



MÁSTER EN TECNOLOGÍA AMBIENTAL

TRABAJO FIN DE MÁSTER

IMPACTO DE LOS DEPÓSITOS DE PIRITA ABANDONADOS EN EL ANTIGUO CENTRO MINERALÚRGICO DE CORRALES SOBRE EL SUELO DE LAS MARISMAS DEL ODIEL (HUELVA, ESPAÑA)

Autora: Mihaela Mihaylova Grantcharova

Tutores: Dr. Juan Carlos Fernández Caliani.

Dr. Jesús Damián de la Rosa Díaz.

Resumen:

La industria minero-metalúrgica milenaria en la provincia de Huelva ha dejado a su paso numerosos pasivos ambientales, cuyos efectos se pueden apreciar incluso hoy en día. El Drenaje Ácido de Mina producido por los residuos mineros acumulados genera aguas ácidas con un alto contenido de sulfatos y de elementos traza potencialmente tóxicos, que contaminan las aguas y los suelos afectados. La situación se agrava cuando se trata de una zona protegida como el Paraje Natural Marismas del Odiel.

El presente trabajo estudia el impacto de los depósitos de pirita abandonados en el antiguo centro mineralúrgico de Corrales sobre el suelo de las marismas del río Odiel, en el área periubana de Huelva, mediante una evaluación del grado de acidificación y contaminación por metales pesados. Se han recogido un total de 48 muestras tomadas a distintas profundidades a lo largo de dos transectos paralelos que atraviesan la zona afectada, desde los montones de pirita hasta las marismas, con el objetivo de analizar la acidez y la composición química y mineralógica de los residuos mineros, de los suelos adyacentes y de las eflorescencias salinas.

Los resultados obtenidos indican que el 61% de las muestras estudiadas tienen valores de pH ultra-ácido, lo que sugiere una alta movilidad y toxicidad por metales pesados. Se han identificado por DRX y SEM-EDS diversas fases mineralógicas neoformadas por procesos de interacción residuo-agua-suelo, como anglesita, jarosita, yeso y una variedad de sales solubles sulfatadas, como melanterita, szomolnokita, copiapita, coquimbita, halotriquita, epsomita y hexahidrita, potenciales portadoras de elementos pesados que pueden liberar al medio ambiente en los períodos húmedos.



Los análisis químicos por ICP-MS revelan concentraciones totales muy elevadas de elementos traza de origen antrópico, particularmente en los suelos más próximos a los residuos, llegando a superar más de 100 veces los niveles genéricos de referencia en el caso del Tl (23,2 mg/kg) y del As (4223 mg/kg), en algunos puntos de muestreo. Los contenidos de otros elementos como Pb (hasta 6216 mg/kg), Sb (hasta 457 mg/kg), Cu (hasta 1958 mg/kg) y Co (hasta 189 mg/kg) son indicativos de que los suelos están potencialmente contaminados y requieren análisis de riesgos.

Mediante el uso de diferentes índices geoquímicos que permiten evaluar la calidad ambiental de los suelos en comparación con los valores de fondo local y regional (factor de enriquecimiento, índice de carga contaminante, índice de geoacumulación), se ha llegado a la conclusión de que el suelo afectado presenta una acumulación y un enriquecimiento de grado alto a extremo en As, Pb, Sb, Tl, Cd, Cu y Zn, si bien la acidez y los niveles de contaminación tienden a atenuarse con la profundidad, y lateralmente desde los depósitos de pirita hacia las marismas.



Abstract:

The millennia-long mining-metallurgical industry in the province of Huelva has left behind numerous environmental liabilities, the effect of which can still be seen today. The Acid Mine Drainage produced by the accumulated mining waste generates acid waters with a high content of sulfates and potentially toxic trace elements, which contaminate the water and the soil. The situation worsens when it comes to protected areas such as the Marismas del Odiel Natural Park.

The present study examines the impact of the abandoned pyrite waste deposits in the old mineralurgical center of Corrales on the soils of the marshlands of the Odiel river, in the periurban area of Huelva. With the aim of analyzing the acidity and the chemical and mineralogical composition of the mining waste, the adjacent soils and the saline efflorescence a total of 48 samples have been collected at different depths along two parallel transects across the affected area, from the pyrite tailings to the marshlands.

The results obtained indicate that 61% of the studied samples have ultra-acid pH values, which suggests high mobility and toxicity of heavy metals. Different mineralogical phases, such as anglesite, jarosite, gypsum and a variety of sulfated soluble salts like melanterite, szomolnokite, copiapite, coquimbite, halotrichite, epsomite and hexahydrate, newly formed by waste-water-soil interaction, were identified by XRD and SEM-EDS. These minerals are potential carriers of heavy elements that can be released into the environment during the wet periods.

The chemical analysis by ICP-MS reveals very high total concentrations of trace elements of anthropogenic origin, particularly in the soils closest to the mining waste. These exceed more than 100 times the generic reference levels for Tl (23.2 mg/kg) and As (4223 mg/kg) in some samples. The high content of other elements such as Pb (up to 6216 mg/kg), Sb (up to 457 mg/kg), Cu (up to 1958 mg/kg) and Co (up to 189 mg/kg) indicates potentially contaminated soils and require a risk-based assessment. Different geochemical indices that evaluate the environmental quality of soils compared to local and regional background values (enrichment factor, pollutant load index, geoaccumulation index) were used. In conclusion, the affected soils exhibit high to extreme level of accumulation and enrichment in As, Pb, Sb, Tl, Cd, Cu, and Zn, although acidity and contamination levels tend to attenuate with depth, and also laterally from the pyrite waste deposits towards the marshlands.