

Mulino a sfere ad elevata energia Emax –
La rivoluzione nella macinazione ultrafine

Retsch[®]
Solutions in Milling & Sieving

Emax



part of **VERDER**
scientific



RETSCH – Leader mondiale sul mercato nella preparazione e caratterizzazione di campioni solidi

www.retsch.it



RETSCH – più di 100 anni di innovazione

Qualità Premium „Made in Germany“

L'azienda è stata fondata nel 1915 da F. Kurt Retsch. Pochi anni dopo ha registrato il suo primo brevetto per quanto riguarda la macinazione: un mulino a mortaio che diventa famoso in tutto il mondo come "Mulino RETSCH". Questa innovazione sostituisce la faticosa macinazione con il mortaio manuale, che era uno standard nei laboratori e fornisce a RETSCH un'eccellente reputazione nella comunità scientifica internazionale. Oggi RETSCH è leader mondiale nella produzione di sistemi per la macinazione e l'analisi granulometrica, con filiali in USA, Cina, Giappone, India, Francia, Italia, Benelux, Russia, Inghilterra e Thailandia.

La filosofia RETSCH è basata sull'orientamento al cliente. Questo si riflette in strumenti con componenti di alta qualità realizzati per una perfetta iterazione.

I prodotti RETSCH, non solo garantiscono risultati rappresentativi e riproducibili per la macinazione e la setacciatura, ma permettono anche una facile e comoda operatività.

RETSCH fornisce:

- Prodotti di elevata qualità
- Supporto applicativo globale e test di macinazione gratuiti
- Rete vendita ed assistenza eccellenti in tutto il mondo

PREMIUM QUALITY



MADE IN GERMANY

Macinazione ad elevata energia

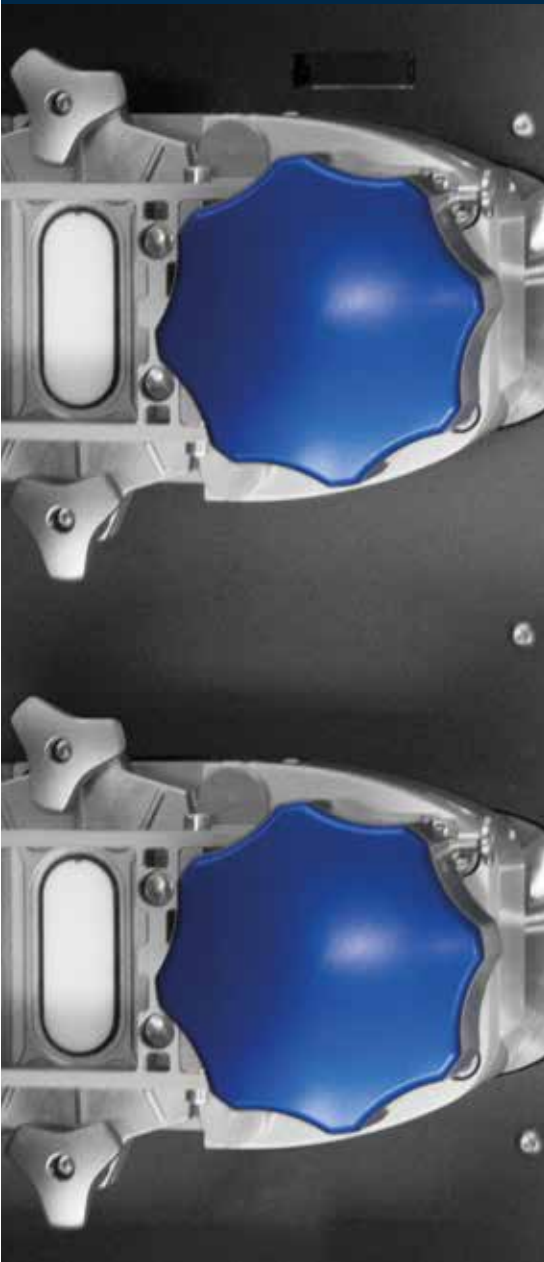
Le forze controllate forniscono ottimi risultati in tempi brevi

Le nuove tecnologie pongono nuove sfide alla scienza ed alla ricerca, che si riflettono anche nelle prestazioni delle attrezzature da laboratorio coinvolte. La nanotecnologia, un tipico esempio di maggior sviluppo innovativo dei giorni nostri, si occupa di granulometrie nel range da 1 a 100 nanometri con particolari caratteristiche attribuibili alla loro dimensione. Un altro esempio è la scienza dei materiali, la quale utilizza processi come l'alligazione meccanica per lo sviluppo di nuovi materiali. Entrambe le macinazioni, sia scala nanometrica che alligazione meccanica richiedono un elevato input energetico.

Questo porta ad un surriscaldamento, un requisito fondamentale è dunque il controllo della temperatura.

RETSCHE è fornitore leader di mulini da laboratorio per l'omogeneizzazione di campioni solidi ed ha sviluppato un mulino ad elevata energia che soddisfa tutti questi requisiti. Con una velocità massima di 2000 rpm e grazie all'innovativo sistema di raffreddamento opzionale, Emax è lo strumento ideale per applicazioni che richiedono elevata energia





Emax – La rivoluzione nella macinazione ultrafine

Emax è una tipologia di mulino assolutamente innovativa, realizzato appositamente per macinazioni ad elevata energia. Una combinazione unica di impatto, frizione e rotazione delle giare permette di raggiungere una granulometria finissima in pochissimo tempo. L'impressionante velocità di 2.000 min^{-1} unita allo speciale design delle giare di macinazione, genera un'elevata quantità di energia. Grazie al nuovo meccanismo di macinazione è possibile raggiungere una granulometria finissima in pochissimo tempo.

