

**Candidato:** Giorgio Pascarella

**Relatore:** Prof. Luigi Piga

**Correlatore:** Ing. Niccolò Maria Ippolito

**Titolo della tesi:** Analisi mineralogica di polveri fluorescenti mediante calcolo matriciale

### Abstract

L'obiettivo del lavoro è stato quello di mettere a punto una procedura analitica che consentisse la caratterizzazione delle fasi solide ottenute da un processo di separazione per via fisica. Attualmente, i prodotti di una separazione, infatti, vengono analizzati dal punto di vista chimico, ottenendo le concentrazioni degli elementi presenti, ma nulla è noto sulla concentrazione delle fasi solide che da quelli elementi sono composte. Questa informazione, invece, è essenziale specialmente quando i prodotti della separazione costituiscono materiali secondari che, avviati al riciclo, devono essere aggiunti ai materiali primari in una certa percentuale.

Per la procedura analitica è stata usata, come materia prima secondaria, la polvere contenuta nelle lampade fluorescenti arrivate alla fine del loro ciclo di vita.

Le nuove lampade domestiche a fluorescenza, che hanno sostituito quelle ad incandescenza, hanno il vantaggio di un minore consumo ed un minore impatto ambientale. Infatti, la decisione dell'Unione Europea del 2009, che ha decretato l'abolizione delle lampadine tradizionali a favore di quelle fluorescenti, era basata sul fatto che queste ultime consumano l'80% in meno rispetto a quelle convenzionali e che, avendo una durata superiore, consentono una decisa riduzione della CO<sub>2</sub> a tutto vantaggio dell'ambiente.

Una lampadina a fluorescenza contiene mercurio che, in seguito al passaggio di corrente a media frequenza, ottenuta dall'alimentatore interno della lampada a partire dalla corrente a bassa frequenza della rete elettrica, si eccita e genera radiazioni UV che vengono assorbite dal rivestimento di polvere interno alla lampada che emette radiazioni visibili. Tuttavia, la quantità di mercurio, impiegata nella lampada, rispetta i limiti imposti dalla Unione Europea, 5 mg/lampada e, comunque, le quantità presenti sono almeno 200 volte inferiori a quelle che erano presenti nei termometri clinici a mercurio la cui produzione per il consumo domestico è stata recentemente vietata. Ciononostante, per il contenuto in mercurio, le lampade fluorescenti arrivate alla fine del loro ciclo di vita, rappresentano un rifiuto pericoloso e come tale deve essere smaltito in apposite discariche se non preventivamente trattato. Il rivestimento in polvere che emette radiazioni visibili è in parte costituito da elementi appartenenti alle cosiddette Terre Rare la cui presenza in natura è limitata a pochi minerali particolari (uno dei quali è la Bastnaesite) e la cui produzione è localizzata per il 90% in Cina.

Per questo motivo, il recupero dei composti contenenti Terre Rare, contenuti nelle polveri delle lampade fluorescenti esauste, delle quali attualmente viene riciclato solo il vetro, riveste un'importanza strategica per il mondo occidentale in vista della diffusione delle lampade fluorescenti per il consumo domestico.

Per raggiungere lo scopo della determinazione quantitativa dei prodotti della separazione fisica, la polvere è stata analizzata sia con la microsonda elettronica che ha permesso di ricostruire l'esatta formula chimica di ogni composto presente, sia mediante analisi chimiche di elevata precisione come rilevato dalla bassa varianza dei campioni replicati.

L'elaborazione dei risultati, fatta mediante il metodo matriciale, utilizzando un software statistico, ha consentito di determinare, dopo l'analisi chimica dei prodotti ottenuti da varie separazioni fisiche, la composizione quantitativa dei composti presenti e quindi di poter fare ipotesi di riutilizzo da parte del fabbricante della miscela di polveri fluorescenti a partire dai composti puri.

La somma delle concentrazioni di tali composti, ottenute dal calcolo matriciale, ha portato a valori leggermente superiori a 100 facendo, in tal modo, prevedere incoraggianti prospettive rispetto all'estensione della metodica ad altri tipi di materie prime secondarie i cui materiali costituenti devono essere inviati al riciclo. Tale approccio, mai sperimentato finora nel campo delle separazioni per via fisica, ha portato a risultati validati, seppur parzialmente, da altre tecniche di indagine delle fasi solide, tuttavia la necessità di obbedire ai vincoli di invertibilità delle matrici considerate, ha inevitabilmente influito sulle possibilità di una maggiore accuratezza del metodo, alterando i contributi totali di ogni fase e quindi la percentuale totale che, come detto, non si è comunque mai discostata molto da 100, in tutti i tentativi effettuati.

E' però significativo il riscontro tra le percentuali di fasi solide ottenute e le analisi chimiche ricostruite, tramite la matrice cristallografica, che da fiducia ad un approccio ancora in fase sperimentale che necessita senz'altro di essere corretto e sviluppato.