**Programa Curso**

Semestre Primavera 2019

**Carrera Geografía**

|  |  |
| --- | --- |
| **Nombre del Curso** | **Código** |
| INTRODUCCIÓN A LA GLACIOLOGÍA | AUG 60006-1 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Profesor | Dr. FRANCISCO J. FERRANDO A. | Carácter | Electivo |
| Ayudante(s) | S/Ayudante | Régimen | Semestral |
| Monitor(es) |  | Créditos | 3 (DD: 4,5 h/s) |
| Requisitos | Hidrología | Nivel | 5° a 6° Semestre |

|  |
| --- |
| **Descripción general y enfoque** (se sugiere un máximo de 22 líneas) |
| Entregar los conocimientos básicos de la glaciología, considerando los aspectos conceptuales, morfológicos, estructurales, dinámicos y evolutivos, y los efectos en el paisaje y en la hidrología, así como los impactos del GCC y de las actividades extractivas en alta montaña. Secuelas en sus funciones ambientales y socioeconómicas. |

|  |
| --- |
| **Requisitos del estudiante** |
| Alumnos interesados en la criosfera y el glaciosistema, su relevancia como recurso natural, y su valoración como parte fundamental del medio ambiente natural y del medio ambiente construido desde una óptica sustentable de largo plazo.  Poseer aptitudes físicas compatibles con el montañismo y contar con equipo básico de montaña. |