A differenza dei mulini a sfere convenzionali, con Emax è possibile macinare in continuo senza interruzioni. L'innovativo sistema di raffreddamento ad acqua garantisce l'utilizzo dell'input di elevata energia nella macinazione ed evita il surriscaldamento del campione. La modalità di controllo della temperatura permette all'utente di definire una temperatura massima che non verrà superata durante il processo.

Tutte queste caratteristiche rendono Emax lo strumento adatto per la macinazione ad elevate energia con tempi di macinazione ridotti rispetto ai mulini a sfere convenzionali – e con risultati analitici migliori.



Mulino ad elevata energia Emax

- Macinazione più rapida rispetto ad altri mulini a sfere standard
- Velocità massima di 2000 rpm
- Principio di macinazione unico
- Innovativo sistema di raffreddamento ad acqua con 3 modalità di raffreddamento
- Controllo della temperatura
- Macinazione fino al range nanometrico

PREMIUM QUALITY



MADE IN GERMANY

Superiore nei dettagli



VANTAGGIO EMAX:
La geometria unica della giara
offre una miscelazione accurata
ed una stretta distribuzione
granulometrica del campione

VANTAGGIO EMAX:
Sistema di chiusura ergonomico
assicura un montaggio semplice e
sicuro delle giare di macinazione

VANTAGGIO EMAX:
Motore eccentrico brevettato
permette una velocità massima
di 2000 rpm



VANTAGGIO EMAX:
Innovativo sistema di raffreddamento
con 3 modalità permette macinazioni senza
interruzioni e previene il campione dal
surriscaldamento

VANTAGGIO EMAX:
Ampio display touchscreen
con temperatura, velocità e tempo

VANTAGGIO EMAX:
Il controllo della temperatura
permette l'impostazione di una
temperatura massima al cui
raggiungimento il mulino interrompe
il processo di macinazione, nonché di
una temperatura minima con la quale il
mulino riprende la macinazione

1



2



Funzionamento intuitivo

1. Inserimento giara di macinazione
2. Chiusura sistema di bloccaggio giara
3. Funzionamento con touchscreen

3





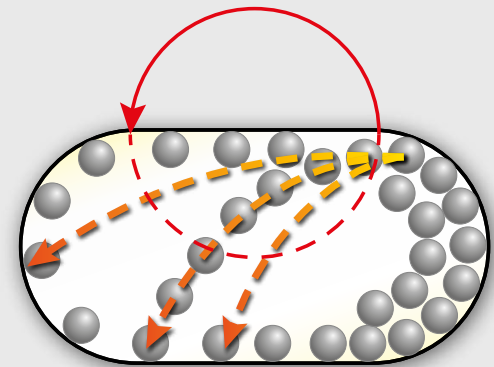
Principio di funzionamento

Il meccanismo unico di macinazione raggiunge granulometrie nel range submicron

Il mulino ad elevata energia Emax combina impatto, frizione e rotazione delle giare in un meccanismo di macinazione unico ed altamente efficiente.

Le giare di macinazione hanno una forma ovale e sono montate su due dischi che le muovono in un verso circolare senza modificarne l'orientamento. L'interazione tra la geometria delle giare ed il movimento delle stesse provoca un elevato attrito tra le sfere di macinazione, il campione e le pareti delle giare, generato da violenti impatti al loro interno.

Questo migliora in modo significativo la miscelazione delle particelle, una finezza finale più spinta ed una distribuzione granulometrica più ristretta rispetto ai mulini planetari a sfere convenzionali



Sicurezza ed operatività

Semplice utilizzo

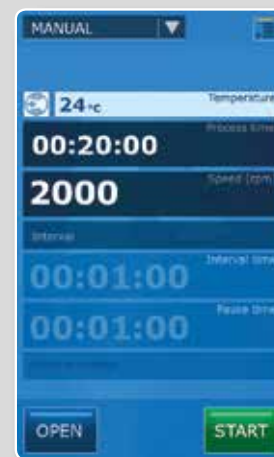
Durante lo sviluppo di Emax è stata posta particolare attenzione al comfort di utilizzo ed alla sicurezza. I coperchi della giare con chiusura di sicurezza integrata, avvitabili in maniera semplice sulle giare, assicurano una tenuta assoluta in caso di macinazione ad umido o in caso di aumento di pressione all'interno delle giare. Le giare vengono posizionate in modo semplice e rapido all'interno del mulino e vengono fissate in modo sicuro con il sistema di fissaggio giare ergonomico. Un sensore verifica la corretta posizione delle giare prima dell'avvio della macchina. Possibili sbilanciamenti vengono

monitorati in modo permanente; in caso di peggioramento il mulino si arresta automaticamente ed il tempo di macinazione viene visualizzato sul display.

Parametri di macinazione come velocità, tempo, intervalli operativi o controllo della temperature possono essere impostati in modo semplice e rapido attraverso il display touchscreen a colori. La temperatura viene visualizzata durante l'intero processo di macinazione. L'utilizzatore può memorizzare fino ad un massimo di 10 programmi di macinazione per operazioni di routine.



