



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
ESCUELA CENTROAMERICANA DE GEOLOGÍA

Nombre del curso: Técnicas de perforación

Sigla: G-4220

Grupo: 01

Créditos: 3

Horas lectivas: 4

Horario del curso: viernes de 4 a 9 pm

Modalidad del curso: 100% virtual.

Requisito(s): G-4112 Hidrogeología; G-0024 Geofísica Introductiva

Ciclo lectivo: II-2021

Tipo de curso: virtual

Profesora: M.Sc. Ingrid Vargas Azofeifa

Oficina: 312

Correo: ingrid.vargas@ucr.ac.cr

Horario de atención a estudiantes (modalidad virtual): atención de consultas en forma virtual, asincrónica, por medio del aula de Mediación virtual, los lunes de 1 a 4 pm o vía correo electrónico a la dirección indicada; se atenderá en forma sincrónica, vía Zoom con cita programada previamente por correo electrónico.

1. Descripción del curso

Las perforaciones son muy utilizadas en geología con distintos fines, por ejemplo, en la exploración minera, petrolera, geotérmica y de aguas subterráneas; en la extracción y producción de petróleo, energía geotérmica, para el aprovechamiento del agua subterránea, en la evaluación ambiental y en las investigaciones geotécnicas para la construcción de obras civiles, entre otras aplicaciones; es así que resulta necesario que los profesionales en geología cuenten con los conocimientos básicos acerca de los distintos sistemas de perforación más usados y el rol que desempeña el profesional en geología en la supervisión de las perforaciones.

Durante el semestre se estudiarán los diferentes tipos de perforaciones, la terminología utilizada, los procedimientos utilizados, la legislación vigente, así como problemas comunes encontrados durante el proceso de perforación y las alternativas para enfrentar estas situaciones.

Este curso se desarrollará 100% en forma virtual, mediante la plataforma de Moodle de Mediación virtual, los detalles se presentan en la metodología del curso.



2. Objetivos

Objetivo general

Brindar al estudiante de licenciatura en Geología los conceptos y herramientas básicas sobre la perforación y construcción de pozos para agua y en otros campos del quehacer geológico.

Objetivos específicos

- Estudiar los métodos más usados de perforación, los equipos y las herramientas para perforar, así como las prácticas y técnicas empleadas.
- Concientizar al estudiante acerca del rol del profesional en geología en la supervisión de pozos.

Se pretende facilitar el proceso de aprendizaje de conocimientos y experiencias que le permitan al profesional en geología desenvolverse eficientemente en los campos geológicos donde se utilizan perforaciones con diferentes objetivos, además de propiciar el desarrollo del pensamiento crítico sobre las distintas operaciones realizadas en el proceso de perforación.

3. Contenidos

CAPITULO I Historia y desarrollo de los sistemas de perforación a nivel mundial. Historia de las perforaciones en Costa Rica. Situación de la perforación en el país, legislación, especificaciones.

CAPITULO II Tipos de perforaciones según su uso. Perforación con herramientas manuales y máquinas pequeñas. Pozo excavado: descripción y construcción con picos y palas o equipo para excavación como cucharas de acero, acabado del pozo con ademe de madera, ademe monolítico de concreto, ladrillo o bloque de concreto, metálicos.

Pozo taladrado: construcción con taladros manuales o impulsados con fuerza motriz ademado y terminado.

Pozo clavado: Se estudia la construcción de pozos de pequeño diámetro clavando punteras, desarrollo de flujo libre y pozos múltiples.

Pozos a chorro: En este método se estudia la perforación de pozos con agua a presión.

CAPITULO III Perforación con herramientas de cable o sistema de percusión: Características del sistema, elementos básicos de una máquina perforadora, equipo mínimo para un trabajo de perforación.

Herramientas de perforación: protector de cable, protector de hilos o roscas, porta cable giratorio, tijera de perforación, barra de peso, trepano o barreno. Verticalidad de perforación.



Arreglo de herramientas: recomendaciones para arreglo de trépanos; ángulo de luz, ángulo de penetración (fillo) superficie de desgaste filo rectificador, superficie de trituración, canal de evacuación, perfil del ángulo de penetración y sección transversal de trepano.

