



Ministerio de Cultura y Educación
Universidad Nacional de San Luis
Facultad de Ciencias Físico Matemáticas y Naturales
Departamento: Minería
Area: Minería

(Programa del año 2024)

I - Oferta Académica

Materia	Carrera	Plan	Año	Período
() METALURGIAS ESPECIALES	ING.EN MINAS	6/15	2024	2° cuatrimestre

II - Equipo Docente

Docente	Función	Cargo	Dedicación
MARCHEVSKY, NATALIA JUDITH	Prof. Responsable	P.Asoc Exc	40 Hs
VIDAL TREBER, JUAN ANTONIO	Responsable de Práctico	JTP Exc	40 Hs

III - Características del Curso

Credito Horario Semanal				
Teórico/Práctico	Teóricas	Prácticas de Aula	Práct. de lab/ camp/ Resid/ PIP, etc.	Total
4 Hs	Hs	Hs	Hs	4 Hs

Tipificación	Periodo
C - Teoría con prácticas de aula	2° Cuatrimestre

Duración			
Desde	Hasta	Cantidad de Semanas	Cantidad de Horas
05/08/2024	15/11/2024	15	60

IV - Fundamentación

La presente actividad curricular otorga conocimiento de los procesos pirometalúrgicos extractivos y de refinación más representativos del amplísimo campo de la metalurgia extractiva. Los conocimientos previos adquiridos en el curso fundamentos químicos de la metalurgia son relevantes para facilitar el estudio y entendimiento de los temas tratados. Los conocimientos otorgados por esta asignatura capacitan al futuro profesional sobre las operaciones y procesos que tienen lugar en plantas de tostación, aglomeración de minerales, reducción y refinación de metales.

V - Objetivos / Resultados de Aprendizaje

Conocer los principales procesos y tecnologías que se utilizan en la metalurgia extractiva para la obtención de metales ferrosos y no ferrosos a partir de procesos pirometalúrgicos.
Entender cada una de las etapas involucradas en la obtención de metales que abarcan desde la preparación de las materias primas hasta la refinación de los mismos.

VI - Contenidos

Unidad 1 – Tecnologías de las Altas Temperaturas: su aplicación a los Procesos Pirometalúrgicos.
Particularidades de los procesos a altas temperaturas. Generación de altas temperaturas. Combustibles. Carbones minerales y coque metalúrgico. Refractarios. Reactores pirometalúrgicos. Clasificación de los reactores pirometalúrgicos.

Unidad 2 – Tratamientos térmicos de beneficiación de minerales
Tostación. Termodinámica de la tostación. Tostación clorurante. Procesos industriales de Tostación. Calcinación. Hornos de calcinación.

Unidad 3 – Procesos de aglomeración

Peletizado. Fabricación de pelets verdes de minerales de hierro. Endurecimiento de pelets verdes de minerales de hierro. Sinterizado de Menas sulfurosas de plomo y de cinc. Pulvimetalurgia.

Unidad 4 – Procesos de reducción

Reducción de minerales de hierro. Termodinámica de la reducción de los óxidos de hierro. Cinética de reducción de los óxidos de hierro. Proceso de alto horno. Descripción de la instalación. Materias primas. Distribución de carga. Descripción del proceso. Procesos de reducción directa. Introducción. Proceso HyL, Proceso Midrex, Proceso SL/RN, Proceso FIOR. Proceso Corex. Reducción de menas oxidadas de plomo. Proceso de alto horno para plomo. Reducción de menas oxidadas de cinc. Teoría de la reducción. Procesos de retortas horizontales. Procesos de retortas verticales. Proceso Josephstown. Proceso ISP. Reducción de menas oxidadas de estaño. Reducción de hornos de reverbero.

Unidad 5 – Procesamiento de matas

Introducción. Procesamiento pirometalúrgico de concentrados sulfurosos de cobre. Fusión de matas de cobre. Termodinámica de la Fusión de la fusión de matas de cobre. Fusión en alto horno para cobre. Fusión en horno de reverbero. Fusión en horno eléctrico. Flash smelting. Conversión de matas de cobre. Convertidor Peirce-Smith. Proceso de conversión.