|  |
| --- |
| **Objetivos de la asignatura (general y específicos)** |
| * Familiarizar al alumno con los conceptos glaciológicos básicos. * Entregar una visión global de los glaciares y su situación en el mundo. * Formar un acervo cognitivo y comprensivo de los aspectos morfológicos y dinámicos de los cuerpos de hielo y los mecanismos que los rigen. * Interiorizar de las tipologías y clasificaciones de glaciares y sus principios. * Confrontar las interacciones de las actividades humanas con la criosfera. |
| **Contenido y fechas** | |
| |  |  |  | | --- | --- | --- | | **CLASE** | **FECHA** | **ACTIVIDAD** | | **1** | **29/7** | Presentación Curso. CONCEPTOS GLACIOLÓGICOS BÁSICOS:Glaciología; Nieve; Neviza; Glaciar; Diagénesis; Problemas de la definición de Glaciar.  LOS MATERIALES BÁSICOS: Características de la Nieve (Snow), la Neviza (Firn, Nevé), y el Hielo (Glacial ice). Evolución: Transformación de la Nieve en Neviza y en Hielo; Cambios de porosidad y densidad; Densidades típicas según Paterson (1981); Crecimiento de los cristales de hielo. | | **2** | **5/8** | DISTRIBUCIÓN DE LOS HIELOS EN EL MUNDO: Distribución de los Hielos por franjas latitudinales; Distribución de los Hielos por Continentes; Los 13 Cuerpos de Hielo más extensos del Mundo; Clasificación de Glaciares según su espesor máximo (Corber, 1962). CONCEPTOS ASOCIADOS A LA DINÁMICA DEL HIELO: Límite de neviza (Firn edge); Línea de Neviza (Firn line); Trim line; Treeline; Timber line; Tidal Glaciers; Grounding line; Hinge line; Pinning Point. | | **3** | **12/8** | PARTES DE UN GLACIAR: Zona de alimentación; Nevero; Zona de ablación; Lengua; Zona de nieve seca; Zona de percolación; Zona de nieve húmeda; Zona de hielo sobreimpuesto. Puerta del glaciar; Río o torrente proglacial. | | **4** | **19/8** | Entrega y Exposición de trabajo (Lectura) | | **5** | **26/8** | LINEAS REGIONALES DE NIEVE: Línea de Nieves Estacionales; Línea de Nieves Persistentes; Línea de Nieves "Orográfica"; Línea de Nieves Persistentes Regional. | | **6** | **2/9** | MOVIMIENTO DE UN GLACIAR: Características; Estructuras Resultantes del Movimiento del Hielo: Foliación; Pliegues; Diques o Burletes; Ojivas; Grietas transversales; Grietas Longitudinales; Grietas marginales y radiales; Rimaya. Seracs; Crevasas. | | **7** | **9/9** | FORMAS DE CONSUNCIÓN GLACIAL: El balance de masa negativo; Penitentes; Mesas Glaciales; Water Gaps Supraglaciales; Molinos; Dirt cones. Rol del manto detrítico superficial. Detección de cuerpos de hielo enterrado. Glaciares rocosos como etapa final de la evolución de los glaciares descubiertos. | | **8** | **16/9** | **Primera Prueba** | | **9** | **23/9** | CLASIFICACIÓN DE GLACIARES:  I.- Clasificación según su estado físico-térmico: Balance térmico; Los glaciares fríos; Los glaciares temperados; Los glaciares poli-termales.  II.- Clasificación según dinámica: Balance de masa; Los glaciares activos; Los glaciares pasivos; Los glaciares inactivos. | | **10** | **30/9** | III.- Clasificación según formas: Inlandsis; Calotas; Campos de Hielo; Glaciares de Circo; Glaciares colgantes; Glaciares de valle; Glaciares de piedmont. Otros: Glaciares de entorno convergente; Glaciares reconstituidos. Clasificación de Cailleux. | | **11** | **7/10** | LOS CAMPOS DE HIELO NORTE Y SUR: Características; Nunataks; Divisorias; Caudales.  AMPLITUD Y VELOCIDAD DE LA EROSIÓN GLACIAL: amplitud, velocidad de desgaste, dureza de las rocas, mecanismos de la erosión glacial: rol del sistema periglacial, vaciado glacial, otros mecanismos. | | **12** | **14/10** | GEOMORFOLOGÍA GLACIAR: Erosión Glaciar; Transporte (dislocamientos; bloques erráticos, escamas); Sedimentación. Formas mayores: Partes y formas asociadas a un glaciar de valle: Circo, Auge, Artesa, Umbral, Cerrojo o Verrou, Cubeta u Ombligo, Hombreras, Drumlins, dorsos rocosos, Grag and tail. Formas menores: Acanaladuras, estrías, scratching, grooves, rocas aborregadas, media luna, pulidos. | | **13** | **21/10** | Formas depositacionales: Tipología de morrenas, eskers, terrazas de kames, Till, crioconitos. Otros tipos de valles glaciales: Valle colgado, Fiordo.  HIDROLOGÍA ASOCIADA: Lagos de represa morrénica; Lagos de umbral glacial; Cascadas; Pingos. | | **14** | **28/10** | LOS GLACIARES ROCOSOS O ENTERRADOS: ¿Que son los Glaciares Rocosos?: Génesis de los Glaciares Rocosos; continuum filogenético; **permafrost**, glaciares rocosos y capa activa; principios de la clasificación morfológica; grupos morfológicos principales. | | **15** | **4/11** | Condiciones generales de formación de los glaciares rocosos; Modelos de Avalancha e Hidrostático (Mod. de Burger K.C. et al, 1999). Los glaciares rocosos como reserva hídrica. | | **16** | **11/11** | **Segunda Prueba** | | **17** | 16 a 18/11 | **Terreno Glaciar Juncal Norte, Parque Andino del Río Juncal, Valle del Aconcagua.** | | **18** | 25/11 | **Examen (Solo para promedios 3.00 a 3.94)** | | |

|  |
| --- |
| **Estrategias de enseñanza-aprendizaje (metodología)** |
| Sesiones expositivas; Lecturas; Reconocimiento de formas y procesos en terreno; Exposición trabajos alumnos. |

|  |
| --- |
| **Sistema de evaluación** |
| **EVALUACION:** Los alumnos tendrán las siguientes notas:  Se efectuarán dos controles escritos y un trabajo de investigación y exposición grupal. El alumno que no rinda las pruebas o no participe del trabajo y la exposición en las fechas programadas tendrá la calificación mínima (nota 1.0), salvo situaciones realmente justificadas cuya evaluación es de exclusiva resolución del profesor.  **Ponderación de las Notas Promedio**: La ponderación de las notas corresponde a un 30 %  para cada prueba, un 20 % para trabajo y un 20% para su exposición.  **ASISTENCIA:** Se exige un mínimo de 80% asistencia al Electivo. Quien no satisfaga éste porcentaje será eliminado del curso. Se aceptarán licencias médicas o informes de la asistente social como justificación. La actividad de terreno es obligatoria (causal de reprobación). |

