**PROGRAMA DE CURSO**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Código | Nombre | | | | |
| **CI5605** | **INGENIERIA CIVIL APLICADA A LA OPERACIÓN MINERA.** | | | | |
| Nombre en Inglés | | | | | |
| CIVIL ENGINEERING APPLIED TO MINING OPERATIONS. | | | | | |
| SCT | | Unidades Docentes | Horas de Cátedra | Horas Docencia Auxiliar | Horas de Trabajo Personal |
| 3 | | 5.0 | 2.0 | - | 3.0 |
| Requisitos | | | | Carácter del Curso | |
| 350UDs | | | | Electivo Ingeniería Civil menciones Hidráulica, Sanitaria y Ambiental, y Estructuras Geotecnia y Construcción | |
| Resultados de Aprendizaje | | | | | |
| Al término del curso, el estudiante deberá ser capaz de:  Adquirir nociones generales del negocio minero, teniendo la capacidad de distinguir entre procesos principales y secundarios. Asociado a los procesos disposición de relaves y desaguado minero, el estudiante podrá identificar y entender los principales riesgos que pueden comprometer el negocio, los que se dividen en 4 categorías: sociales, ambientales, seguridad & salud y financieros.  Siempre con el foco de disminuir o mitigar esos riesgos, al término del curso el estudiante tendrá la capacidad de comprender desde la aplicación de ingeniería Civil, todos los aspectos relevantes y consideraciones base para la adecuada gestión de esos procesos de la industria minera. Por lo mismo deberá identificar claramente cuál es la información base con la que debe contar para asegurar diseños de ingeniería, construcción y una operación, que cumplan con la normativa aplicable y mejores prácticas de la industria, y que finalmente permitan dar sustentabilidad al negocio. Por lo mismo, al término del curso el estudiante comprenderá claramente cuáles son los riesgos y controles operaciones asociados a los procesos, así como la normativa legal y ambiental aplicable.  En la última parte del curso, al alumno se le presentarán casos reales en los que no identificar los riesgos, no contar con los controles operacionales mínimos por falta de información o no cumplimiento de la normativa aplicable comprometieron la sustentabilidad del negocio, ya sea desde el punto de vista, social, ambiental, de seguridad o de costos.  Finalmente, en este curso se abordan las siguientes competencias genéricas de egreso:  CG1: Comunicar ideas y resultados de trabajos profesionales o de investigación, en forma escrita y oral, tanto en español como en inglés.  CG2: Trabajar en equipos multidisciplinarios, asumiendo el liderazgo en las materias inherentes a su profesión en forma crítica y autocrítica.  CG3: Demostrar compromiso ético en su vida profesional, basado en la probidad, responsabilidad, solidaridad, respeto y tolerancia a las personas, al entorno socio-cultural y al medio ambiente.  CG5: Gestionar su autoaprendizaje en el desarrollo del conocimiento de su profesión, adaptándose a los cambios del entorno | | | | | |

|  |  |
| --- | --- |
| Metodología Docente | Evaluación General |
| Clases expositivas.  Ejemplos y charlas de profesionales del rubro.  Material de lectura.  Desarrollo y análisis crítico de un tema enmarcado en la operación de procesos mineros complementarios  Visita a obra | Asistencia a las cátedras (15%)  Análisis crítico individual de artículos o tema relacionado al curso (15%)  Presentación Grupal “Temática a elección” (30%)  Informe Grupal “Temática a elección” (40%) |