Cucharas: cucharas de fondo plano, de válvula de dardo, bomba de arena, eslabón de la cuchara.

Herramientas de rescate o pesca: bloque para impresiones portacable fijo, tijeras de pesca, destrabadores, pesca herramienta de mordaza o cuñas, pesca herramienta por fricción, pescador de combinación, gubia, arpones, cortador de cable.

Ademe de hincar, cribas y zapatas: descripción, tipos de ademe, zapatas, prensas, golpeadoras, cabezas golpeadoras, elevadores, mordazas, caimanes, rejillas o cribas, pistón desarrollador.

Cables: cable de perforación, cable de cuchareo, cable de entubamiento, eficacia de las uniones de cable, sistema de fijación de cable al mandril.

Hincado de tubería, procedimiento, uso de la tijera, velocidad de perforación por percusión.

Dificultades de perforación: causas de torceduras de pozos, pérdidas de herramientas causas: rotura de hilo macho, uniones de las herramientas despegadas, rotura del cable de perforación, disminución del hoyo, rotura de la tijera, etc.

CAPITULO IV Método de Perforación rotaria.

Elementos fundamentales: proceso de perforación, equipos para perforación, sistema de circulación de lodo, eslabón giratorio, vástago giratorio, trépanos, herramientas de pescar, elevadores, muestreo litológico, reconocimiento de acuíferos, prueba de acuíferos, dificultades de perforación, pozos torcidos, lodos de perforación, tipos, funciones. Sistema de circulación inversa.

Perforación a rotopercusión con martillo de fondo.

Perforación de diámetro pequeño, herramientas, procedimiento, circulación inversa y de diámetro grande.

Método de perforación rotaria para extracción de testigos o saca núcleos, coronas para sondeos, tubos de testigo, tipos de máquinas para sondeos, presión sobre la corona, desviaciones, brocas de diamante, velocidad de rotación. Aplicaciones en el campo de la minería. Sistema Motriz, sistema hidráulico, sistema cabeza rotaria, línea de perforación, sistema wire line, tubería de perforación. RQD.

CAPITULO V Terminación de pozos: Ensayos en acuíferos y aislamiento de unidades hidrogeológicas, armado final del pozo, cementaciones, sello sanitario, se incluye en este capítulo la escogencia de ademe definitiva y rejillas y colocación de empaques de grava. Construcción y diseño de piezómetros, dispositivos para el monitoreo de niveles en pozos de agua, cámaras, drivers, etc. Perforaciones para la evaluación ambiental de proyectos.

Desarrollo de pozos por bombeo y sobrebombeo, desarrollo por aire comprimido, desarrollo por pistoneo. Mantenimiento de pozos. Problemas de calidad del agua en el pozo.



CAPITULO VI Bombas para pozo profundos. Bombas aspirantes de pistón, combinación de una bomba de superficie, con una bomba de eyector dentro del pozo, bomba centrífuga (de turbina) sumergida en el pozo con motor en la superficie, bombas acopladas directamente a sus motores eléctricos y sumergidos junto con éstos en el pozo.

CAPITULO VII Supervisión de pozos y presupuesto:
Control diario de la perforación, control periódico de la perforación, planilla de resumen de la perforación. Determinación de costos: mano de obra, materiales, amortizaciones, intereses y repuestos y reparaciones, etc. Informe final del pozo, rol del profesional en geología en el proceso de supervisión de pozos.

CAPITULO VIII Pozos en campos geotérmicos. Introducción, características de estos pozos, criterios para la ubicación de pozos, métodos de perforación, lodos de perforación, equipos.

CAPITULO IX Perforaciones Petroleras:

- 1) Área de perforación, partes de la torre, operaciones de perforación, pruebas de formación.
- 2) Prevención de reventones. Presión de formación, presión hidrostática con la presión de formación, formación de presión anormal, cómo se identifica el reventón, cómo se domina la amenaza del reventón.
- 3) Equipo rotatorio y sus componentes. Torre o mástil, sistema de energía, sistema de elevación, equipo rotatorio, sistema de circulación del lodo.
- 4) Las barrenas, barrena de rodillos, barrena de insertar, barrenas de diamante, barrenas de arrastre o fricción.
- 5) Fluidos de Perforación: Definición, función de los lodos, propiedades de los lodos, tipos de fluidos de perforación.