**TERRENOS**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Salida a terreno 1** | | | |
| **Fecha** | **Docentes** | **Destino y lugar** | **Área de estudio** |
| 16 a 18/Nov | Dr. F. Ferrando | Glaciar Juncal Norte | Valle del Río Juncal en Nacimiento Río Aconcagua – V Región |
| **Región** | **Km. a recorrer** | **Hora salida y llegada** |
| Valparaíso | 900 | 8:30 - 19:00 |

|  |
| --- |
| **Documentación Bibliográfica** |
| Básica de la especialidad (Artículos – Tesis) |
| BALLANTYNE, K. C.. 1984. The late Devensian periglaciation of upland Scotland. *Quaternary Science Reviews*, 3: 311-343.  BALLANTYNE, K. C. & ARRIS. 1994. Gibbsitic soils on former nunataks: Implications for ice sheet reconstruction. *Journal of Quaternary Science*, 9: 73-80.  BARSCH, D.. 1971. Rock glaciers and ice-cored moraines. Geografiska Annaler, 53ª: 203- 206.  BARSCH, D.. 1987a. The problem of the ice-cored rock glacier. In: Rock Glaciers. Giardino, J. R. et al Eds.. Allen & Unwin, Routledge, N. Y.. pp 45-53  BARSCH, D.. 1987b. Rock glaciers, an approach to their systematics. In: Giardino, J. R. et al Eds.: Rock Glaciers. Allen & Unwin, Boston. 41-44.  BARSCH, D.. 1988. Rockglaciers. In: Clark, M. J. (Ed.), Advances in Periglacial Geomorphology. Wiley, pp. 69-90.    BATES, B., KUNDZWICZ, Z., WU, S., PALUTOKOF, J., 2008. El cambio climático y el agua. Doc. Técnico IPCC. Ginebra, Suiza.  BELLISARIO, A., FERRANDO, F., JANKE, J. 2013. Water resources in Chile: The critical relation between glaciers and mining for sustainable water management. Revista Investigaciones Geográficas 46(2013):3-24. DOI: 10.5354/0718-9575.2013.30288  BLAGBROUGH, J. W. & FARKAS, S. E. 1968. Rock glaciers in the San Mateo Mountains, south-central New Mexico. *American Journal of Scienc*e, 266: 812-823.  BORDE, J.. 1966. Lo Andes de Santiago y su antepaís: estudio de Geomorfología. Université de Bordeaux, France. 559 pp. (Tesis de Doctorado).  BURGER, K.C., et al. 1999. Engineering geomorphology of rock glaciers. *Geomorphology*, 31:93-132.  CAPPS, S. R., Jr.. 1910. Rock Glaciers in Alaska. *Journal of Geology*, 18: 359-375.  CHARLESWORTH, J. K.. 1924. The Glacial Geology of the north-west of Ireland. Proceedings of Royal Ireland Academy. 36B: 174-314.  CORTE, A. E.. 1987. Central Andes rock glaciers: Applied aspects. In: Giardino, J. R. et al Eds.. Rock Glaciers. Allen and Unwin, London, pp. 289-304.  DA ROSA, K., VIEIRA, R., FERRANDO, F., SIMÕES, J. 2012. “Interpretação Geomorfológica e evolução do ambiente de deglaciação da Geleira Ecology, Ilha Rei George, Antártica. Pesquisa Antártica Brasileira (Brazilian Antarctic Research). Vol 5, págs 81-94.  DA ROSA, K., VIEIRA, R., FERRANDO, F., SIMOES, J. 2010. “Geomorfologia aplicada a reconstrução e ao monitoramento do impacto das mudanças climáticas em ambientes glaciais”. Revista de Geografia. (Recife) 1(2010): 102-114. UFPE-DCG/NAPA, v. especial VIII SINAGEO. (ISSN)  DA ROSA, K., VIEIRA, R., FERRANDO, F., SIMÕES, J. 2009. Feições sedimentológicas e geomorfológicas do ambiente de deglaciação das geleiras Wanda e Ecology, ilha Rei George, Antártica. ***Pesquisas em Geociências***, 36 (3): 315-326, Set./Dez. 2009. Ins. de Geociencias, Univ. Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil E-ISSN 1807-9806.  DOMARADZKI, J.. 1951. Blockströme im Kanton Graubünden. Ergebnisse der wissenschaftlichen Untersuchung des schweizerischen nationalparks. Kommission der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft, III/24, 177-235 pgs..  ESPIZÚA, L. y AGUADO, C.. 1984. Inventario de Glaciares y Morrenas entre los 29° y 35° de latitud sur, Argentina. En: Jornadas de Hidrología de Nieve y Hielo en América del Sur. Vol. I. Santiago, Chile  EVANS, D. J. A.. 1993. High latitude rock glaciers, a case study of forms and processes in the Canadian arctic. *Permafrost and Periglacial Processes*, 4: 17-35.  FERNÁNDEZ N., H. A., Y FERRANDO A., F. J. 2018. “Glaciares rocosos en la zona semiárida de Chile: relevancia de un recurso hídrico sin protección normativa.” Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía 27 (2): 338-355.  FERRANDO, F. 2018. Acerca de una política nacional del agua y los glaciares. En: La Via Medioambiental: Desafios y proyecciones para un Chile futuro (Págs. 183-190). Pub. por el Ministerio de Medio Ambiente de Chile. Edit. P. Salinas Q., RPI: 100171. 273 págs. ISBN 978-956-7204-70-0.  FERRANDO F. 2017. Sobre la distribución de Glaciares Rocosos en Chile, análisis de la situación y reconocimiento de nuevas localizaciones. Revista Investigaciones Geográficas 54: 127-144  FERRANDO A., F. J. 2014Glaciar Pirámide: Glaciar rocoso subtipo cubierto y efectos del calentamiento en la Cordillera de Los Andes de Chile Central. En*: Avances, métodos y técnicas en el estudio del periglaciarismo. Gómez O., A; Salvador Franch, F; Oliva F., M; Salvá C., M. (eds.). Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona, Barcelona. Págs. 135 a 147. ISBN 978-84-475-3830-0.*  FERRANDO, F., VIEIRA, R., DA ROSA, K.K. 2009. “El calentamiento global y la Criosfera: Procesos y evidencias en el Glaciar Wanda, Isla Rey George”. Revista Investigaciones Geográficas 41: 25-40.  FERRANDO A., F. J. 2003: Aspectos Conceptuales y Genético-Evolutivos de los Glaciares Rocosos: Análisis de caso en los Andes Semiáridos de Chile. Revista Geográfica Terra Australis, 48: 43-74.  FERRANDO A., F. J. 2002. Las Glaciaciones Cuaternarias en Chile: Visión general. Revista Geográfica de Chile Terra Australis, 47: 129-165, figs., fotos, mapas.  FERRANDO A., F. J.. 1996. Glaciares Relictuales en el marco andino del semiárido de Chile, IV Región: Análisis de caso. En: I Taller Internacional de Geoecología de Montaña y Desarrollo Sustentable de los Andes del Sur. The United Nations University. Págs 287-298.  FERRANDO A., F. J.. 1978. Descripción Geomorfológica General de la IV Región de Coquimbo, Chile. Informe Técnico CIREN-CORFO. Publicación 20-6. Santiago-Chile.  HAEBERLI, W.. 1985. Creep of mountain permafrost; internal structure and flow of alpine rock glaciers. 142 pp. *Mitteilungen der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie Eidgenoessische Technische Hochschule in Zuerich*, Zurich, Switzerland.  HUGHES, O. L.. 1966. Logan Mountains, Y. T.: Measurements on an Rock Glacier. Ice, 20: 5.  HUMLUM, O.. 1982. Rock glacier types of Disko, central west Greenland. *Norsk Geografisk Tidsskrift*, 82: 59-66.  IMHOF. M.. 1996. Modelling and verification of the permafrost distribution in the Bernese Alps, Western Switzerland. *Permafrost and Periglacial Processes 7: 267-280.*  INOUE, J. & YOSHIDA, M.. 1980. Ablation and heat exchange over the Kumbu Glacier. *Seppyo*, 42: 26-33.  JANKE, J., BELLISARIO, A., FERRANDO, F. 2015. Classification of Debris-Covered Glaciers and Rock Glaciers in the Andes of central Chile. Geomorphology 241(2015):98-121. Elsevier (ISI). Doi:10.1016/j.geomorph.2015.03.034  JOHNSON, P. G. 1980a. Glacier-rock glacier transition in the southwest Yukon territory, Canada. *Arctic and Alpine Research*, 12: 195-204.  JOHNSON, P. G. 1980b. Rock glaciers: glacial and non-glacial origins. *International Association of Scientific Hydrology, Publication* 126: 285-293.  JOHNSON P. G.. 1984. Rock glacier formation by high-magnitude low-frecuency slope processes in the southwest Yukon. *Annals of the Association of American Geographers 74(3): 408-419.*  KICK, W.. 1962. Variations of some central Asiatic glaciers. In: Variations of the regime of existing glaciers: Symposium of Obergurg1. Commission of snow and ice, International Association of Scientific Hydrology Pub. 58: 223-229.  KRAINER, K. & W. MOSTLER, 2000. Aktive Blockgletscher als Transportsysteme für Scuttmassen im Hochgebierge: Der Reicenkar Blockgletcher in den westlichen Stubaier Alpen. *Geoforum Umhausen – Band 1:*28 – 43. Innsbruck.  