



## VIBROMULINO MM 400

Un vero mulino polivalente

**Il Vibro Mulino MM 400 è un vero e proprio mulino multiuso progettato per la macinazione a secco, a umido e criogenica di piccoli volumi fino a 2 x 20 ml. Mescola e omogeneizza polveri e sospensioni con una frequenza di 30 Hz in pochi secondi - imbattibile in velocità e facilità d'uso!**

L'unità compatta da banco è adatta ai classici processi di omogeneizzazione, nonché alla disgregazione di cellule biologiche per l'estrazione di DNA/RNA e proteine. I lunghi tempi di lavorazione, fino a 99 ore, rendono l'MM 400 ideale per le applicazioni di ricerca, come quelle relative alla meccanochimica.

Per quanto riguarda le prestazioni e la flessibilità di questo mulino, non esiste una tecnologia equivalente sul mercato.

Potreste essere interessati anche ai Vibro Mulini MM 500 nano e MM 500 vario che funzionano con lo stesso principio a una frequenza di 35 Hz, ma offrono prestazioni sostanzialmente superiori. Per le applicazioni che richiedono il raffreddamento o il riscaldamento del campione, il Vibro Mulino MM 500 control si rivela la scelta perfetta. Ogni Vibro Mulino RETSCH è adatto ad applicazioni specifiche.

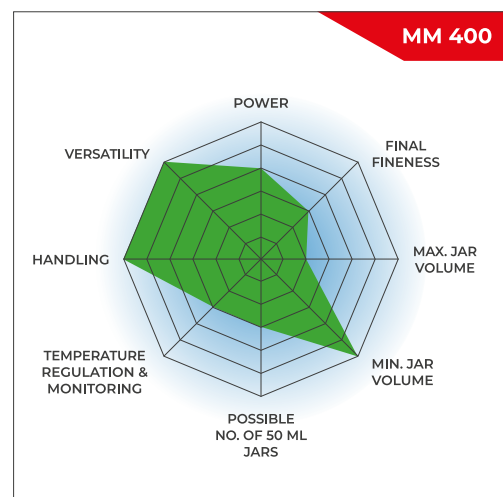


[Cliccare per visualizzare il video](#)

### Video di prodotto

### IL PIÙ VERSATILE TRA I MULINI A SFERE

- | Massima velocità 30 Hz
- | L'oscillazione orizzontale provoca forti effetti di impatto per un'efficace lavorazione dei campioni
- | Dimensione di alimentazione fino a 8 mm e finezza finale di 5 µm
- | 2 stazioni di macinazione per giare da min. 2 ml e max 50 ml, adattatore per 10 vials monouso da 2 ml e 4 provette coniche da 50 ml per centrifugazione
- | Le giare d'acciaio possono essere preraffreddate manualmente in azoto liquido.
- | Velocità e tempo calibrati, modello da banco di dimensioni ridotte, SOP e programmi di ciclo memorizzabili, 7 diversi materiali per vasetti



## PRESTAZIONI E DESIGN

- | Potente riduzione delle dimensioni e omogeneizzazione per impatto e attrito fino a 30 Hz
- | Dotato di 2 stazioni di macinazione per un massimo di 20 campioni per processo
- | Memoria per 12 procedure operative standard (SOP) e 6 cicli di programma
- | Comodo display touchscreen

## VERSATILITÀ IMPAREGGIABILE

- | 3 diverse modalità di macinazione: a secco, a umido o criogenica
- | Mescola il campione in polvere e il legante in contenitori di plastica prima della pellettizzazione, e. g. per l'analisi XRF
- | Adatto per applicazioni inerenti la ricerca come la meccanochimica o per la distruzione di cellule biologiche mediante l'impatto delle sfere
- | Estrazione di pesticidi (QuEChERS) e ingredienti vegetali



VIBROMULINO MM 400

## LA CALIBRAZIONE GARANTISCE RISULTATI RIPRODUCIBILI

La riproducibilità è fondamentale nella catena del processo, dal campionamento all'analisi. Le apparecchiature di laboratorio che possono essere calibrate garantiscono sempre risultati riproducibili con una deviazione standard minima. Ciò è particolarmente utile quando si confrontano i risultati prodotti in sedi diverse.

MM 400 è il primo mulino da laboratorio che può essere calibrato. RETSCH calibra inizialmente tempo e frequenza del mulino e offre un servizio di calibrazione regolare per garantire processi di macinazione riproducibili.

Questa funzionalità è particolarmente adatta per

- | Laboratori di analisi con sedi diverse
- | Laboratori accreditati che applicano le norme ISO/IEC 17025 o ISO 9000ff
- | Prodotti farmaceutici



VIBROMULINO MM 400

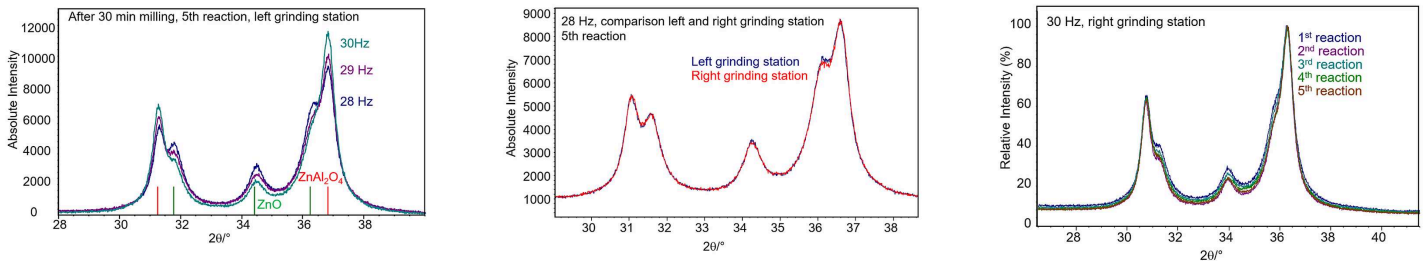
## RIPRODUCIBILITÀ DELLE REAZIONI MECCANICO-CHIMICHE NEL VIBRO MULINO MM 400

La riproducibilità è un principio fondamentale della ricerca scientifica ed è essenziale per garantire la credibilità e l'affidabilità dei risultati scientifici. Il Vibro Mulino MM 400 è stato testato per quanto riguarda la riproducibilità all'interno di una reazione meccanochimica e si è potuto dimostrare che fornisce un'eccellente riproducibilità durante diverse ripetizioni, per entrambe le posizioni di bloccaggio e anche tra diversi dispositivi. [1]

