



**DGR 1800 del 15 dicembre 2021**

**2° PERIODO DI PROGETTO –RELAZIONE INTERMEDIA PROGETTO INERTEX**

**WP-3**

**TITOLO DELIVERABLE**

**D9** -Report contenente la metodologia e la procedura utilizzata per l'inertizzazione di polveri a base di Magnesio metallico attraverso una miscelazione tra rifiuti ai fini di un recupero.

**CONTENUTI**

1. Obiettivi iniziali
2. Metodologia adottata
  - 2.1 Polveri di magnesio
  - 2.2 Classificazione CLP: polveri di magnesio
  - 2.3 Materiali e metodi
  - 2.4 Protocollo operativo
3. Risultati ottenuti
4. Ruoli e attività svolta dai partner
5. Ruoli e attività svolta dai consulenti
6. Bibliografia

## 1 Obiettivi iniziali

Definire e sperimentare una soluzione per inertizzare le polveri di Magnesio mediante una miscelazione tra rifiuti capace di ridurre la pericolosità e di annullare il rischio incendio.

## 2 Metodologia adottata

### 2.1 Polveri di magnesio

Le polveri di magnesio metallico evidenziano le stesse criticità descritte per le polveri di alluminio, sono infiammabile ed esplosive, quando bruciano provocano elevate temperature e luce bianca brillante<sup>[1]</sup>. In ambito chimico/industriale vengono utilizzate come agenti di desolforazione e detergenti applicati nel campo dei rivestimenti, per la produzione di silicio monocristallino, polisilicio e la fusione di polveri metallurgiche<sup>[2]</sup>. Si intende quindi sperimentare una miscelazione per valorizzare le polveri a base di Magnesio metallico ai fini di un recupero.

### 2.2 Classificazione CLP: polveri di magnesio

#### Indicazioni di pericolo<sup>[3]</sup>:

- **H228:** Solido infiammabile.
- **H261:** A contatto con l'acqua libera gas infiammabili.

#### Consigli di prudenza<sup>[3]</sup>:

- **P210:** Tenere lontano da fonti di calore, superfici calde, scintille, fiamme libere o altre fonti di accensione. Non fumare.
- **P223:** Evitare qualunque contatto con l'acqua.
- **P231 + P232:** Manipolare e conservare in atmosfera di gas inerte. Tenere al riparo dall'umidità.
- **P240:** Mettere a terra e a massa il contenitore e il dispositivo ricevente.
- **P241:** Utilizzare impianti elettrici/ di ventilazione/ d'illuminazione a prova di esplosione.
- **P280:** Indossare guanti/ indumenti protettivi/ proteggere gli occhi/ proteggere il viso.

### 2.3 Materiali e metodi

- Polvere a base di Magnesio (Figura 1).
- Reagente: olio industriale.
- Fango di rettifica.
- Sabbia quarzifera.
- Soluzione di NaOH 0.2 M.
- Attrezzatura generica da laboratorio (es. beute, pipette, cilindro graduato, ecc.).



Figura 1: • Polvere a base di Magnesio

## 2.4 Protocollo operativo

È stata verificata la reattività del rifiuto tal quale quando immerso in una soluzione di idrossido di sodio (NaOH 0,2 M) mediante l'osservazione dei gas sviluppati e la misura dei tempi di reazione e dell'innalzamento delle temperature. La verifica è stata ripetuta in seguito alla miscelazione del rifiuto con due diverse concentrazioni di reagente (olio industriale) e dopo miscelazione con due diverse concentrazioni di fango di rettifica cercando di inertizzare le polveri di magnesio per incapsulamento. Un'ulteriore verifica è stata eseguita miscelando il rifiuto di partenza con sabbia quarzifera (50%) per neutralizzare la reattività della polvere di magnesio per separazione delle particelle.

Nel dettaglio è stata verificata la reattività della polvere di magnesio tal quale pesando 10 g di campione in una beuta e aggiungendo 50 ml di soluzione NaOH 0.2 M. Dopo l'omogeneizzazione del campione (Figura 2a) sono stati annotati i tempi di reazione e dell'aumento di temperatura della miscela ai seguenti intervalli: tempo zero, 5, 10, 20 e 40 minuti. Successivamente sono state preparate due miscele rifiuto + reagente olio industriale (20% e 40%) omogeneizzando tra loro le due componenti (Figura 2b), verificando la reattività delle due miscele con le stesse modalità descritte per la polvere di magnesio tal quale. La stessa procedura viene ripetuta con due miscele rifiuto + fango di rettifica (20% e 40%)(Figura 2c) e con una miscela rifiuto + sabbia quarzifera (50%) (Figura 2d).

Al termine delle prove, confrontare i risultati ottenuti sul rifiuto tal quale (polvere di magnesio) con quelli ottenuti dalle diverse miscele per verificare un'eventuale riduzione di reattività (allungamento nei tempi di sviluppo della reazione / nessuna reazione, incremento di temperatura inferiore / nessun aumento di temperatura).