Touchscreen a colori



Schermo con visualizzazione della temperatura



Impostazione velocità



Impostazione di temperatura massima e minima

Efficiente sistema di raffreddamento

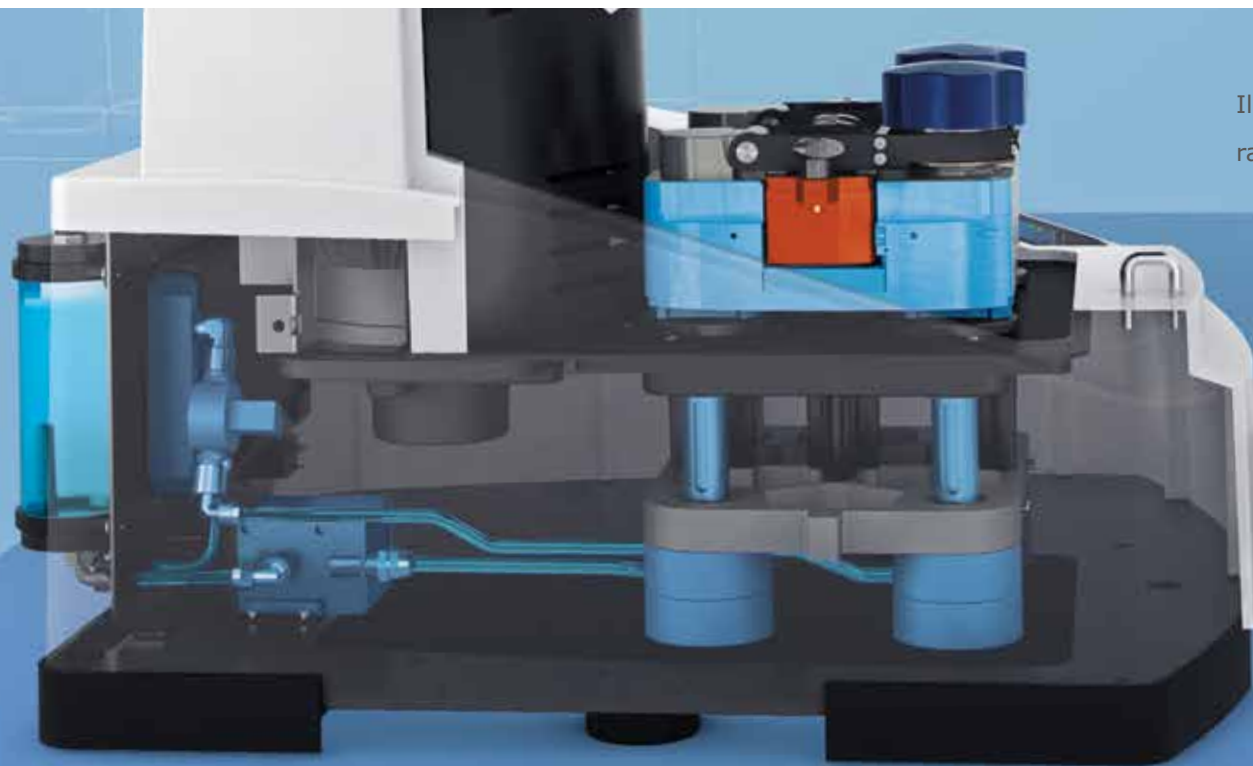
Rende le pause di raffreddamento obsolete

L'obiettivo principale nello sviluppo di un mulino a sfere ad elevata energia è il controllo della temperatura in quanto l'elevata energia di macinazione porta ad un notevole aumento di calore all'interno della giara di macinazione. RETSCH ha risolto questo problema con un innovativo sistema di raffreddamento integrato.

Per questo motivo Emax non richiede interruzioni tipiche in processi di macinazione lunghi nei mulini a sfere convenzionali, anche a basse velocità.

Nell'Emax il sistema di raffreddamento raffredda le giare tramite i braccetti. Questo è molto efficiente perchè il calore è disperso meglio in acqua che in

aria. L'utilizzatore può scegliere tra 3 modalità di raffreddamento: oltre al sistema interno, il mulino può essere collegato ad un chiller o direttamente alla rete idrica per ridurre ulteriormente la temperatura.



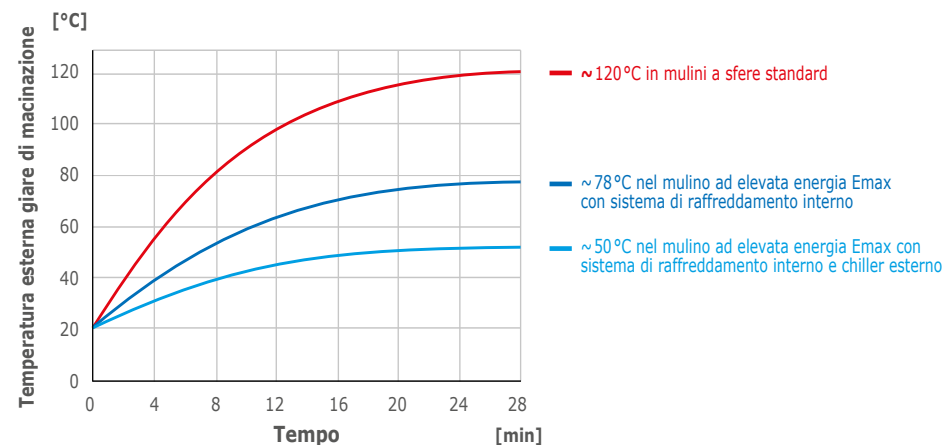
Il grafico mostra il ciclo di raffreddamento all'interno di Emax

