

# Recupero del fosforo dalle acque reflue

Scheda dello studente

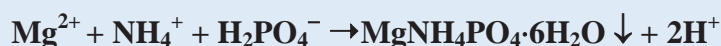
## Modulo 1

### Obiettivo: Estrazione della struvite

### Introduzione

L'urina, un prodotto dell'escrezione umana, è un costituente delle acque reflue urbane. L'urina è una delle fonti più ricche e accessibili di **fosforo** e **azoto** per la produzione di **struvite**. Il minerale è ottenuto per precipitazione a pH basico (pH 8 ≈ 8,5) e in presenza di magnesio (vedi reazione sotto).

Reazione di precipitazione della struvite:



#### OBIETTIVO

Lo scopo dell'attività di laboratorio è la produzione di acque reflue sintetica per estrarre la struvite

### Requisiti









#### Lista di materiali/strumenti

- Beaker da 500 mL
- Spatola
- Imbuto
- Beuta da 500 mL
- Bilancia di precisione (sensibilità 0.01g)
- Agitatore
- Ancoretta magnetica
- Indicatore di pH universale / pH metro
- Carta da filtro
- Occhiali protettivi
- Guanti



# Recupero del fosforo dalle acque reflue

## Scheda dello studente

Reagenti	Formula		Quantità (g) or Concentrazione (M)
Sodio idrossido	NaOH		0.5 M
Urea	CH <sub>4</sub> N <sub>2</sub> O		10 g
Sodio bicarbonato	NaHCO <sub>3</sub>		1.05 g
Sodio solfato decaidrato	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ·10H <sub>2</sub> O	  	1.60 g
Ammonio cloruro	NH <sub>4</sub> Cl		0.65 g
Sodio cloruro	NaCl		2.60 g
Potassio fosfato monobasico	KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>		0.48 g
Potassio fosfato bibasico	K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>		0.60 g
Calcio cloruro biidrato	CaCl <sub>2</sub> ·2H <sub>2</sub> O		0.19 g
Acqua distillata o demineralizzata			
Magnesio solfato	MgSO <sub>4</sub>		0.25 g/L

## Procedura di Laboratorio

Indossare guanti e occhiali protettivi.

### I. Preparazione dell'urina sintetica

1. versare nel beaker 100 mL di acqua distillata o demineralizzata e 10 g di urea;
  2. porre il beaker sopra l'agitatore magnetico, regolandolo a una velocità compresa tra 100 e 300 rpm;
  3. inserire i reagenti nell'ordine e nelle misure indicate, continuando l'agitazione;
  4. aggiungere circa 400 mL di acqua e attendere fino a solubilizzazione completa;
- \* Le quantità indicate sono quelle necessarie per preparare 500 mL di urina sintetica.

### II. Precipitazione della struvite

5. pesare il magnesio solfato e aggiungerlo alla soluzione;

## Recupero del fosforo dalle acque reflue

### Scheda dello studente

6. controllare il pH con l'indicatore universale o con un pHmetro; aggiungere eventualmente 1/2 gocce di NaOH 0.5 M fino a  $\text{pH} = 8 \approx 8,5$  e continuare con l'agitazione;
7. filtrare la soluzione con la carta da filtro per recuperare il precipitato e lasciarlo poi essiccare a temperatura ambiente;
8. raccogliere la struvite in un contenitore pulito e asciutto.

### Note supplementari sulla sicurezza



Prestare sempre estrema attenzione nel maneggiare e utilizzare la soluzione di NaOH.

### Quesiti:

1. Quale aspetto assume il precipitato dopo l'essiccazione?
2. Per quale motivo pensi sia stato utilizzato l'agitatore?
3. Quale funzione ha la soluzione di idrossido di sodio (NaOH)?