Figura 2: campioni di miscele a) polvere di magnesio in NaOH 0.2 M, b). miscele rifiuto + reagente olio industriale (20% e 40%), c). miscele rifiuto + fango di rettifica (20% e 40%), d). miscela rifiuto + sabbia quarzifera (50%)

### 3 Risultati ottenuti

Per il rifiuto tal quale (polvere di alluminio) e le varie miscele inertizzanti preparate, si è osservato lo sviluppo di reazione (produzione di gas) e sono stati valutati i tempi e le intensità delle reazioni. Di seguito, in Tabella 1, Grafico 1, è riportato un riepilogo dei risultati ottenuti:

Tabella 1: Valutazione dell'intensità e del tempo di sviluppo di reazione per il rifiuto tal quale (polvere di magnesio) e per ogni miscela preparata.

Campione	REAZIONE	INTENSITA'	TEMPO
Rifiuto tal quale	SI	Lieve / Moderata	40 sec
Rifiuto + reagente (20%)	SI	Lieve	3 min
Rifiuto + reagente (40%)	SI	Lieve	6 min
Rifiuto + rifiuto (20%)	SI	Lieve / Moderata	1 min
Rifiuto + rifiuto (40%)	SI	Lieve / Moderata	2 min
Rifiuto + sabbia (50%)	SI	Lieve	2 min

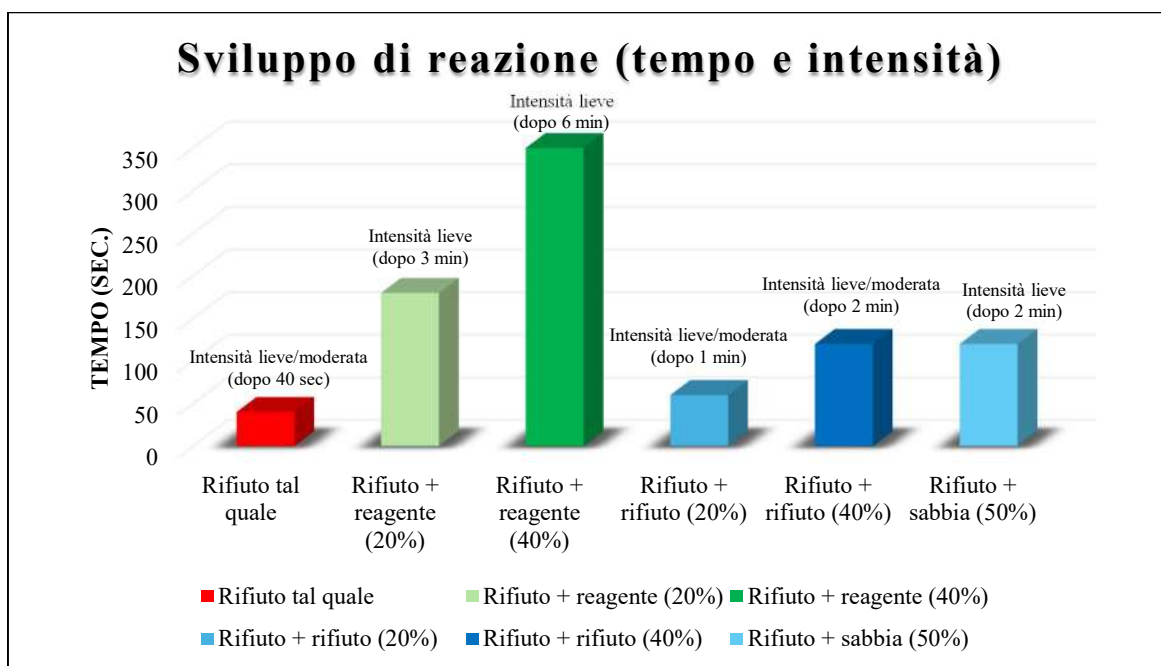


Grafico 1: Rappresentazione grafica delle reazioni sviluppate (tempi e intensità) dal rifiuto tal quale (polvere di magnesio) e da ogni miscela preparata.

Oltre a valutare la produzione di gas, è stata misurata la temperatura per ogni miscela testata a cinque diversi intervalli (tempo zero, 5 min, 10 min, 20 min e 40 min).

Di seguito, in Tabella2, Grafico2, è riportato un riepilogo dei risultati ottenuti:

Tabella 2: Riepilogo delle temperature misurate a cinque diversi intervalli (tempo zero, 5, 10, 20 e 40 min) per il rifiuto tal quale (polvere di magnesio) e per ogni miscela preparata.