Unidad 6 – Procesos de refinación térmica

Aceración. Convertidor al oxígeno – Proceso LD. Horno de solera – Proceso Siemens-Martin (Básico). Proceso de Horno eléctrico de Arco. Refinación del plomo de obra. Espumado (drossing). Ablandamiento. Recuperación de la plata – Proceso Parkes. Tratamiento posterior – Separación del bismuto. Refinación del cinc. Proceso de destilación fraccionada. Refinación del estaño. Proceso de Licuación.

VII - Plan de Trabajos Prácticos

Trabajo Práctico N°1: Tostación y calcinación

Trabajo práctico N°2: Sinterización

Trabajo Práctico N°3: Alto horno

Trabajo Práctico N°4: Procesos de reducción directa

Trabajo Práctico N°5: Procesamiento de matas

Trabajo Práctico N°6: Procesos de refinación térmica

VIII - Regimen de Aprobación

La asignatura puede ser aprobada en las siguientes modalidades:

PROMOCIÓN

Requiere aprobar 2 (dos) parciales teórico-práctico escritos u orales, con un puntaje mínimo de 8 (ocho) en la escala 0 - 10. Esta nota puede conseguirse en primera instancia; o bien, en los recuperatorios.

Además, el estudiante deberá presentar la carpeta de ejercicios prácticos resueltos durante el cuatrimestre a través de classroom y aprobar el 80% de las actividades de evaluación continua que se estipulen con nota superior a 7.

EXAMEN FINAL para alumnos en condición REGULAR

Requiere aprobar un examen teórico con un puntaje mínimo de 4 (cuatro) en la escala 0 - 10. Dicho examen podrá ser escrito u oral de acuerdo a lo que estipule el tribunal para dicha mesa de examen.

EXAMEN FINAL para alumnos en condición LIBRE

Requiere los ítems a y b:

a) Aprobar la resolución de ejercicios prácticos que el tribunal examinador disponga para la mesa de examen correspondiente. El alumno deberá presentarse días previos a la mesa de examen y consultar al equipo docente responsable de la materia sobre los ejercicios prácticos a resolver.

Los ejercicios deben ser resueltos por el alumno en forma individual, el mismo podrá solicitar clase de consulta a los docentes para guiarlo en la resolución de los mismos. Posteriormente, deberá presentar la resolución de los ejercicios en forma digital.

Para poder rendir el examen final teórico, es condición necesaria haber aprobado previamente los ejercicios prácticos. Aclaración: los ejercicios prácticos pueden variar de una mesa de examen a otra, por lo que si un alumno aprueba la parte práctica, pero no el examen teórico en la próxima mesa que se presente a rendir deberá consultar nuevamente sobre los ejercicios prácticos a resolver y volver a aprobar esta instancia.

b) Aprobar un examen final escrito u oral con una nota mínima de 4 (cuatro) en la escala 0 - 10.

Condición de alumno REGULAR

Requiere aprobar 2 (dos) parciales teórico-práctico, con un puntaje mínimo de 6 (seis) en la escala 0 - 10 y presentar la carpeta de trabajos prácticos resueltos en clase durante el cuatrimestre a través de classroom y aprobar el 70% de las actividades de evaluación continua que se estipulen con nota superior a 5.

La nota requerida en el parcial puede conseguirse en primera instancia o bien en las instancias de recuperación previstas, según Ord.CS N° 32/14.