Piccole variazioni della frequenza da 30 Hz a 29 Hz o 28 Hz influiscono sulla resa della reazione. È di fondamentale interesse che il Vibro Mulino mantenga un valore impostato, ad esempio 30 Hz, e non si discosti da esso. Una premessa che viene soddisfatta dall'MM 400, che viene fornito con un certificato di calibrazione.

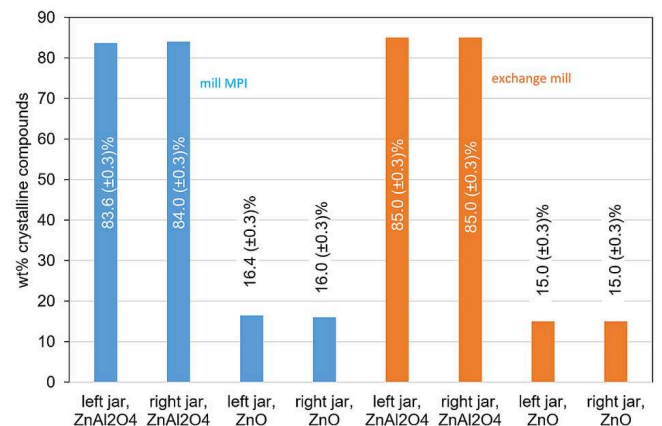
La reazione meccanochimica  $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3 + \text{ZnO} \rightarrow \text{ZnAl}_2\text{O}_4$  è stata condotta per 30 minuti utilizzando giare di macinazione da 25 ml, sfere di macinazione da 2 x 15 mm, edotti da 1 g, a 28 Hz, 29 Hz e 30 Hz per cinque volte di seguito. Il confronto tra la stazione di serraggio destra e sinistra ha mostrato risultati altamente riproducibili,

anche nel confronto tra le 5 prove.



Modelli XRD dopo la reazione meccanico-chimica  $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3 + \text{ZnO} \rightarrow \text{ZnAl}_2\text{O}_4$ : a sinistra: macinazione a 28 Hz, 29 Hz e 30 Hz, risultati dopo la quinta reazione. Al centro: Confronto tra la stazione di macinazione di destra e di sinistra a 28 Hz per la quinta reazione. A destra: Reazione da 1 a 5 a 30 Hz, stazione di macinazione destra. Risultati presentati dal gruppo di Claudia Weidenthaler. [8]

Gli esperimenti sono stati ripetuti utilizzando un altro dispositivo MM 400 per confrontare i risultati tra i due mulini. Anche in questo caso, l'eccellente riproducibilità è stata verificata per i 5 test condotti a 30 Hz, sia per la stazione di macinazione destra che per quella sinistra.



Risultati quasi identici (percentuale in peso di prodotti e di edotti) e riproducibilità sono stati ottenuti con un altro dispositivo MM 400. Risultati presentati dal gruppo di Claudia Weidenthaler. [1]

VIBROMULINO MM 400

## SOLUZIONI PER APPLICAZIONI BIOLOGICHE E DISTRUZIONE CELLULARE

I Vibro Mulini sono spesso utilizzati per omogeneizzare campioni biologici. Il cosiddetto bead beating con

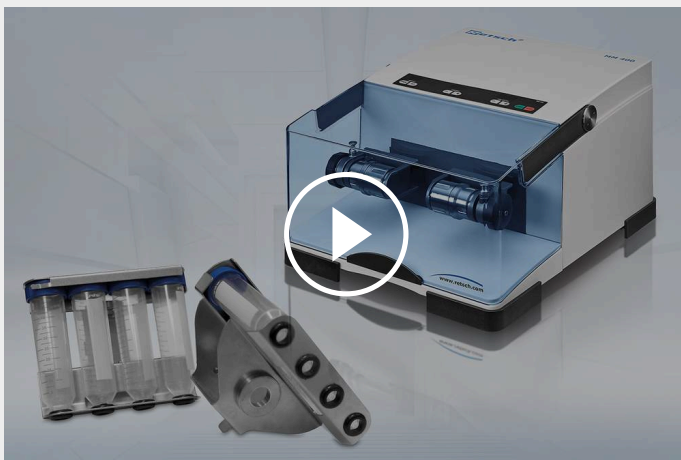
piccole sfere di vetro è un metodo consolidato per la disgregazione cellulare di lieviti, microalghe o batteri. Il campione viene moderatamente riscaldato durante il processo, ma tale aumento delle temperature può essere ridotto al minimo con un pre-raffreddamento.

MM 400 consente un'efficiente disgregazione cellulare fino a 240 ml di sospensione cellulare per l'estrazione di DNA/RNA e proteine. Per una diagnosi accurata delle infezioni, utilizzando gli adattatori è possibile isolare i batteri intatti dai tessuti in flaconi da 8 x 30 ml o in fiale da 10 x 5 ml.