3 modalità di raffreddamento offrono sensibilità

1. Sistema di raffreddamento ad acqua interno
2. Sistema di raffreddamento opzionale esterno possibile tramite la connessione del mulino alla rete idrica
3. Raffreddamento massimo con l'utilizzo di un chiller opzionale



Esempio di sviluppo temperatura



* le temperature dipendono dal campione, dalla configurazione dello strumento e dalla temperatura ambiente e possono essere diverse da questo esempio

Modalità controllo temperatura

Per campioni termo sensibili

Il software Emax permette all'utente di effettuare il processo di macinazione in un intervallo di temperatura definito, ad esempio è possibile definire una temperatura minima e massima. Raggiungendo la temperatura massima, il mulino interrompe automaticamente il processo di macinazione e riparte nel momento in cui le

giare raggiungono la temperatura minima. La possibilità di definire la temperatura massima è un requisito fondamentale per la macinazione di campioni termo sensibili. Con l'utilizzo di mulini a sfere convenzionali i cicli di macinazione ed il raffreddamento devono essere accertati tramite prove empiriche.

Questo può portare alla degenerazione del campione o a tempi di lavorazione lunghi. L'Emax, invece, consente cicli variabili di macinazione e raffreddamento entro i limiti di temperatura definiti. In questo modo l'intero processo di macinazione rimane riproducibile ed effettuato nel più breve tempo possibile.

Applicazioni

Polverizzazione, omogeneizzazione, alligazione

Il mulino ad elevata energia Emax viene utilizzato quando vengono richieste velocità, finezza, purezza e riproducibilità. Emax polverizza ed omogeneizza campioni medio-duri, duri, fragili e fibrosi – secchi o umidi – e raggiunge facilmente finezze finali sotto al range nanometrico.

Efficienza e flessibilità rendono Emax lo strumento adatto per un'ampia gamma di campioni – dalla polverizzazione di ingredienti per la ricerca farmaceutica all'alligazione meccanica per lo sviluppo di nuovi materiali.

Campione	Quantità in ingresso	Tempo di macinazione	Velocità	Finezza finale (d_{90})	Commenti
Chitina	10 g	8 h	1300 rpm	< 164 μm	No decolorazione indotta da temperatura. Emax 40 °C più freddo rispetto al mulino a sfere convenzionale
Polisaccaride	10 g	2 h	1800 rpm	< 8.9 μm	Controllo temperatura, temperatura massima di 80 °C non superato in Emax
Legno	3 g	10 min	1300 rpm	< 64 μm	Limite di temperatura di 30 °C non superato
Diossido di titanio	10 g	30 min	2000 rpm	< 80 nm	Nano macinazione < 100 μm ottenuta solo con Emax (5 volte più fine rispetto al mulino a sfere convenzionale)
Bario titanato	12 g	2 h	1800 rpm	< 83 nm	Nano macinazione < 100 μm , 3 h risparmiate rispetto al mulino a sfere convenzionale
Grafite	5 g	8 h	2000 rpm	< 1.7 μm	Massimo tempo risparmiato (24 volte più rapido rispetto al mulino a sfere convenzionale) e finezza finale eccellente (7 volte più fine rispetto al mulino a sfere convenzionale)
Cortisone derivato	2.5 g	5 min	1000 rpm	< 280 nm	Limite temperatura di 45 °C non superato. Almeno 3 h risparmiate rispetto al mulino a sfere convenzionale
Silicon & Germanium	3.63 g Si 2.36 g Ge	20 min macinazione preliminare + 4 h alligazione	1200 rpm	Non rilevante	Alligazione meccanica: risultati buoni 4–5 h più rapido rispetto al mulino a sfere convenzionale, quasi nessuna formazione di vetro e senza incrostazioni in Emax

Nota bene: la finezza finale ottenuta dipende dal campione e dalla configurazione/impostazione dello strumento, quindi campioni apparentemente simili possono generare risultati diversi.

Campioni tipici

Il mulino ad elevata energia Emax è lo strumento ideale per la polverizzazione di campioni come suolo, cemento, fibre di carbonio, prodotti chimici, minerali, gesso, vetro, pietre semi-preziose, legno, calce, catalizzatori, ceramica, ossa, leghe, ossidi di carbone, metalli, minerali, pigmenti, quarzo, scorie, tabacco, tè, minerali argillosi, clinker di cemento e molti altri.

Faster – Finer – Cooler



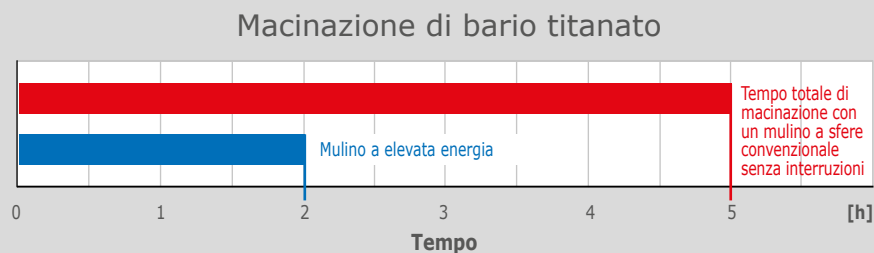


Considerevole risparmio di tempo

La velocità massima di 2000 rpm ed il fatto che il sistema di raffreddamento permette macinazioni senza interruzioni, in molti casi si traduce in un risparmio di tempo fino al 90% con l'utilizzo di Emax invece di un mulino a sfere convenzionale. Ulteriore risparmio di tempo è dato dal meccanismo di macinazione altamente efficace impiegato in Emax.