KRAINER, K. 2001. Web page of the Rock Glacier Working Group, Institute for Geology and Paleontology, University of Innsbruck. (www.uibk.ac.at)  LLIBOUTRY, L. 1953: El origen de los Penitentes. Revista Informaciones Geográficas, 3:1-9.  MARANGUNIC D., C. 1976. El Glaciar de Roca "Pedregoso", Río Colorado, V Región. En: Actas del Primer Congreso Geológico Chileno. Tomo I, Sección D, pp. 71-80. Santiago, Chile.  MARANGUNIC, C. 1979: Inventario de glaciares Hoya del río Maipo. MOP / DGA, Santiago, 65 p.  MARTIN, H. E. & WHALLEY, W. B.. 1987. Rock Glaciers: Part I. Rock Glacier morphology, classification and distribution. Progress in Physical Geography 11(2): 260-282.  MARTINEZ REYES, CAROLINA DEL PILAR. s/f . Fluctuaciones Volumétricas de los Glaciares de la Sierra Velluda (37º 27'S y 71º 24'W) en las Últimas Décadas y sus Consecuencias en el Paisaje de Montaña del Parque Nacional Laguna del Laja. DIUC Nº 208.603.009-1.0. UDEC.  MESSERLI, B. & ZURBUCHEN, M.. 1968. Blockgletscher in Weissmies und Aletsch und ihre photogrammetrische Kartierung. *Die Alpen*, 44: 139-152.  MULLER, F. CAFLISH, M. & MULLER, G. 1977. Instructions for compilation and assemblage of data for TTS/WGI. UNESCO, Zurich, Suiza, 28p.  NAKAWO, M. & YOUNG, G. J.. 1981. Field experiments to determine the effect of a debris layer on ablation of glacier ice. *Annals of Glaciology*, 2: 85-91.  NAKAWO, M. & YOUNG, G. J.. 1982. Estimate of Glacier Ablation under a debris layer from surface temperature and meteorological variables. *Journal of Glaciology*, 28: 29-34.  ∅STREM, G.. 1959. Ice melting under a thin layer of moraine and the existence of ice in moraine ridges. *Geografiska Annaler*, 41: 228-230.  ∅STREM, G.. 1964. Ice-cored moraines in Scandinavia. Geografiska Annaler 46A: 282-337.  OUTCALT, S. E. & BENEDICT, J. B.. 1965. Photointerpretation of two types of rock glaciers in the Colorado Front Range, USA. *Journal of Glaciology*, 5(42): 849-856.  PASKOFF, R.. 1970. Le Chili Semiaride: Recherches Geomorphologiques. Ed. Biscaye Fréres. Bordeaux, France. 420 pp. (Tesis de Doctorado).  POTTER, N.. 1972. Ice-cored Rock Glaciers, Galena Creek, Northern Absaroka Mountains, Wyoming. *Geological Society of America Bulletin,* 83: 3025-3058.  POTTER, Jr. N., E.J. STEIG, D.H. CLARK, M.A. SPACE, G.M. CLARK & A.B.UPDIKE, 1998. Galena Creek rock glacier revisite – new observation on an old controversy. *Geografiska Annaler*, 80 A (3-4):251 – 265.  PUIG, A. y VALDIVIA, P.. 1977. Estudio Geomorfológico y Glaciológico en la Zona de la Laguna Negra. Alta Cordillera del Área Metropolitana. Depto. de Geología, Universidad de Chile. Santiago, Chile. (Tesis de Grado).  RIVERA, A., ARAVENA, J. & CASASSA, G. 1997. Recent Fluctuations of Glaciar Pío XI, Patagonia: Discussion of a Glacial Surge Hypothesis. Mountain Research and Development, 17(4): 309-322.  SCHRODER, J. F. et al. 2000. Debris-covered glaciers and rock glaciers in the Nanga Parbat, Himalaya, Pakistan. Geografiska Annaler 82A (1):17-31.  SOTO, M. V., FERRANDO, F., & VIEIRA, R. 2003: Características Geomorfológicas de Glaciares Rocosos y de la cuenca que los sustenta en Chile semiárido. Revista Investigaciones Geográficas 36: 1-16.  VALDIVIA, P.. 1984. Inventario de Glaciares de Los Andes de Chile central (32° a 35° lat. S.): Rios Aconcagua, Maipo, Cachapoal y Tinguiririca. En: Jornadas de Hidrología de Nieve y Hielo en América del Sur. Vol. I. Santiago, Chile.  VERE, D. M. & MATTHEWS, J. A..1985. Rock glacier formation from a lateral moraine at Bukkeholsbreen, Jotunheimen, Norway: a sedimentological approach. *Zeitschrift für Geomorphologie*, 29: 397-415.  WAHRHAFTIGH, C. & COX, A.. 1959. Rock Glaciers in the Alaska Range. Geological Society of America Bulletin 70: 383-436.  WHALLEY, W. B. & MARTIN. 1992. Rock Glaciers: II Models and Mechanisms. Progress in Physical Geography 16(2): 127-186.  WHALLEY, W.B. & C.F. PALMER, 1998. A glacial interpretation for the origin and formation of the Marinet rock glacier, Alpes Maritimes, France. *Geografiska Annaler*, 80 A (3-4):221 – 236. |