MM 400 può essere utilizzato con una serie di adattatori per fiale monouso con le seguenti capacità:

20 x 0.2 ml / 20 x 1.5 or 2 ml / 10 x 5 ml / 8 x 30 ml / 8 x 50 ml

Per la polverizzazione di 25-30 g di materiale vegetale, come i fiori di cannabis, le provette coniche centrifughe risultano le più adatte. Fino a 8 campioni di tessuto, come il fegato fresco in soluzione tampone, possono essere omogeneizzati in queste provette da 50 ml utilizzando sfere in acciaio o in ossido di zirconio. Per mantenere lo stress meccanico sulle fiale il più limitatamente possibile, si raccomanda una frequenza ridotta e un livello di riempimento elevato, ad esempio con tampone e campione.



[Cliccare per visualizzare il video](#)

Vibro Mulino MM 400 - Distruzione delle cellule di lievito\*

\*Il video mostra il modello precedente con lo stesso principio funzionale.



[Cliccare per visualizzare il video](#)

Vibromulino MM 400 - Omogeneizzazione della cannabis\*

VIBROMULINO MM 400

## SOLUZIONI PER LA MACINAZIONE CRIOGENICA

Il CryoKit è una soluzione economica per l'elaborazione criogenica dei campioni con il Vibro Mulino MM 400. Il set è composto da due contenitori isolati, due pinze e occhiali di sicurezza.

Il campione da infragilire e la sfera di macinazione vengono riempiti nella giara di acciaio inossidabile, che viene avvitata saldamente. L'infragilimento indiretto viene effettuato raffreddando preventivamente la giara in un bagno di azoto liquido. Dopo circa 2 minuti, il campione è sufficientemente raffreddato per la lavorazione criogenica.

Se si vuole evitare il contatto diretto con l'azoto liquido, il CryoMill o il Vibro Mulino MM 500 control risultano le opzioni più adatte. Entrambi i mulini possono essere utilizzati con giare di materiali diversi dall'acciaio per la macinazione criogenica.



[Cliccare per visualizzare il video](#)

Vibro Mulino MM 400 - Macinazione criogenica\*

VIBROMULINO MM 400

## APPLICAZIONI NELLA MECCANOCHIMICA

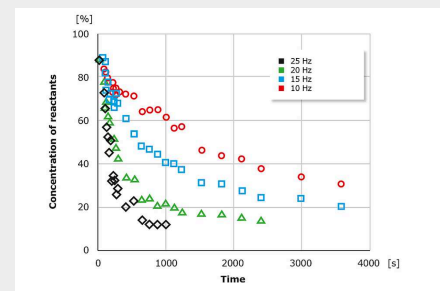
La meccanochimica consente reazioni rapide di sostanze in un ambiente privo di solventi. Alcune reazioni chimiche richiedono le forze di attrito di un mulino a sfere planetario, mentre altri tipi di reazione necessitano di un apporto energetico attraverso l'impatto: è qui che entra in gioco il Vibro Mulino MM 400.

I volumi dei campioni nelle applicazioni di ricerca sono spesso molto bassi. Questo rende vantaggiose le dimensioni ridotte delle giare di macinazione, fino a 50 ml, come quelle disponibili per l'MM 400. A causa dei tempi di reazione spesso lunghi, la possibilità di programmare tempi di processo di diverse ore si rivela un altro aspetto importante e vantaggioso dei Vibro Mulini Retsch.

I Vibro Mulini offrono un vantaggio unico rispetto ai mulini a sfere planetari nelle applicazioni meccanochimiche: l'uso di giare trasparenti in combinazione con il tipico movimento orizzontale delle giare consente la spettroscopia RAMAN in situ. Ciò consente di monitorare in tempo reale il processo di reazione per individuare il momento ottimale ed ottenere la massima resa evitando processi prolungati.

MM 400 offre molti vantaggi per le applicazioni meccanico-chimiche:

- | Tempi di processo fino a 99 ore
- | Diverse dimensioni e materiali delle giare di macinazione
- | Le giare trasparenti in PMMA consentono la spettroscopia RAMAN in situ
- | Frequenza e tempi di pausa programmabili
- | L'adattatore per 4 giare di macinazione da 5 ml in acciaio inox consente fino a 8 reazioni simultanee



Corso temporale della reazione di Knoevenagel tra vanillina e acido barbiturico in condizioni meccanico-chimiche, utilizzando sfere in ossido di zirconio da 2x10 mm in una giara da 19 ml in PMMA a 30 Hz. Reazione in corso per 30 minuti con progresso visibile indicato dal cambiamento di colore.

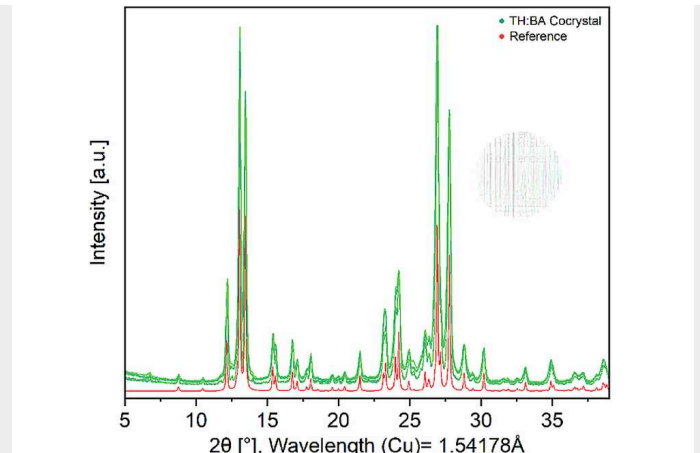
**Per gentile concessione del Dr. Sven Grätz, Ruhr-University Bochum, Facoltà di Chimica e Biochimica, AG Prof. Borchardt.**

## SCREENING DI CO-CRISTALLI CON MM 400

Lo screening di co-cristalli può essere condotto in modo efficace nei Vibro Mulini. In uno studio [9] condotto con l'MM 400, sono stati utilizzati tubi in acciaio da 2 ml e il relativo adattatore in PTFE per co-cristallizzare teofillina e benzammide in rapporto 1:1 nelle seguenti condizioni:

- | Tempo di macinazione: 60 minuti
- | Frequenza: 30 Hz
- | Una sfera in acciaio da 6 mm per ogni tubo
- | Quattro esperimenti senza solvente e quattro con 20  $\mu$ L di etanolo

I diffratogrammi a raggi X delle otto campioni ottenuti (in verde) coincidono strettamente con il pattern di riferimento simulato del co-cristallo target. Tutti i segnali osservati corrispondono al prodotto desiderato, senza segnali aggiuntivi significativi, indicando una formazione di co-cristallo efficace e riproducibile. Il Vibro mulino MM 400 con tubi in acciaio da 2 ml garantisce risultati costanti; questa compatibilità si estende anche alla serie MM 500, che può anch'essa alloggiare tubi in acciaio da 2 ml.