Nano macinazione di bario titanato

Il bario titanato è un campione ferroelettrico che appartiene al gruppo delle ceramiche elettriche e viene utilizzato in settori come l'elettronica e la tecnologia dei sensori. In questo esempio applicativo il requisito è quello di macinare il titanato di bario a una dimensione inferiore a 90 nm nel più breve tempo possibile. Grazie all'efficiente meccanismo di riduzione e all'imput di energia dell'Emax, la finezza finale richiesta è stata raggiunta solo 2 ore, mentre con il mulino planetario a sfere sono necessarie 3 ore in più.

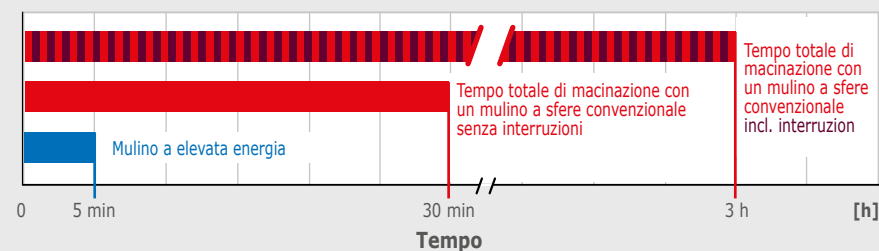


Vantaggio di tempo nella ricerca farmaceutica

Una piccola granulometria ha un effetto positivo sulla biodisponibilità di principi attivi presi per via orale. Emax polverizza campioni farmaceutici e ingredienti al range submicron e nanometrico in breve tempo. Ciò significa non solo risparmio di tempo nella ricerca farmaceutica ma permette anche l'apertura a nuove possibilità per la riduzione di ingredienti termicamente instabili come viene mostrato in questo esempio applicativo:

- un derivato di cortisone viene polverizzato in Emax per 5 minuti sotto ai 300 nm senza eccedere il limite di temperatura di 45°C
- Il mulino planetario a sfere richiede 30 minuti per la macinazione e 2.5 ore per le interruzioni
- Il tempo risparmiato con Emax è di circa 3 ore grazie al principio di funzionamento più efficiente ed alla macinazione in continuo

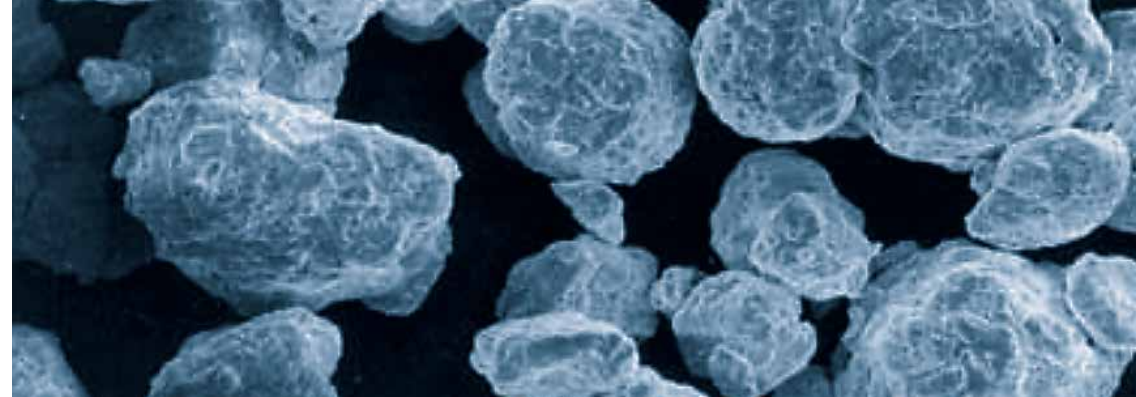
Macinazione di cortisone derivato





Macinazione sotto al range nanometrico

Grazie all'efficiente meccanismo di riduzione e all'input di energia dell'Emax è possibile polverizzare campioni difficili sotto al range nanometrico. Inoltre la completa miscelazione del campione porta ad un'elevata omogeneità e di conseguenza ad una distribuzione granulometrica più stretta.



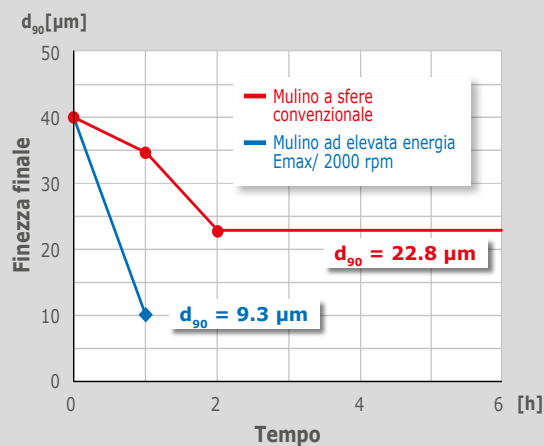
Stretta distribuzione granulometrica

Il diossido di titanio è un pigmento utilizzato, per esempio, nella crema solare per proteggere la pelle dai raggi UV. Una distribuzione granulometrica nel range nanometrico rende la protezione particolarmente effettiva.

