e accettabile nella sua condizione così come applicata. Se è richiesta una superficie più liscia, può essere leggermente raschiata utilizzando il bordo della cazzuola o una tavola di legno entro 15 minuti dal completamento dello spruzzo.

Nella maggior parte dei casi, è preferibile una struttura di superficie ruvida e aperta e deve essere lasciata senza ulteriori trattamenti. La levigatura non è consigliata, poiché potrebbe sigillare la superficie, potenzialmente portando a fessurazioni, delaminazioni o persino distacco esplosivo durante il funzionamento.

Dopo il completamento dell'applicazione a spruzzo è necessario effettuare un processo di maturazione, il cui obiettivo è garantire una corretta idratazione del legante ed evitare una perdita prematura di umidità. Una cessione troppo rapida di umidità dal calcestruzzo fresco spruzzato prima del completamento della reazione di indurimento porta a una riduzione della resistenza meccanica del materiale.

## 7. Maturazione del calcestruzzo refrattario

Dopo il completamento del processo di spruzzo, il calcestruzzo refrattario deve essere indurito per un periodo minimo di 24 ore. Nel caso di installazioni chiuse (come condotti o piccoli recipienti), lo spazio può essere ermeticamente chiuso per trattenere l'umidità all'interno del rivestimento.

## 8. Essiccazione e riscaldamento

### 8.1. Essiccazione libera

Dopo il completamento del processo di maturazione, il rivestimento refrattario deve essere sottoposto a essiccazione libera a una temperatura ambiente non inferiore a 10°C per il più lungo tempo possibile, ma non inferiore a 24 ore. Lo scopo dell'essiccazione libera è stabilizzare le condizioni del rivestimento prima del riscaldamento controllato e ridurre la quantità di acqua libera all'interno del calcestruzzo, la cui presenza potrebbe altrimenti portare a reazioni chimiche indesiderate tra la superficie del rivestimento e l'atmosfera.

La soluzione ottimale è eseguire l'essiccazione completa immediatamente dopo il completamento della maturazione. Se ciò non è possibile, il rivestimento non deve essere lasciato in un ambiente chiuso e umido. Invece, deve essere assicurata un'adeguata ventilazione, ad esempio utilizzando la circolazione forzata dell'aria con una ventola, e preferibilmente un soffiatore di aria calda. Dopo il completamento dell'essiccazione libera, il rivestimento deve essere protetto dalla pioggia o dall'infiltrazione d'acqua, poiché ciò potrebbe influenzare negativamente le sue proprietà.

### 8.2. Riscaldamento iniziale

Prima della messa in servizio, tutti i rivestimenti refrattari realizzati con calcestruzzi refrattari devono subire un riscaldamento controllato.

Principi generali di riscaldamento per i calcestruzzi PCOGun e PCOGun ISO:

1. Assicurare il flusso continuo di aria attraverso il forno per rimuovere l'umidità rilasciata,
2. Evitare l'impatto diretto della fiamma sulla superficie del rivestimento fino a quando la temperatura non supera 650°C,
3. Minimizzare le fluttuazioni di temperatura a un minimo assoluto.



Per le installazioni all'aperto, la superficie del calcestruzzo deve essere protetta dalla luce solare diretta fino al completamento del processo di maturazione.

Il processo di riscaldamento deve essere eseguito in conformità a velocità di riscaldamento e temperature di mantenimento rigorosamente definite. Questi parametri dipendono dal tipo e dalla quantità di calcestruzzo refrattario utilizzato, nonché dallo spessore totale del rivestimento – in generale, più spesso è il rivestimento, più lungo è il tempo necessario per l'essiccazione e il riscaldamento.

Le linee guida dettagliate di riscaldamento sono fornite nella Tabella 1.

Tabella 1. Schema di essiccazione consigliato – PCOGun e PCOLiteGun.

Spessore del rivestimento	Fase	Velocità di riscaldamento	Target temperatura	Tempo di mantenimento alla temperatura target
fino a 200 mm	I	10°C /h	150°C	20h
	II	15°C /h	650°C	15h
	III	50°C /h	oltre 650°C	-
oltre 200 mm	I	10°C /h	150°C	24h
	II	10°C /h	650°C	24h
	III	30°C /h	oltre 650°C	-

Una volta iniziato il processo di riscaldamento pianificato, non deve essere arrestato o interrotto. In caso di interruzione inevitabile, il rivestimento deve essere mantenuto caldo. Se il raffreddamento è inevitabile, deve essere eseguito lentamente, e il riscaldamento deve seguire lo schema di riscaldamento originale.



L'esecuzione impropria del processo di essiccazione e riscaldamento può portare a un guasto esplosivo del rivestimento, creando un rischio serio per la salute e la sicurezza del personale, nonché per l'attrezzatura e la proprietà. Pertanto, si consiglia vivamente che questo processo sia condotto sotto la stretta supervisione di personale qualificato.

I principi generali per il riscaldamento iniziale dei calcestruzzi PCOGun Nx sono presentati nella Tabella 2.

Tabella 2. Schema di riscaldamento consigliato – PCOGun Nx.

Spessore del rivestimento	Fase	Velocità di aumento della temperatura	Target temperatura	Tempo di mantenimento alla temperatura target
fino a 200 mm	I	15°C /h	180°C	20h
	II	30°C /h	1200°C	-
oltre 200 mm	I	10°C /h	180°C	25h
	II	30°C /h	1200°C	-