Diffratogrammi XRD dopo la formazione del co-cristallo di teofillina e benzammide, ottenuti dopo 60 minuti di macinazione nel Vibro mulino MM 400, confrontati con il pattern di riferimento simulato. Risultati presentati dagli esperimenti di Dominik Al-Sabbagh. [2]

## CHEMISTRY IN THE MILL: TEFLON RECYCLING (PTFE) USING MECHANICAL ENERGY

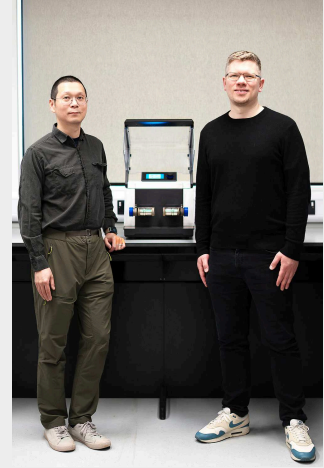
### MECHANOCHEMICAL RECYCLING OF PTFE (TEFLON)

Mechanochemical reactions can also be carried out particularly efficiently using the MM 400. Recent research shows how PTFE (Teflon) can be broken down in the MM 400 through a reaction with sodium, using mechanical energy. The intense movement of the grinding balls provides the energy needed to break the stable carbon-fluorine bonds – without any additional heat or pressure. In this way, large portions of the material can be converted into sodium fluoride and carbon – a promising approach for future recycling processes.

Image on the right: Dr. Erli Lu and Dr. Dominik Kubicki with the Mixer Mill MM 400, which was used to decompose PFAs. [4]

The process using MM 400 was part of the renowned science program “Forschung aktuell” on Deutschlandfunk. Give it a listen!

**The radio segment is available only in German.**



## FUNCTIONALIZING BIOMASS FOR PHARMA APPLICATIONS VIA MECHANOCHEMISTRY

Mechanochemistry is transforming how functional biomaterials are made, and cationic cellulose is a prime example. Using a solvent-free process, cotton fibers are combined with a catalytic base and a minimal additive, then milled together with the cationic reagent to activate the reaction using the Mixer Mill MM 400. This solid-state approach eliminates water and bulk solvents, dramatically reducing chemical use and waste compared to conventional methods. After milling, a short aging step completes the reaction, delivering highly charged cellulose fibers with exceptional performance. [3]

Optimal reaction conditions: Cotton fibers were milled in a 50 ml stainless steel jar with 3 x 10 mm balls for 5 min at 25 Hz, then EPTMAC was added, and the mixture was milled for additional 30 min. The subsequent aging of the reaction mixture at 50 °C for 24 h, followed by Soxhlet extraction (48 h) and freeze drying, resulted in the isolation of pure cCF material.

### **Why is this exciting for pharma?**

These cationic fibers show strong electrostatic binding to viruses, enabling efficient removal of pathogens from water and process streams—critical for sterile manufacturing and clean water applications. Beyond filtration, the material offers potential in drug delivery, antimicrobial surfaces, and bioprocessing aids. The process achieves outstanding sustainability metrics aligning with green chemistry principles and industry goals. It also allows precise control over charge density for tailored performance.

This innovation demonstrates how mechanochemistry can deliver high-value, eco-friendly solutions for pharmaceutical production—combining safety, efficiency, and sustainability in one breakthrough approach.

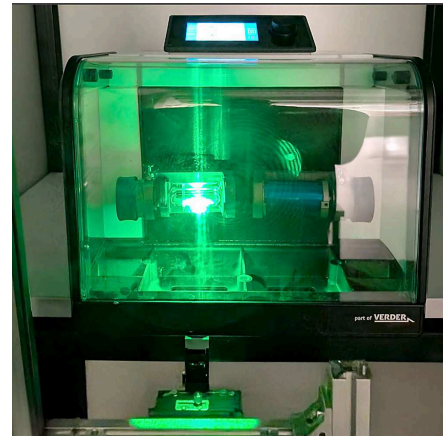
### **VIBROMULINO MM 400**

## **SPETTROSCOPIA RAMAN IN SITU**

La *Spettroscopia Raman in situ* è una potente tecnica analitica che consente di monitorare e analizzare i materiali nel loro ambiente naturale o di processo. Questo metodo utilizza la diffusione Raman, un fenomeno in cui la luce interagisce con le vibrazioni molecolari, determinando uno spostamento della lunghezza d'onda della luce diffusa. Questi spostamenti forniscono un'impronta digitale spettrale unica per il materiale analizzato, offrendo approfondimenti sulla sua composizione

chimica o sulla sua struttura molecolare.

L'aspetto "*in-situ*" si riferisce alla capacità di osservare e misurare queste caratteristiche direttamente durante un processo in corso. Ciò può includere l'osservazione dei cambiamenti in presenza di varie reazioni chimiche, anche la cosiddetta mecanochimica. La mecanochimica prevede l'uso di azioni di impatto, taglio o attrito per indurre cambiamenti chimici nei solidi. Questo approccio è sempre più popolare per la sua capacità di bypassare la necessità di solventi, offrendo potenzialmente un percorso più ecologico ed efficiente dal punto di vista energetico per la sintesi chimica. La spettroscopia Raman può fornire preziose informazioni sul meccanismo di reazione, sulle trasformazioni di fase, sulla cinetica di reazione o sull'ottimizzazione delle condizioni di reazione.