IX - Bibliografía Básica

- [1] Janikow, Arturo R., Pirometalurgia - Introducción a los Procesos Pirometalúrgicos Extractivos, Editorial UNJU, San Salvador de Jujuy, 2000.
- [2] Luz, A. B. D., Sampaio, J. A., & França, S. C. A. (2010). Tratamiento de minérios.
- [3] Schlesinger, M. E., Sole, K. C., Davenport, W. G., & Flores, G. R. A. (2021). Extractive metallurgy of copper. Elsevier.
- [4] Vignes, A. (2013). Extractive metallurgy 2: metallurgical reaction processes. John Wiley & Sons.
- [5] Vignes, A. (2013). Extractive metallurgy 3: Processing operations and routes. John Wiley & Sons.

X - Bibliografía Complementaria

- [1] Cores, A., Babich, A., Muñoz, M., Ferreira, S., & Mochon, J. (2010). The influence of different iron ores mixtures composition on the quality of sinter. *ISIj International*, 50(8), 1089-1098.
- [2] De Moraes, S. L., & Ribeiro, T. R. (2019). Brazilian iron ore and production of pellets. *Mineral Processing and Extractive Metallurgy Review*, 40(1), 16-23.
- [3] Ettler, V., Johan, Z., Bezdicka, P., Drábek, M., & Sebek, O (2009). Crystallization sequences in matte and speiss from primary leadmetallurgy. *European Journal of Mineralogy*, 21(4), 837-854.
- [4] Fernández-González, D., Ruiz-Bustanza, I., Mochón, J., González Gasca, C., & Verdeja, L. F. (2017). Iron ore sintering: Process. *Mineral Processing and Extractive Metallurgy Review*, 38(4), 215 -227.
- [5] Kumar, P. P., Gupta, P. K., & Ranjan, M. (2008). Operating experiences with Corex and blast furnace at JSW Steel Ltd. *Ironmaking & Steelmaking*, 35(4), 260-263.
- [6] Li, K., Khanna, R., Zhang, J., Liu, Z., Sahajwalla, V., Yang, T., & Kong, D. (2014). The evolution of structural order, microstructure and mineral matter of metallurgical coke in a blast furnace: A review. *Fuel*, 133, 194-215.
- [7] Mousa, E. (2019). Modern blast furnace ironmaking technology: Potentials to meet the demand of high hot metal production and lower energy consumption. *Metallurgical and Materials Engineering*, 25(2), 69-104.
- [8] Oreggioni, M. & Graziutti A. Nuevas tecnologías de reducción directa. *Acero y Tecnología*, 46-55.
- [9] Van Schalkwyk, R. F., Reuter, M. A., Gutzmer, J., & Stelter, M. (2018). Challenges of digitalizing the circular economy: Assessment of the state of the art of metallurgical carrier metal platform for lead and its associated technology elements. *Journal of Cleaner Production*, 186, 585-601.
- [10] Watari, T., Nansai, K., & Nakajima, K. (2021). Major metals demand, supply, and environmental impacts to 2100: A critical review. *Resources, Conservation and Recycling*, 164, 105107.
- [11] Videos educativos y otros recursos
- [12] <https://www.youtube.com/watch?v=J6ylt4d5Uyc>
- [13] <https://www.youtube.com/watch?v=adfheeTTIWU&t=965s>
- [14] https://www.youtube.com/watch?v=PpQz92ES_9c
- [15] <https://sketchfab.com/3d-models/alto-horno-91bb588ded564941a182d24e4f72979a>
- [16] <https://steeluniversity.org/>

XI - Resumen de Objetivos

Conocer los principales procesos y tecnologías de la metalurgia extractiva que se utilizan para la obtención de metales ferrosos y no ferrosos a partir de procesos pirometalúrgicos.

XII - Resumen del Programa

Procesamiento pirometalúrgico de minerales y menas. Tostación y Calcinación. Procesos de aglomeración. Procesos de reducción de minerales de hierro, plomo y cinc. Procesamiento pirometalúrgico de concentrados sulfurados de cobre. Refinación de metales.

XIII - Imprevistos

No se prevén. En caso que surjan, el equipo docente tratará de resolver los mismos, de manera de minimizar la afectación del desarrollo previsto para la asignatura.

XIV - Otros

--