CAPITULO X Perforaciones aplicadas en túneles y construcción de obras civiles. Otros sistemas modernos de perforación experimentales. Diagramas de Perforación. Perforación sónica, perforación mediante inducción de tensiones térmicas y tensiones mecánicas, las de fusión y vaporización de rocas, las de perforaciones químicas. Perforaciones para recarga artificial de acuíferos.

Nota: En este curso se seguirá la normativa que aparece en la Ley N.º 7476, Ley contra el Hostigamiento Sexual en el Empleo y la Docencia y en el Reglamento de la Universidad de Costa Rica en contra del hostigamiento sexual. Se entiende por hostigamiento sexual toda conducta de naturaleza sexual indeseada por quien la recibe, reiterada, o bien que, habiendo ocurrido una sola vez, provoque efectos perjudiciales. Además, se seguirá lo indicado en todos los reglamentos que tiene la Universidad de Costa Rica.



4. Metodología

Las lecciones serán virtuales ya sea sincrónicas o asincrónicas según se indica en el cronograma del curso aunque pueden haber variantes según el avance del curso, para lo cual se avisará previamente. Se utilizarán medios audiovisuales disponibles para conocer los equipos y el proceso de perforación, además los estudiantes realizarán lecturas, tareas o quices para cada tema. A lo largo del semestre cada persona contribuirá en la elaboración de un glosario sobre los términos y herramientas usadas en el proceso de perforación. Se realizará un foro asincrónico para discutir la legislación vigente en el país. Semanalmente se tendrá una cápsula informativa acerca de algún tema relevante en el mundo de la perforación, las instrucciones de la actividad se darán en las primeras dos semanas de clases.

Se realizará una investigación bibliográfica de algún tema relacionado con los contenidos propuestos, la docente suministrará una lista de posibles temas al inicio del semestre; los detalles de esta investigación se estarán dando en las primeras dos semanas de clases, se debe entregar un documento escrito y además de realizar un video corto en donde se presenten los aspectos más relevantes de la investigación, el video y el documento escrito deben entregarse en las fechas indicadas en la guía respectiva, según la temática del programa. Los trabajos se deben entregar en las fechas indicadas en la guía respectiva, se descontarán 5 puntos por cada día que pase posterior a la fecha de entrega, hasta un máximo de tres días, posteriormente no se aceptarán tareas. Se contará con la presencia de algunos expositores invitados para desarrollar temas seleccionados en forma virtual.

Para cada actividad propuesta se brindará una guía de trabajo y además una rúbrica para considerar los aspectos por evaluar.

Todos los trabajos deben incluir la bibliografía con citas en formato APA.

Se usará la plataforma de Mediación Virtual de la Universidad de Costa Rica como medio oficial para el desarrollo de las actividades propuestas en el programa del curso, por lo que cada estudiante debe ingresar durante la primera semana de clase y matricularse en el aula virtual en la siguiente dirección: <https://mediacionvirtual.ucr.ac.cr>

Temas de investigación:

- 1) Técnicas para medir la verticalidad en pozos, ejemplo, casos en Costa Rica (Tema 4).
- 2) Perforaciones usando taladros (auger) de eje sólido (Solid-Stem Auger) y de eje hueco (Hollow-Stem Auger), descripción de los métodos, componentes, herramientas, aplicaciones, ventajas y desventajas de ambos sistemas. Aplicaciones en geotecnia, hidrogeología y evaluaciones ambientales (Tema 4).
- 3) Lodos de perforación: usos, tipos, especificaciones, preparación, control durante la perforación (Tema 4).
- 4) Perforaciones y voladuras: aplicaciones en minería, estudio de caso (Tema 4).
- 5) Diseño de empaques de grava, ejemplo (Tema 5).
- 6) Geofísica de pozos, ejemplo (Tema 5).