Il Vibro Mulino MM 400 è "*Raman-ready*" e consente di rimuovere facilmente l'intarsio della piastra inferiore. La piastra di fondo è dotata di aperture per la sonda Raman, che consente di effettuare misure coerenti sul fondo delle giare, posizionando la sonda Raman sotto il mulino e quindi sotto le giare, dove l'interazione tra le particelle è più intensa e quindi garantisce dati accurati. Le giare di macinazione in PMMA di Retsch, grazie alla loro trasparenza e resistenza chimica, migliorano i dati spettrali senza contaminazione. Le forme esterne piane delle giare migliorano ulteriormente i dati spettroscopici. Queste modifiche al design semplificano il flusso di lavoro sperimentale. I ricercatori possono ora eseguire la spettroscopia Raman in situ con maggiore facilità e precisione, aprendo nuove possibilità di analisi approfondita dei materiali.

PER MACINAZIONI SICURE ED EFFICACI

## **ACCESSORI PER IL VIBRO MULINO MM 400**



#### GIARE DI MACINAZIONE IN 7 DIVERSI MATERIALI

Il volume nominale delle giare di macinazione con chiusura a vite varia da 1,5 ml a 50 ml; i materiali disponibili includono acciaio temprato, acciaio inossidabile, agata, carburo di tungsteno, ossido di zirconio e PTFE, garantendo una preparazione del campione priva di contaminazioni.

Le giare trasparenti in PMMA sono utilizzate per la spettroscopia RAMAN in situ, ma consentono anche applicazioni con reazioni fotochimiche. Inoltre, sono resistenti a una varietà di sostanze chimiche. Le giare possono essere utilizzate con il predecessore dell'MM 400, così come i vecchi modelli di giare sono compatibili con l'ultimo modello di Vibro mulino.



#### 2 ML TUBES FOR CRYOGENIC GRINDING

Small 2 ml steel tubes are used for cryogenic applications. Up to 20 of these tubes can be clamped into the MM 400 using an adapter. The advantage: they can withstand low temperatures and mechanical stress and do not break like disposable vessels. Ideal for the smallest sample quantities in the cryogenic range.



#### ADATTATORI PER VIALS MONOUSO

Gli adattatori per vials monouso da 0,5 / 1,5 / 2 / 5 ml possono essere utilizzati con MM 400. Per campioni di volumi maggiori, ad esempio per l'estrazione di proteine, sono disponibili adattatori per provette coniche di centrifugazione da 50 ml o flaconi a bocca larga da 30 ml.



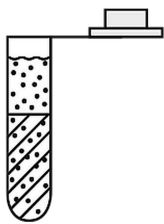
#### ADATTATORI PER UNA MAGGIORE PRODUTTIVITÀ DEI CAMPIONI

MM 400 può essere dotato di adattatori che ospitano quattro giare di macinazione in acciaio inox da 5 ml, consentendo la polverizzazione simultanea di un massimo di 8 campioni. Questo aumento della produttività è particolarmente vantaggioso per le applicazioni mecanochimiche.

## VIALS, BOTTIGLIE E PROVETTE DISPONIBILI PER MM 400

### 1.5 o 2 ml

Blocco di sicurezza Safe-lock  
Vials monouso  
2 x 10 vials max.



- | Distruzione cellulare per proteine/ metaboliti del DNA/ RNA
- | Macinazione criogenica di campioni morbidi (tessuti, piante, pellet di cellule, insetti)
- | Omogeneizzazione a secco o a umido di campioni morbidi (tessuti, insetti)

### 5 ml

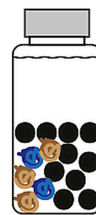
Blocco di sicurezza Safe-lock  
Vials monouso  
2 x 5 vials max.



- | Distruzione cellulare per proteine/ metaboliti del DNA/ RNA
- | Macinazione criogenica di campioni morbidi (tessuti, piante, pellet di cellule, insetti)
- | Omogeneizzazione a secco o a umido di campioni morbidi (tessuti, insetti)

### 30 ml

largo monouso  
bottiglie  
2 x 4 bottiglie max.



- | Distruzione cellulare per proteine/ metaboliti del DNA/ RNA
- | Omogeneizzazione a secco o a umido di campioni morbidi (tessuti, insetti)
- | Macinazione a secco di campioni duri (sabbia di quarzo)

### 50 ml

coni monouso  
provette per centrifugazione  
2 x 4 provette max.



- | Distruzione cellulare per proteine/ metaboliti del DNA/ RNA
- | Omogeneizzazione a secco o a umido di campioni morbidi (tessuti, insetti)
- | Estrazione di pesticidi da alimenti/piante (QuEChERS)
- | Miscelazione di polvere e cera per la pressatura di pellet per XRF

## VIBROMULINO MM 400

## RIEMPIMENTI CONSIGLIATI PER LE GIARE

La dimensione della giara deve essere adattata al volume del campione per garantire risultati ottimali. Idealmente, le sfere di macinazione hanno una dimensione pari a 3 volte quella del campione più grande. Il numero e le dimensioni delle sfere riportate nella tabella seguente seguono questa regola empirica. Per polverizzare, ad esempio, 20 ml di un campione composto da particelle di 8 mm, si raccomanda l'uso di una giara da 50 ml e di sfere da 25 mm. Secondo la tabella, è necessaria una sfera di macinazione. 20 ml di un campione con particelle di 5 mm, invece, possono essere omogeneizzati con quattro sfere da 15 mm.