## Recupero del fosforo dalle acque reflue

Scheda dello studente

### Appendice

#### Ciclo dell'azoto

L'**azoto** è un elemento essenziale per la vita in quanto è un componente essenziale delle proteine, degli acidi nucleici e la clorofilla. Il ciclo dell'N è caratterizzato da diversi passaggi (Figura 1)

-Fissazione

-Assimilazione

-Ammonificazione

- Nitrificazione

-Denitrificazione

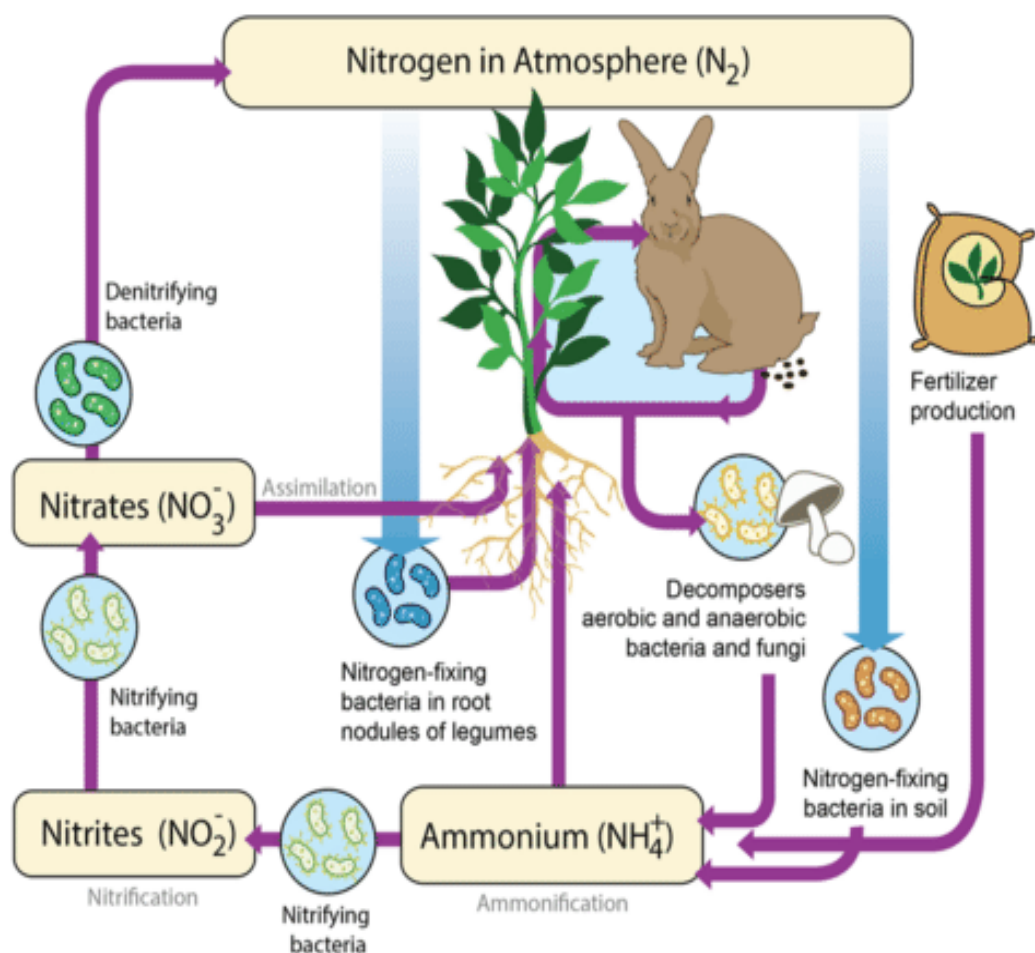


Figura 1. Ciclo dell'azoto nel suolo

## Recupero del fosforo dalle acque reflue

### Scheda dello studente

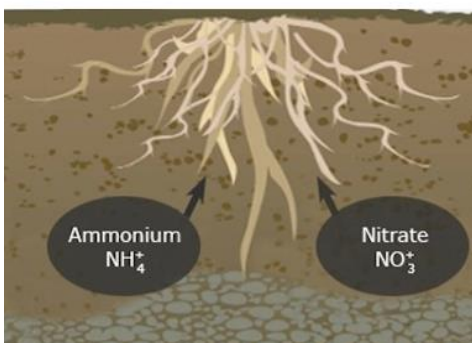
L'azoto in ogni fase del ciclo è caratterizzato da diversi stati di ossidazione

Molecule	Name	Oxidation state
C-NH <sub>2</sub>	Organic-N	<b>Reduced</b>
NH <sub>3</sub> , NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Ammonia, Ammonium	-3
N <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	Hydrazine	-2
NH <sub>2</sub> OH	Hydroxylamine	-1
N <sub>2</sub>	Dinitrogen	0
N <sub>2</sub> O	Nitrous oxide	+1
NO	Nitric oxide	+2
HNO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	Nitrous acid, Nitrite	+3
NO <sub>2</sub>	Nitrogen dioxide	+4
HNO <sub>3</sub> , NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Nitric acid, Nitrate	+5
		<b>Oxidized</b>

More electrons (from -3 to 0)  
Fewer electrons (from 0 to +5)

Current Biology

Quali forme di N sono importanti per le piante?