Campione	Temperatura misurata (°C) T:0	Temperatura misurata (°C) 5 min	Temperatura misurata (°C) 10 min	Temperatura misurata (°C) 20 min	Temperatura misurata (°C) 40 min
Rifiuto tal quale	23.5	24.2	24.0	23.8	23.6
Rifiuto + reagente (20%)	23.5	23.8	23.7	23.5	23.5
Rifiuto + reagente (40%)	23.5	23.7	23.6	23.5	23.5
Rifiuto + rifiuto (20%)	23.5	24.2	23.8	23.5	23.5
Rifiuto + rifiuto (40%)	23.5	24.2	23.8	23.5	23.5
Rifiuto + sabbia (50%)	23.5	23.9	23.7	23.6	23.5

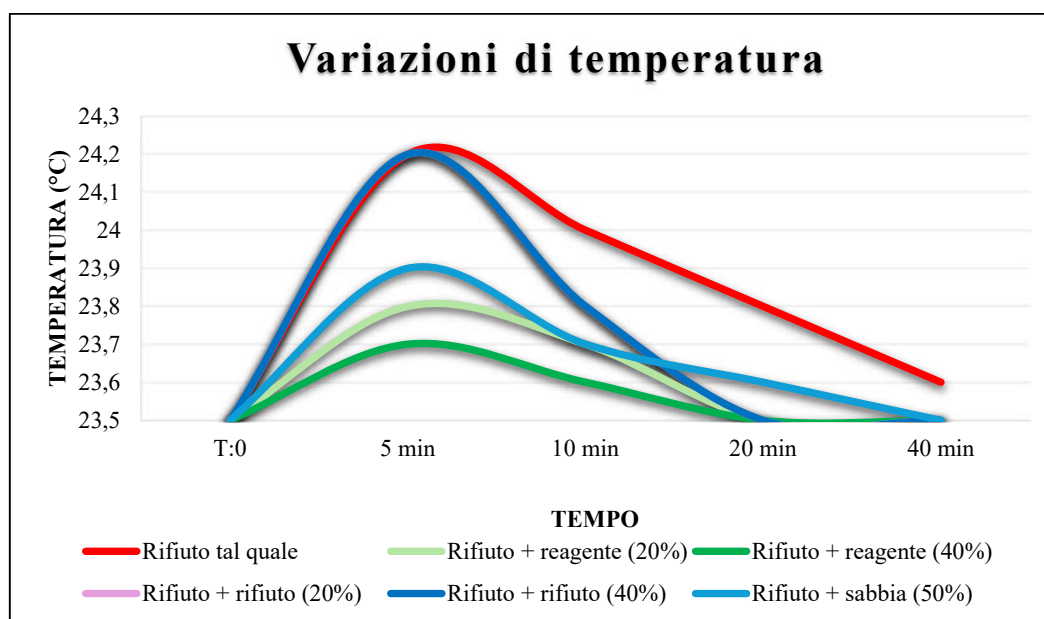


Grafico 2: Rappresentazione grafica delle temperature misurate a cinque diversi intervalli (tempo zero, 5, 10, 20 e 40 min) per il rifiuto tal quale (polvere di magnesio) e per ogni miscela preparata.

Dalle prove di inertizzazione eseguite su rifiuto polvere di magnesio è stato possibile osservare una riduzione significativa della pericolosità del rifiuto in seguito a miscelazione con reagente olio industriale rispetto agli esperimenti condotti sul rifiuto tal quale alle medesime condizioni.

Ciò è reso evidente da una ridotta intensità di reazione e da un allungamento nei tempi di sviluppo a contatto con la soluzione NaOH 0,2M all'aumentare della concentrazione di reagente aggiunto al rifiuto. Un'ulteriore conferma deriva dal minore innalzamento di temperatura misurato nelle due miscele rifiuto + reagente rispetto al campione tal quale.

Rispetto alle prove eseguite sul rifiuto polveri di alluminio (vedi Deliverable 8), si è osservata una riduzione di attività anche nelle due miscele rifiuto + rifiuto (fango di rettifica 20% e 40%) con un significativo aumento dei tempi di reazione ed una più rapida diminuzione delle temperature delle miscele. Anche nell'esperimento condotto miscelando la polvere di magnesio con sabbia (50%), si è potuta osservare una ridotta intensità di reazione abbinata ad un allungamento nei tempi di sviluppo, oltre ad un minore innalzamento di temperatura rispetto al test eseguito sul rifiuto tal quale.

#### 4. Ruoli e attività svolta dai partner

La sperimentazione è stata condotta da Elite Ambiente e Chimicambiente

#### 5. Ruoli e attività svolta dai consulenti

La consulenza scientifica da parte del Dipartimento di scienze molecolari e nanosistemi (DSMN) ha riguardato l'attività di analisi della letteratura scientifica e l'affiancamento all'attività di laboratorio al fine di ottimizzare e valorizzare le procedure per la miscelazione delle polveri di magnesio con altri rifiuti, rendendoli così idonei alle successive fasi di smaltimento in discarica oppure al recupero.

#### 6. Bibliografia

- [1] [Caratteristiche delle polveri esplosive, classe di esplosione, rischio di esplosione ed elenco polveri esplosive](#)
- [2] [Applicazioni industriali: Metallurgia delle polveri](#)
- [3] [Scheda dati di sicurezza nel rispetto del regolamento \(CE\) n. 1907/2006 \(REACH\) modificato con 2020/878/UE](#)