Giara di macinazione volume nominale	Quantità del campione	Dimensione massima della pezzatura in entrata	Riempimento consigliato di sfere (pezzi)							
			Ø 5 mm	Ø 7 mm	Ø 10 mm	Ø 12 mm	Ø 15 mm	Ø 20 mm	Ø 25 mm	
1.5 ml	0.2 – 0.5 ml	1 mm	1–2	-	-	-	-	-	-	-
5 ml	0.5 – 2 ml	2 mm	-	1–2	-	-	-	-	-	-
10 ml	2 – 4 ml	4 mm	-	5–7	1–2	1–2	-	-	-	-
25 ml	4 – 10 ml	6 mm	-	-	5–6	2–4	1–2	-	-	-
35 ml	6 – 15 ml	6 mm	-	-	6–9	4–6	2–3	1	-	-
50 ml	8 – 20 ml	8 mm	-	-	12–14	6–8	3–4	1	1	-

La tabella mostra i riempimenti raccomandati (in pezzi) di sfere di macinazione di diverse dimensioni in relazione al volume della giara di macinazione, alla quantità di campione e alla dimensione massima della pezzatura in entrata.

VIBROMULINO MM 400

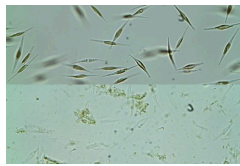
## CAMPIONI TIPICI

I Vibromulini RETSCH sono dei veri tuttofare. Omogeneizzano innumerevoli materiali come ad esempio leghe, mangimi per animali, ossa, ceramiche, cereali, prodotti chimici, carbone, coke, farmaci, parti elettroniche, vetro, cereali, capelli, minerali, semi oleosi, carta, materiali vegetali, plastica, acque reflue, fanghi, terreni, paglia, compresse, tessuti, tabacco, campioni di rifiuti, legno, lana, ecc.



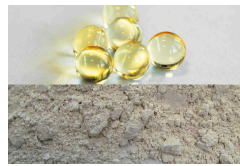
### FIBROSO: CAPELLI

30 ml di  
campione  
Giara in acciaio  
inox da 50 ml  
Sfere in acciaio  
inox da 1 x 25 mm  
2 min a 30 Hz



### DISTRUZIONE CELLULARE: MICROALGHE

30 ml  
di sospensione  
cellulare  
Provette coniche  
da centrifuga  
(adattatore) 8 x 50  
ml  
con perle di vetro  
da 25 ml ciascuna;  
0,5-0,75 mm  
30 s a 30 Hz



### ELASTICO- LIQUIDO: CAPSULE CON LIQUIDO

15 ml di campione  
giara in acciaio  
inox da 50 ml  
sfere in acciaio  
inox da 1 x 25 mm  
infragilimento in  
LN<sub>2</sub> per 3 min  
4 x 2 min a 30 Hz  
con  
raffreddamento  
intermedio



### MEDIO-DURO/ FIBROSO: TERRENO

20 ml di  
campione  
Giara in acciaio  
inox da 50 ml  
Sfere in acciaio  
inox da 1 x 25 mm  
1 min a 30 Hz



[Cliccare per  
visualizzare il  
video](#)

### PARSLEY



**RESISTENTE-  
FIBROSO: LEGNO**

*5 ml di campione  
Giara in ossido di  
zirconio da 10 ml  
Sfere in ossido di  
zirconio da 2 x 12  
mm  
3 min a 30 Hz*



**ELASTICO E  
RESISTENTE:  
PELLET DI  
POLIURETANO**

*20 ml di  
campione  
Giara in acciaio  
inox da 50 ml  
Sfera in acciaio  
inox da 1 x 25 mm  
infragilimento in  
LN<sub>2</sub> per 3 min.  
4 x 2 min a 30 Hz  
con  
raffreddamento  
intermedio*



**FIBROSO:  
CANNABIS**

*3 g di campione  
giara in acciaio  
inox da 50 ml  
sfera in acciaio  
inox da 1 x 25 mm  
infragilimento  
con LN<sub>2</sub> per 2  
min.  
90 s a 30 Hz*



**DURO E FRAGILE:  
CALCESTRUZZO**

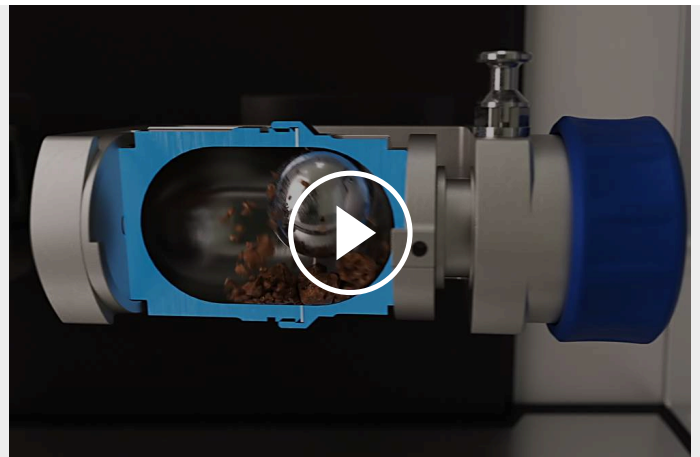
*10 ml di campione  
Giara in ossido di  
zirconio da 25 ml  
Sfere in ossido di  
zirconio da 2 x 15  
mm  
2 min a 30 Hz*

VIBROMULINO MM 400

## PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO

Le giare di macinazione del vibromulino MM 400 eseguono oscillazioni radiali in posizione orizzontale. L'inerzia delle sfere di macinazione fa sì che esse colpiscano il campione con elevata energia alle estremità arrotondate dei vasi e lo polverizzano. Inoltre, il movimento delle giare combinato con il movimento delle sfere permettono un'intensa miscelazione del campione.

Il grado di miscelazione può essere ulteriormente aumentato utilizzando diverse sfere più piccole. Se vengono utilizzate più sfere (ad esempio perle di vetro), è possibile distruggere anche le cellule biologiche. L'effetto dell'attrito tra le sfere assicura un'efficace distruzione cellulare.