- Emax polverizza TiO₂ fino ad una finezza di < 90 nm in 30 minuti
- il risultato è 5 volte più fine rispetto ad un mulino a sfere convenzionale, con una considerevole distribuzione granulometrica.

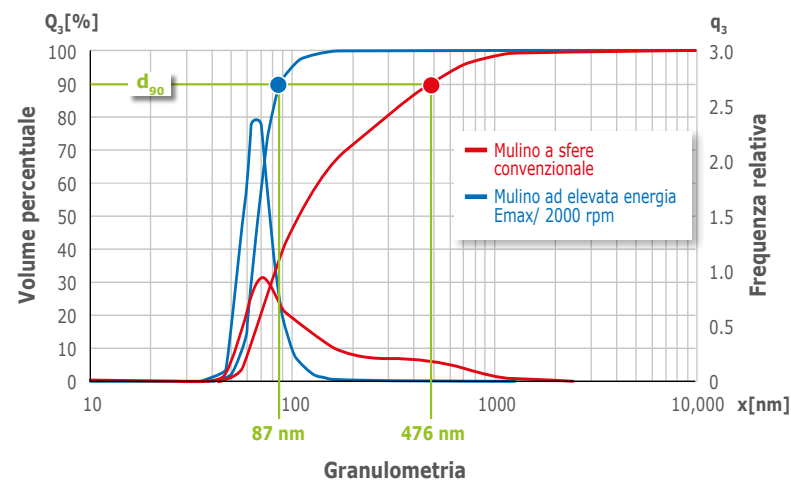
Difficoltà nella macinazione dei campioni

Polverizzazione di grafite



La grafite è un lubrificante e ha quindi bisogno di un particolare ed elevato input energetico per essere polverizzato. Dopo un'ora di macinazione con Emax, il 90% del campione risultava inferiore a 10 microns. Il miglior risultato ottenuto con un mulino a sfere convenzionale è di una finezza > 20 μm.

Polverizzazione di diossido di titanio



Cooler

Interruzioni non necessarie

Il sistema di raffreddamento integrato aiuta a ridurre in maniera sostanziale la temperatura e la pressione all'interno della giara di macinazione, consentendo così tempi di trattamento più lunghi alla massima velocità senza interruzioni di raffreddamento. È inoltre possibile intensificare il raffreddamento collegando lo strumento ad un chiller esterno. Si consiglia di lavorare in modalità temperatura controllata quando si macinano campioni termo sensibili. Questo permette la definizione di una temperatura massima e minima che limitano l'intervallo in cui deve avvenire la macinazione. Quindi non vi è alcuna necessità per l'utente di accertare la durata e la frequenza di interruzioni da prove empiriche.



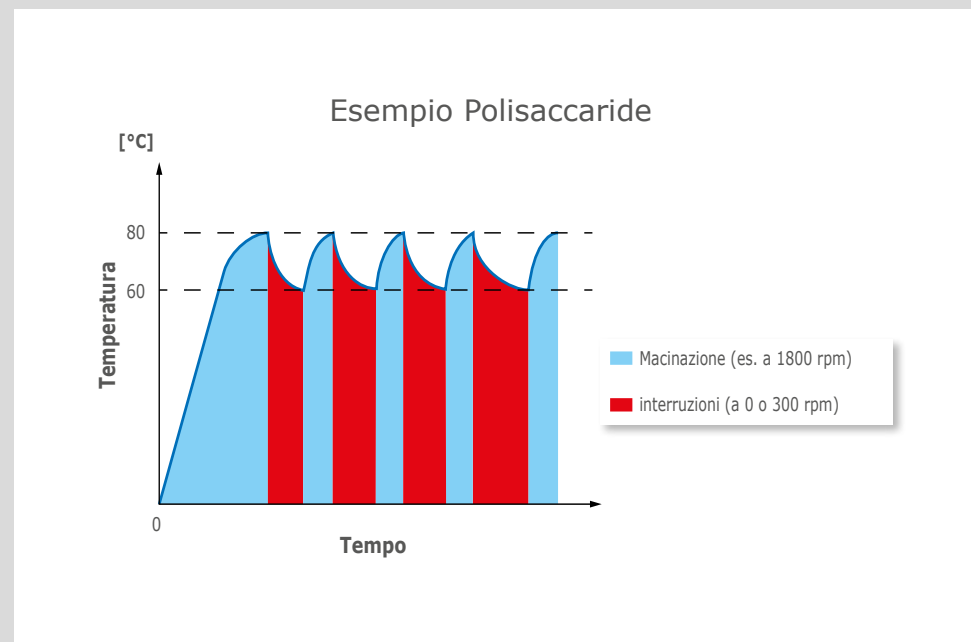
Nessuna degradazione del campione

Un campione di chitina può essere polverizzato ad una finezza finale di 200 μm , e non può essere surriscaldato oltre i 60°C per prevenire la degradazione o la decolorazione. Grazie alla modalità di controllo temperatura, non è stato superato il limite di 60°C con Emax ed il campione ha mantenuto il colore originale.

Macinazione in un range di temperatura definito

Grazie alla modalità di controllo temperatura, Emax è adatto anche per la macinazione di campioni termo sensibili con i polisaccaridi. Nel seguente esempio è richiesta una finezza finale inferiore ai 10 microns ed una temperatura massima di 80°C.