- 7) Ensayos geotécnicos para medir permeabilidad en macizos rocosos, Lugeon, Lefranc, ejemplos (Tema 5).
- 8) Técnicas para el desarrollo de pozos para agua, especificaciones y requerimientos, estudio de caso (Tema 5).
- 9) Pozos de monitoreo: materiales, diseños, ensayos para medir conductividad hidráulica, requerimientos y aplicaciones (Tema 5).
- 10) Mantenimiento de pozos por problemas en la calidad del agua subterránea (Tema 5).
- 11) Control de la calidad y protocolos de seguridad en las perforaciones (Tema 7).
- 12) Fracturación hidráulica (fracking); estudio de caso (Tema 8).
- 13) Pozos de reinyección usados en geotermia (Tema 8).
- 14) Perforación sónica, estudio de caso (Tema 10).
- 15) Pozos para la recarga artificial de acuíferos (MAR) (Tema 10).
- 16) Perforación mediante inducción de tensiones térmicas y tensiones mecánicas, ejemplos (tema 10).
- 17) Perforaciones de fusión y vaporización de rocas y perforaciones químicas, ejemplos (Tema 10).
- 18) En el caso de que se agoten los temas sugeridos se aceptarán temas propuestos por parte de la persona estudiante con el visto bueno de la docente del curso.

5. Cronograma

# Semana	Fecha	Modalidad	Tema	Actividad
1	16-20 agosto	Sincrónica	Capítulo 1	Presentación, lectura, línea de tiempo del desarrollo de la perforación en Costa Rica
2	23-27 agosto	Asincrónica	Capítulo 2	Lectura, foro (asincrónico) sobre la legislación en torno a la perforación en Costa Rica, glosario. Cápsula informativa
3	30 agosto-3 setiembre	Sincrónica	Capítulo 3	Presentación, Cierre del foro (asincrónico) sobre la legislación en torno a la perforación en Costa Rica. Cápsula informativa. Asignación del estudio de caso 1



4	6-10 setiembre	Sincrónica	Capítulo 3	Presentación, glosario Cápsula informativa
5	13-17 setiembre	Asincrónica	Capítulo 4	Lectura Cápsula informativa Entrega del estudio de caso 1
6	20-24 setiembre	Sincrónica	Capítulo 4	Presentación Asignación del estudio de caso 2, glosario Cápsula informativa
7	27 set. – 1 octubre	Asincrónica	Capítulo 5	Lectura Entrega virtual del estudio de caso, glosario Cápsula informativa Entrega del estudio de caso 2
8	4 - 8 octubre	Sincrónica	Capítulo 5	Presentación Cápsula informativa Asignación del estudio de caso 3
9	11-15 octubre	SEMANA DE DESCONEXION TECNOLÓGICA (NO HAY CLASES)		
10	18 - 22 octubre	Asincrónica	Capítulo 6	Presentación Cápsula informativa Entrega del estudio de caso 3
11	25 - 29 octubre	Asincrónica	Capítulo 7	Lectura Video, cuestionario, glosario Cápsula informativa
12	1 - 5 noviembre	Sincrónica	Capítulo 8	Videoconferencia/invitado (a) Cápsula informativa Entrega del estudio de caso 4
13	8 - 12	Asincrónica	Capítulo 8	Cápsula informativa



	noviembre			Congreso Geológico
14	15 - 19 noviembre	Sincrónica	Capítulo 9	Videoconferencia/invitado Cápsula informativa
15	22 - 26 Noviembre	Sincrónica	Capítulo 10	Lectura Videos, cuestionario Cápsula informativa
16	29 nov. – 3 diciembre	Asincrónico	Atención de consultas	Entrega de promedios

5. Recursos

Debido a que el curso se desarrollará en forma virtual, la persona estudiante debe contar con acceso a internet para descargar los materiales del curso e interactuar en las sesiones sincrónicas y asincrónicas programadas. Semanalmente, se facilitarán los materiales del curso en el aula virtual respectiva, por lo que cada persona será responsable de revisar las actualizaciones y cumplir con las actividades planificadas durante el semestre. Se realizarán actividades tanto en forma sincrónica como asincrónica tal y como se indica en el cronograma del curso por lo que se espera una participación activa de cada persona.