[Cliccare per visualizzare il video](#)

## VIBROMULINO MM 400

### DATI TECNICI

<b>Applicazioni</b>	riduzione dimensionale, miscelazione, omogeneizzazione, disgregazione cellulare, macinazione criogenica, meccanochimica
<b>Campo di applicazione</b>	agricoltura, ambiente / riciclaggio, biologia, chimica / plastica, cibo, geologia / metallurgia, ingegneria / elettronica, materiali da costruzione, medicine / farmaci, vetro / ceramica
<b>Materiale in ingresso</b>	duri, medio-duri, soffici, fragili, elastici, fibrosi
<b>Principio di macinazione</b>	impatto, frizione
<b>Pezzzatura materiale in ingresso</b>	<= 8 mm
<b>Finezza finale*</b>	~ 5 µm
<b>Dimensione lotto/ Quantità in ingresso*:</b>	max. 2 x 20 ml
<b>Numero stazioni di macinazione</b>	2
<b>Frequenza di vibrazione</b>	3 - 30 Hz (180 - 1800 min-1)
<b>Tipico tempo di macinazione</b>	30 s - 2 min
<b>Tempo massimo di macinazione</b>	99 h
<b>Macinazione a secco</b>	si
<b>Macinazione ad umido</b>	si
<b>Macinazione Criogenica</b>	si
<b>Digestione cellulare con vial di reazione</b>	si, fino a 20 x 2.0 ml
<b>Dispositivo fissaggio autocentrante</b>	si
<b>Tipologie giare di macinazione</b>	design tappo a vite
<b>Materiale degli accessori di macinazione</b>	acciaio temprato, acciaio inox, carburo di tungsteno, agata, ossido di zirconio, PTFE, PMMA
<b>Dimensione delle giare di macinazione</b>	1.5 ml / 5 ml / 10 ml / 25 ml / 35 ml / 50ml
<b>Regolazione del tempo di macinazione</b>	digitale, 10 s - 8 h
<b>Programmi memorizzabili</b>	12
<b>Programmi a ciclo memorizzabile</b>	6
<b>Dati alimentazione elettrica</b>	100-240 V, 50/60 Hz
<b>Potenza connessione</b>	Monofase
<b>Codice di protezione</b>	IP 30
<b>Consumo energetico</b>	165W

<b>L x A x P aperto</b>	385 x 350 x 470 mm
<b>Peso netto</b>	~ 27,5 kg
<b>Standard</b>	CE

\*in funzione del materiale e della configurazione strumentale

## REFERENZE

[1] Reaction scheme and performance of the experiments: Prof. Dr. Claudia Weidenthaler, Research Group Leader Heterogeneous Catalysis Powder Diffraction and Surface Spectroscopy, Max-Planck Institut für Kohlenforschung, Mülheim an der Ruhr.

[2] Reaction scheme and performance of the experiments: Dominik Al-Sabbagh, Chemistry Laboratory Technician, Division 6.3 – Structure Analysis, Federal Institute for Materials Research and Testing (BAM), Berlin.

[3] Tatsiana Nikonovich, Yao Yu, Mikko Korkiakoski, Chengji Yang, Iris Seitz, Daniel Langerreiter, Mauri A. Kostianen, Eduardo Anaya-Plaza, and Sandra Kaabel; Solid-State Synthesis of Cationic Cellulose Fibers from Low-Processed Cotton for Efficient Virus Capture; ACS Sustainable Chemistry & Engineering 2025 13 (42), DOI: 10.1021/acssuschemeng.5c07884

[4] With permission of Dr Erli Lu, Associate Professor in Mechanochemistry & Sustainable Synthesis School of Chemistry, University of Birmingham

[www.retsch.it/mm400](http://www.retsch.it/mm400)

## ARTICOLI

### VIBRO MULINO MM 400

**Vibro mulino MM 400 con sistema di chiusura a rilascio veloce (ordinare separatamente giare e sfere)**

20.715.0001      MM 400      100–240 V, 50/60 Hz



### GIARE DI MACINAZIONE MM 400, DESIGN TAPPO A VITE

#### ACCIAIO TEMPRATO

01.462.0237      25 ml



#### ACCIAIO INOX

01.462.0230      1,5 ml



01.462.0231      5 ml



01.462.0290      5 ml (da utilizzare con l'adattatore 02.706.0351)

01.462.0236      10 ml



01.462.0213      25 ml



01.462.0214      35 ml



01.462.0216      50 ml



#### CARBURO DI TUNGSTENO

01.462.0235      10 ml



01.462.0217



25 ml

#### AGATA

01.462.0232



5 ml

01.462.0233



10 ml

#### OSSIDO DI ZIRCONIO

01.462.0234



10 ml

01.462.0201



25 ml

01.462.0215



35 ml

#### PTFE

01.462.0238



25 ml

01.462.0244



35 ml

22.041.0004



Mixing beakers of polystyrene, 56 ml, 100 pcs.