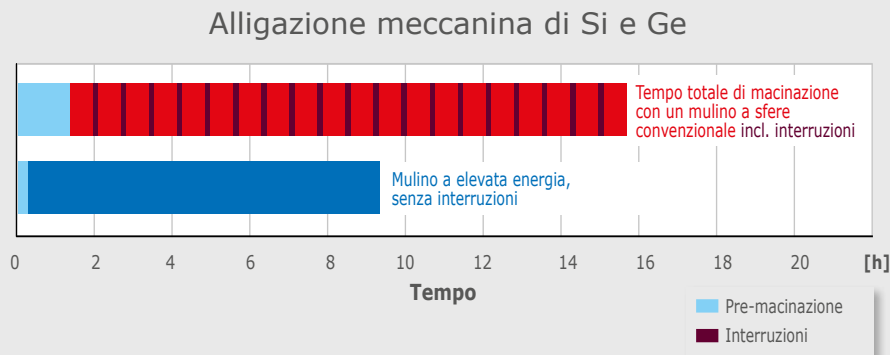
- La temperatura è stata impostata tra 60°C e 80°C
- Gli intervalli sono stati impostati automaticamente, non è stato superato il limite di 80°C
- Dopo un processo di 3 h è stata ottenuta una finezza finale < 10 μm , le interruzioni non necessarie sono state evitate



➡ Alligazione meccanica

Eccellente tasso di trasformazione e sostanziale risparmio di tempo

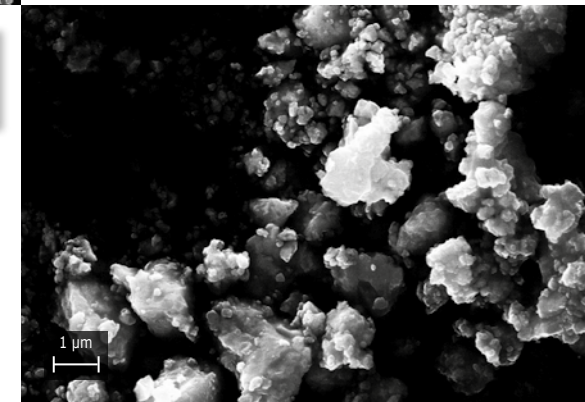
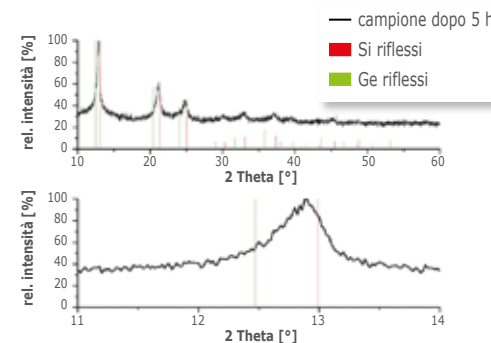
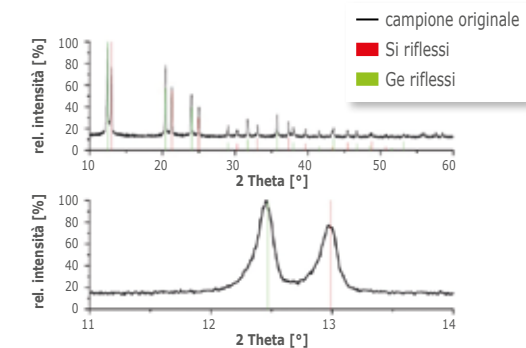
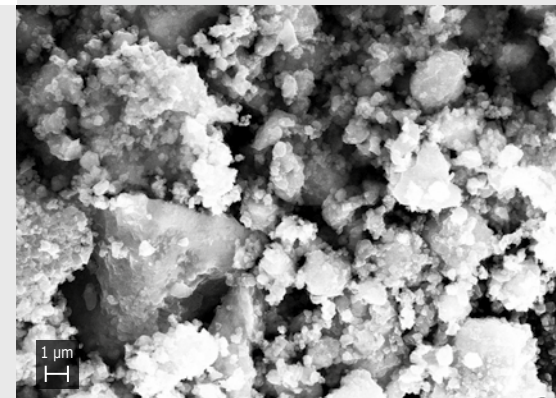
Per i materiali che non possono essere legati per fusione, l'alligazione meccanica viene effettuata in mulini a sfere che garantiscono elevata energia attraverso l'impatto e l'attrito. Test hanno dimostrato che il processo di alligazione richiede molto meno tempo, ad esempio, in un mulino planetario a sfere. Ulteriori vantaggi includono un migliore tasso di trasformazione, così come particelle meno amorfe e meno impaccamenti.



Rispetto ad un mulino a sfere convenzionale, il tempo di macinazione per l'alligazione meccanica può essere ridotto con l'utilizzo di Emax. Il tempo risparmiato può arrivare al 50%.

Produzione di leghe di Si-Ge

Per produrre la lega di silicio-germanio con Emax, per prima cosa è necessario polverizzare 3.63 g di Si e 2.36 g Ge in una giara di macinazione da 50 ml in carburo di tungsteno con dieci sfere di macinazione da 10 mm dello stesso materiale. La granulometria iniziale del silicio è compresa in un range da 0.1 a 2.5 cm, quella del germanio è di circa 4 mm. Dopo 20 minuti di macinazione a 1000 rpm i campioni iniziali sono diventati un talco in polvere. Il processo di alligazione attuale è condotto con un rapporto polvere/sfere di 1/10. Dopo 5 ore di alligazione con un minuto di interruzione ogni ora di esercizio per permettere l'inversione di rotazione evitando impaccamenti, il diffrattogramma riflette già l'integrazione del germanio nel silicio. Dopo 8 a 9 ore potrebbe essere osservato un lieve incrementodi questo effetto.