6. Evaluación

Se contempla la ejecución de distintas herramientas para el desarrollo de destrezas en el curso, tales como: lecturas, cuestionarios, estudios de caso, quices, entre otros; se realizará un foro acerca de la legislación sobre la perforación en Costa Rica para conocer las regulaciones existentes y la responsabilidades a nivel profesional en esta materia. Se propone la construcción colectiva de un glosario de términos técnicos usados en la perforación. Además, semanalmente una persona brindará compartirá un video en donde se comente alguna noticia relevante en el mundo de la perforación. Finalmente, cada persona realizará un proyecto de investigación sobre algunos de los temas suministrados. Las indicaciones de los trabajos y sus respectivas rúbricas se facilitarán en el momento en que se asignen.

Desglose de la evaluación



Desarrollo de destrezas (cuestionarios, tareas o quices, estudios de caso)	35 %
Foro acerca de la legislación sobre la perforación en Costa Rica	15%
Glosario	15%
Video semanal sobre alguna noticia de la perforación a nivel mundial www.geodrillinginternational.com/app/ www.nationaldriller.com	10%
Trabajo de investigación individual	
Avance del proyecto	5%
Trabajo escrito del proyecto	10 %
Video/presentación oral	10%
TOTAL	100 %

7. Bibliografía recomendada

Benítez, A. 1972. Captación de aguas subterráneas: nuevos métodos de prospección y de cálculo de caudales. P. 619.

Craft, B; Holden, W; Graves, E.1962. Well design: drilling and production, P. 571.

Comisión Docente Curso Internacional de Hidrología Subterránea (Edit.).2009. Hidrogeología. Fundación Centro Internacional de Hidrología Subterránea, FCIHS, P. 768.

Cumming, J. 1956. Diamond drill handbook. Edit. Smith & Sons.P.655.

Custodio, E. y Llamas, M.1976. Hidrología Subterránea, Tomos I y II. Edit. OMEGA.

Denyer, P, Kussmaul, S., (Compiladores).1994. Atlas geológico de la Gran Area Metropolitana, Costa Rica. Edit. Tecnológica de Costa Rica. P.275.

Driscoll, F.2003. Groundwater and Wells. Johnson Screens. P.1089.



- Fetter, C.W.2001: Applied Hydrogeology. Edit. Prentice Hall, Inc. P. 598.
- Fetter, C.W.1992. Contaminant hydrogeology. McMillan Publishing Co. P.457.
- Gibson, U.; Singer, R.1986. Manual de los pozos pequeños: localización, diseño, construcción, uso y conservación. México Editorial Limusa P. 181.
- González del Vallejo, L. 2002. Ingeniería geológica. Edit. Prentice Hall. P. 715.
- Gusev, V; Kiasimov, N.; Alfonso, S. & Cejas, Q.1973. Manual técnico de Perforación de pozos. P. 496.
- Guswa, J.1984. Groundwater contamination and Emergency Response Guide. Park Ridge, N.J. P. 490.
- H.Armstead, H.1989. Energía Geotérmica. Edit.Limusa, México, D.F. P. 504.
- Johnson Division, UOP Inc.1966. Diseño de pozos de agua. P. 27.
- Johnson, E. Division. 1975. El agua subterránea y los pozos.
- Martínez, T.1962. Pozos para agua potable: su hidrología, construcción y operación. P.135.
- Proyecto de Investigaciones de Aguas Subterráneas, Universidad de Costa Rica, AyA, Organización Mundial de la Salud.1968. Manual curso para perforadores de pozos. P. 317.
- Ritzius, DE; Hodgson, S; Guerard, W; Wilkinson, ER; Lande, Don.1983. California oil,gas and geothermal resource, An Introduction. California Division of Oil and Gas. P. 85.
- Roscoe Moss Company.1990. Handbook of groundwater development. John Wiley & Sons Inc. P.493.
- USEPA. 1977. Manual of water well construction practices. EPA-570/9-75-001
- Vozdvizhenski, B; Golubintsev, O; Novozhilov, A. 1982. Perforación de exploración. P. 525.



UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA

ECG

Escuela Centroamericana
de Geología

Sitios web de interés:

<http://www.da.go.cr/legislacion+.html>

<http://www.ngwa.org/pubs/gwmr/Pages/default.aspx>

<https://water.usgs.gov/edu/earthgwwells.html>

www.geodrillinginternational.com/app/

www.nationaldriller.com

<https://iah.org/>