#### PMMA, GIARE TRASPARENTI PER MECCANOSINTESI

01.462.0539



10 ml, 10 pezzi

02.462.0539



10 ml, 2 pezzi

#### ACCESSORIES FOR AERATION AND INCREASED PRESSURE


01.462.0548


Jar set incl. aeration jar 28 ml stainless steel, filter 10 µm, sealings and fittings 2 x 1/

8" for hose diameter 3 mm and 0.65 mm wall thickness (2x3 m hose included)


22.050.0005 Conversion kit including 2 connectors for the hoses on grinding arm, bottom plate for leading hoses out of the housing, counterweight

## ACCESSORI PER GIARE DI MACINAZIONE MM 400

22.486.0005  Opening aid for grinding jars, 2 pcs.

02.706.0351  Adapter for use of 2/4 grinding jars 5 ml (01.462.0550)


22.085.0007  Gasket for grinding jar 1.5 ml, 10 pcs.

22.085.0008  Gasket for grinding jar 5 ml, 10 pcs. (for grinding jar 01.462.0231)


22.111.0001 Gasket for grinding jar 5 ml, 10 pcs. (for grinding jar 01.462.0550)

22.085.0009  Gasket for grinding jar 10 ml, 10 pcs.

22.085.0006  Gasket for grinding jar 25 ml hardened steel and stainless steel, 10 pcs.

22.085.0003  Gasket for grinding jar 25 ml zirconium oxide and tungsten carbide, 10 pcs.

22.085.0005  Gasket for grinding jar 35 ml stainless steel, 10 pcs.

22.085.0004  Gasket for grinding jar 35 ml zirconium oxide, 10 pcs.

22.085.0002  Gasket for grinding jar 50 ml stainless steel, 10 pcs.

## ACCESSORI PER LA MISCELAZIONE E LA DISGREGAZIONE CELLULARE MM 400

22.001.0020 Adattatore per 4 provette coniche (es. provette Falcon), 2 pezzi, incl. 20 provette

05.026.0001  Tubi conici per centrifuga, 50 ml, 20 pezzi

22.001.0021



Adattatore per 4 bottiglie a collo largo, 2 pezzi, include 12 bottiglie da 30 ml

## ACCESSORI PER LA MACINAZIONE A FREDDO MM 400

22.354.0001



Cryo kit per raffreddamento giare con azoto liquido (Include due contenitori (1 e 4 litri), pinza e occhiali di sicurezza)

## ACCESSORI MM 400

99.200.0043

Documentazione IQ/OQ per MM 400

## ACCESSORI PER DISGREGAZIONE CELLULE E TESSUTI

22.008.0010



Adattatore per 5 vials di reazione da 5.0 ml, in PTFE

22.008.0014

Adattatore per 10 vials di reazione da 1,5 e 2,0 ml, in PTFE o acciaio inox

22.008.0005



Adattatore per 5 vials di reazione da 1,5 e 2,0 ml, in PTFE o acciaio inox

22.008.0006



Adattatore per 10 vial di reazione da 0,2 ml, in PTFE

22.749.0006

Vials di reazione da 5.0 ml con chiusura di sicurezza, 200 pezzi.

22.749.0001



Vial di reazione da 2.0 ml, 1000 pcs.

22.749.0002



Vial di reazione da 1,5 ml, 1000 pcs.

22.749.0004



Vial di reazione da 0,2 ml, 1000 pcs.

22.749.0008



Vials per reazioni in acciaio inox 316L, 2,0 ml, 10 pezzi  
(per l'uso con l'adattatore 22.008.0014)

## SFERE DI MACINAZIONE

ACCIAIO TEMPRATO

05.368.0029  5 mm Ø

05.368.0030  7 mm Ø


05.368.0059  10 mm Ø

05.368.0032  12 mm Ø


05.368.0108  15 mm Ø


#### ACCIAIO INOX

22.455.0010  2 mm Ø, 500 g (ca. 110 ml)

22.455.0011  3 mm Ø, 500 g (ca. 120 ml)

22.455.0002  3 mm Ø, 200 pezzi (ca. 6 ml)

22.455.0001  4 mm Ø, 200 pezzi (ca. 14 ml)

22.455.0003  5 mm Ø, 200 pezzi (ca. 25 ml)

05.368.0034  5 mm Ø

05.368.0035  7 mm Ø

05.368.0063  10 mm Ø

05.368.0037  12 mm Ø

05.368.0109  15 mm Ø

05.368.0062



20 mm Ø

05.368.0105



25 mm Ø

#### CARBURO DI TUNGSTENO

22.455.0006



3 mm Ø, 200 pezzi (ca. 6 ml)

22.455.0005



4 mm Ø, 200 pezzi (ca. 14 ml)

22.455.0004



5 mm Ø, 200 pezzi (ca. 25 ml)

05.368.0038



5 mm Ø

05.368.0039



7 mm Ø

05.368.0071



10 mm Ø

05.368.0041



12 mm Ø

05.368.0110



15 mm Ø

#### AGATA

05.368.0024



5 mm Ø

05.368.0025



7 mm Ø

05.368.0067



10 mm Ø

05.368.0027



12 mm Ø

OSSIDO DI ZIRCONIO

05.368.0089



2 mm Ø, 0,5 kg (ca.135 ml)

05.368.0090



3 mm Ø, 0,5 kg (ca.140 ml)

22.455.0007



3 mm Ø, 200 pezzi (ca. 6 ml)

22.455.0009



5 mm Ø, 200 pezzi (ca. 25 ml)

05.368.0146

7 mm Ø

05.368.0094



10 mm Ø

05.368.0096



12 mm Ø

05.368.0113



15 mm Ø

05.368.0093



20 mm Ø

05.368.0106



25 mm Ø

PTFE CON ANIMA IN ACCIAIO

05.368.0045



10 mm Ø

05.368.0046



12 mm Ø

05.368.0114



15 mm Ø

05.368.0047



20 mm Ø

BEAKERS IN POLIAMIDE PER MISCELAZIONE

05.368.0042



5 mm Ø

05.368.0043



7 mm Ø

05.368.0044



9 mm Ø

05.368.0003



12 mm Ø

#### SFERE IN VETRO

22.222.0001



0.10 – 0.25 mm Ø, 500 g (ca. 320 ml)

22.222.0002



0.25 – 0.50 mm Ø, 500 g (ca. 320 ml)

22.222.0003



0.50 – 0.75 mm Ø, 500 g (ca. 320 ml)

22.222.0004



0.75 – 1.00 mm Ø, 500 g (ca. 320 ml)

22.222.0005



1.00 – 1.50 mm Ø, 500 g (ca. 320 ml)