1. Giare di macinazione in 3 diversi materiali
2. Coperchio di areazione
3. Sfere di macinazione in ossido di zirconio

Accessori

Per macinazione sicura ed efficiente

Un'ampia gamma di accessori rende il mulino ad elevata energia Emax uno strumento versatile. Sono disponibili giare di macinazione da 50 ml e 125 ml in acciaio inox, carburo di tungsteno e ossido di zirconio che assicurano una preparazione del campione esente da contaminazioni. Il sistema di chiusura integrato nei coperchi garantisce un utilizzo semplice e sicuro.

RETSCH offre inoltre uno speciale coperchio di areazione per giare di macinazione disegnate per applicazioni in cui deve essere mantenuta una particolare atmosfera all'interno delle giare.

Le sfere di macinazione sono disponibili in acciaio inox in carburo di tungsteno e in ossido di zirconio. Le dimensioni variano da 0.1 mm ai 15 mm, in base al materiale.

Selezionando un adeguato numero di sfere è possibile coprire una vasta gamma di applicazioni.

Sistema di misura GrindControl

Con la misurazione continua di pressione e temperatura è possibile monitorare e registrare i processi e le reazioni che avvengono all'interno delle giare durante la macinazione.

Emax in breve

Caratteristiche

Mulino ad elevata energia Emax

Applicazioni	nano macinazione, riduzione, omogeneizzazione, alligazione meccanica, macinazione colloidale
Campio applicativi	Agricoltura, biologia, chimica, materiali da costruzione, engineering / elettronica, ambientale / riciclo, geologia / metallurgia, vetro / ceramica, medicina / farmaceutica
Campioni tipici	medio-duro, duro, fragile, fibroso – secco o umido
Principio di macinazione	Impatto, frizione
Materiale in ingresso*	< 5 mm
Finezza finale*	< 80 nm
Volume Batch*	max. 2 x 45 ml
Velocità	300 – 2000 rpm
Raffreddamento	Sistema di raffreddamento integrato / opzionale: chiller o rete idrica
Controllo temperatura	si (possibilità di definire temperatura minima e massima)
No. Stazioni di macinazione	2
Tipo di giare di macinazione	Con sistema di chiusura integrato
Materiale accessori di macinazione	Acciaio inox, carburo di tungsteno, ossido di zirconio
Dimensioni giare di macinazione	50 ml / 125 ml
Impostazione di tempo di macinazione, intervallo, pausa	00:01:00 to 99:59:59
Intervallo operativo	Si, con inverter opzionale
Programmi memorizzabili	10
Interfacce	USB / LAN (RJ45)
Motore	motore trifase asincrono con convertitore di frequenza
Potenza motore	2600 W
Consumo	~ 3100 W (VA)
Codice di protezione	IP 30
L x A x P, chiuso	625 x 525 x 645 mm
Peso netto	~ 120 kg
Standards	CE

* dipende dal tipo di campione e dalla configurazione/impostazione dello strumento

Dati per ordinazione

Mulino ad elevata energia Emax

	Item No.
Emax, 200–240 V, 50/60 Hz, mulino ad elevata energia con 2 stazioni di macinazione	20.510.0001

Giare di macinazione

Giare di macinazione	50 ml	125 ml
Acciaio inox	01.462.0305	01.462.0313
Carburo di tungsteno	01.462.0317	–
Ossido di zirconio	01.462.0312	01.462.0307

Accessori per macinazione in atmosfera inerte

Coperchi di areazione per giare di macinazione	50 ml	125 ml
Acciaio inox	01.107.0568	01.107.0567
Ossido d zirconio	01.107.0569	01.107.0564

Articoli aggiuntivi

	Item No.
O-ring per giare di macinazione da 50 ml, 1 pezzo	05.114.0057
O-ring per giare di macinazione da 125 ml, 1 pezzo	05.114.0122

Sfere di macinazione

Sfere di macinazione	0.1 mm Ø	0.5 mm Ø	1 mm Ø	2 mm Ø	3 mm Ø	4 mm Ø
Acciaio inox ²⁾	–	–	–	–	22.455.0002	22.455.0001
Acciaio inox ³⁾	–	–	–	22.455.0010	22.455.0011	–
Carburo di tungsteno ²⁾	–	–	–	–	22.455.0006	22.455.0005
Ossido di zirconio ³⁾	32.368.0005	32.368.0003	32.368.0004	05.368.0089	05.368.009	–

Sfere di macinazione	5 mm Ø	7 mm Ø	10 mm Ø	12 mm Ø	15 mm Ø
Acciaio inox ¹⁾	05.368.0034	05.368.0035	05.368.0063	05.368.0037	05.368.0109
Acciaio inox ²⁾	22.455.0003	–	–	–	–
Carburo di tungsteno ¹⁾	05.368.0038	05.368.0039	05.368.0071	05.368.0041	–
Carburo di tungsteno ²⁾	22.455.0004	–	–	–	–
Ossido di zirconio ¹⁾	–	–	05.368.0094	05.368.0096	05.368.0113
Ossido di zirconio ²⁾	22.455.0009	–	05.368.0094	05.368.0096	05.368.0113

¹⁾ 1 sfera di macinazione ²⁾ confezione ca. 200 sfere di macinazione ³⁾ confezione ca. 500 sfere di macinazione



part of **VERDER**
scientific

PREMIUM QUALITY



MADE IN GERMANY