Le piante assorbono attraverso l'apparato radicale diverse forme di **azoto**, l'ammonio e/o il nitrato mediante:

- 1) I **fertilizzanti minerali** o il **letame**;
- 2) La decomposizione della **sostanza organica** del suolo;
- 3) L'**azoto fissazione**.

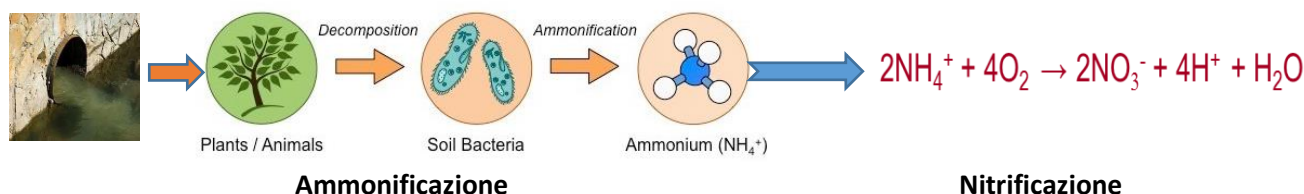
**Figura 2.** Le piante assorbono attraverso la radice ammonio e nitrato

Esistono altre risorse di azoto nell'ambiente?

La maggior parte di **azoto** contenuto nelle **acque reflue** deriva dall'**urea** e dal **materiale fecale**. Tali composti sono poi trasformati in **ammonio** (ammonificazione) grazie all'attività dei batteri. In presenza di ossigeno, l'ammonio è trasformato in **nitrato** (nitrificazione) (Figura 3).

## Recupero del fosforo dalle acque reflue

### Scheda dello studente

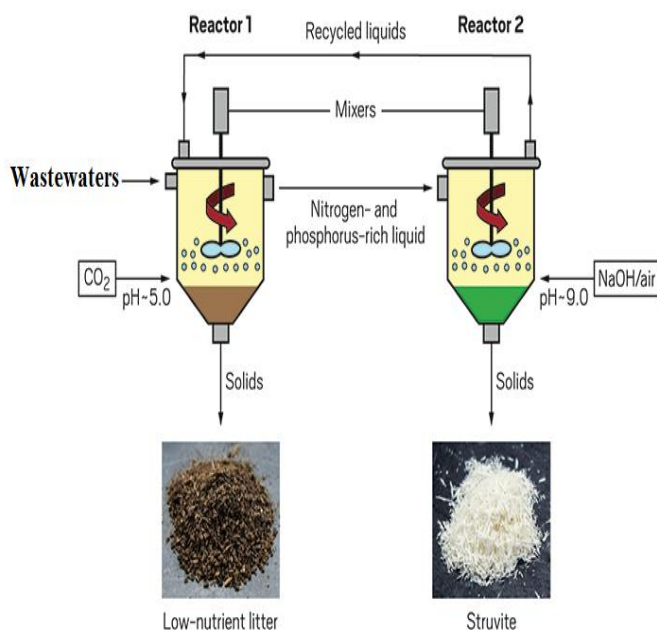


**Figura 3.** L'ammonificazione e la nitrificazione sono importanti reazioni in grado di trasformare l'urea e il materiale fecale rispettivamente in ammonio e nitrato.

### Si può recuperare il fosforo dal processo di depurazione delle acque reflue?

Le **acque reflue** urbane contengono da 5 a 20 mg/L di **fosforo totale** (detergenti inorganici, biologici e sintetici). Di norma il trattamento secondario delle acque reflue può rimuovere soltanto 1-2 mg/L di **fosforo**, per cui un grande eccesso di tale sostanza è scaricata nell'effluente finale, con conseguente eutrofizzazione delle acque superficiali.

La normativa vigente prevede nelle acque reflue una concentrazione massima di P pari a 2 mg/L. Il fosforo può essere rimosso e recuperato dalle acque reflue mediante reazione di precipitazione chimica in forma di struvite (Figura. 4)



**Figura 4.** Estrazione della struvite da acque reflue

## Recupero del fosforo dalle acque reflue

Scheda dello studente