**Unidades Temáticas**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Número | Nombre de la Unidad | | Duración en Semanas |
| 1 | Conceptos Generales | | 3 |
| Contenidos | | Resultados de Aprendizajes de la Unidad | Referencias a la Bibliografía |
| 1. INTRODUCCIÓN  Minería en Chile y el Mundo.  Tipos de procesos productivos.  Procesos mineros secundarios;   * Disposición de relaves * Desaguado Mina   2. Principales Riesgos del Negocio Minero   * Sociales * Ambientales * Seguridad y Salud * Financieros   3. CASO DE ESTUDIO  Se invitará a un profesional externo que dicte una charla donde se discuta algún caso de estudio que sintetice los contenidos de unidad temática | | Al término de la unidad se espera que el estudiante:   * Tenga una mirada global del negocio minero. * Entienda los procesos principales y secundarios. * Dimensione los procesos en términos de volúmenes físicos y financieros (Opex y Capex) * Identifique y evalúe preliminarmente cuáles son los riesgos principales del negocio que pueden comprometer la sustentabilidad del mismo. | Todas |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Número | Nombre de la Unidad | | Duración en Semanas |
| 2 | Gestión de Proceso Disposición Relaves | | 5 |
| Contenidos | | Resultados de Aprendizajes de la Unidad | Referencias a la Bibliografía |
| 1. DISPOSICION DE RELAVES   * Consideraciones generales (tipo de depósitos y relaves) * Información técnica mínima para diseño, construcción y operación * Riesgos y controles operacionales * Uso de modelos numéricos de estabilidad y de flujo para la toma de decisiones operacionales. * Normativa aplicable | | Al término de la unidad se espera que el estudiante comprenda claramente:   * Componentes principales depósitos de relaves * Los tipos de relaves generados y métodos de disposición (convencionales, espesados, pasta y filtrados) * Las alternativas para diseño y construcción de depósitos (método aguas arriba, abajo, mixto) * Los riesgos aplicables y controles mínimos (instrumentación) para dar continuidad a los procesos y sustentabilidad al negocio. * Adquiera nociones básicas del modelamiento numérico geotécnico e hidrogeológico aplicados a depósitos de relaves. | 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8,9 y10 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Número | Nombre de la Unidad | | Duración en Semanas |
| 3 | Gestión de Proceso Desaguado Mina | | 5 |
| Contenidos | | Resultados de Aprendizajes de la Unidad | Referencias a la Bibliografía |
| 2. DESAGUADO MINA   * Consideraciones generales (Alternativas de despresurización y desaguado minero) * Información técnica mínima para diseño, construcción y operación * Riesgos y controles operacionales * Uso de modelos numéricos de estabilidad y de flujo para la toma de decisiones * Normativa aplicable | | Al término de la unidad se espera que el estudiante comprenda claramente:   * La importancia de contar con información de planes mineros, geológica, hidrogeológica, geomecánica para correcta implementación de modelos de presión de poros y de estabilidad. * Las alternativas existentes para diseño, construcción y operación sistemas desaguado (pozos profundos, drenes horizontales, túneles, galerías, sistemas bombeo) * Los riesgos aplicables y cuáles son los controles mínimos (instrumentación) para dar continuidad a los procesos y sustentabilidad al negocio. * Adquiera nociones básicas del modelamiento numérico geotécnico e hidrogeológico aplicados a excavación de rajos y túneles. | 2, 3, 4, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17 y 18 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Número | Nombre de la Unidad | | Duración en Semanas |
| 4 | De la teoría a la Práctica | | 2 |
| Contenidos | | Resultados de Aprendizajes de la Unidad | Referencias a la Bibliografía |
| 1. SALIDA A TERRENO  Visita técnica a un depósito de relaves, campo de pozos o rajo (para ver sistema desaguado)  2. PRESENTACIONES GRUPALES: en base a tema elegido | | Al término de la unidad se espera que el estudiante:  Vea en la realidad como operan estos sistemas y sea capaz de hacer análisis crítico de algún caso real, identificando riesgos, contrastando con los controles existentes y relacionar con normativa aplicable. | Todas |

|  |  |
| --- | --- |
| Bibliografía General | |
| 1. Decreto Supremo Nº 248: Reglamento Para La Aprobación De Proyectos De Diseño, Construcción, Operación Y Cierre De Los Depósitos De Relaves, Ministerio Minería 2007. 2. Guía para el uso de Modelos de Aguas Subterráneas en el SEIA, SEA, 2012 3. Ministerio de Obras Públicas. Decreto Supremo N°50 Reglamento a que se refiere el artículo 295 del Código de Aguas (Obras Mayores), 2015. 4. Servicio de Evaluación Ambiental. Guía de Permisos Ambientales Sectoriales, 2014. 5. Guía Técnica de Operación y Control de Depósitos de Relaves, Sernageomin, 2007. 6. Tailings Management Leading Practice Sustainable Development Program for the Mining Industry, September 2016. 7. A Guide to the Management of Tailings Facilities, Third Edition, October 2017. The Mining Association of Canada. 8. Estándar Global de Gestión de Relaves para la Industria Minera, agosto 2020, Global Tailings Review 9. Tailings Management - Good Practice Guide, ICMM, May 2021 10. Mejores prácticas de gobernanza en materias de relaves, Cochilco, enero 2019. 11. Guidelines for Open Pit Slope Design, John Read & Peter Stacey, CSIRO, 2009. 12. Guidelines for Evaluating Water in Pit Slope Stability, Geoff Beale & John Read, CSIRO, 2013. 13. Groundwater & Wells, Third Edition, Robert J. Sterrett, 2007 14. Water Stewardship. Leading Practice Sustainable Development Program for the Mining Industry, Australian Government, September 2016 15. Centre for Water in the Minerals Industry, Sustainable Minerals Institute, The University of Queensland, Australia. Water in Mining, 2010, 2012. 16. Análisis del proceso de evaluación ambiental de los proyectos mineros, Cochilco, Junio 2017. 17. Consumo de agua en la minería del cobre al 2020, Cochilco, junio 2020. 18. Decreto Supremo N° 203, de 2013, del Ministerio de Obras Públicas, aprueba reglamento sobre normas de exploración y explotación de aguas subterráneas (publicado en Diario Oficial 07/03/14) | |
| Vigencia desde: |  |
| Elaborado por: | Martin Brown Sepúlveda |
| Revisado por: | Alberto de la Fuente; |