|  |
| --- |
| Complementaria: Libros |
| BENN & EVANS. 1998. Glaciers & Glaciations. Arnold Editors. London. 734 pp.  EMBLETON,C. & KING,C.1975: Glacial Geomorphology. Arnold, Londres, 563 p.  GATICA M., C. R.. 2000. Diccionario Geográfico. DIFROL-MRE. 428 P.  GIARDINO, J. R. *et al.* 1987. Rock Glaciers. London, Allen & Unwin editors. England.  HUBBARD, B. & GLASSER, N. 2005. Field techniques in Glaciology and Glacial Geomorphology. Ed. John Wiley & Sons Ltd. 400 págs.  HOOKE, R. 1998: Principles of Glacier Mechanics. Prentice Hall, New Jersey, 248 p.  HOOKE, R. 2005. Principles of Glacier Mechanics. Second Edition. Cambridge University Press. 429 págs.  LLIBOUTRY, L. 1956. Nieve y Glaciares de Chile: Fundamentos de Glaciología. Editorial Universitaria. Santiago, Chile. (471 pp.).  LLIBOUTRY, L. 1965. Traité de Glaciologie. Tomo I and II. Masson & Cie., París,France, 1040 p.  MARTINI, I.P., BROOKFIELD, M.E., & SADURA, S. 2001. Principles of Glacial Geomorphology and Geology. Ed. Prentice Hall Inc. 381 págs.  PATERSON, W. 1994: The Physics of Glaciers. 3rd ed. Pergamon Press, Oxford,UK, 480 p.  PATERSON, W.S.B., 1981. The Physics of Glaciers. Pergamon Press, 2nd Edition. 385 p.  POST, A. & LACHAPELLE, E. R.. 2000. Glacier Ice. University of Washington Press. Revised edition. 145 p.  WASHBURN, A. L. 1979. Geocryology. Edward Arnold Ed., London. |