



Máster en Geología: Técnicas y Aplicaciones 60430 - Métodos y técnicas en Geología

Guía docente para el curso 2015 - 2016

Curso: , Semestre: , Créditos: 12.0

Información básica

Profesores

- **Ignacio Arenillas Sierra** ias@unizar.es
- **Luis Eduardo Arlegui Crespo** arlegui@unizar.es
- **Marceliano Lago San José** mlago@unizar.es
- **Andrés Gil Imaz** agil@unizar.es
- **José Gisbert Aguilar** gisbert@unizar.es
- **Antonio Pérez García** anperez@unizar.es
- **Arsenio Muñoz Jiménez** armunoz@unizar.es
- **Carlos Sancho Marcén** csancho@unizar.es
- **María Cinta Fermina Osácar Soriano** cinta@unizar.es
- **Ignacio Ernesto Subías Pérez** isubias@unizar.es
- **José Ángel Sánchez Navarro** joseange@unizar.es
- **José Ignacio Canudo Sanagustín** jjcanudo@unizar.es

Recomendaciones para cursar esta asignatura

Esta asignatura va dirigida a los estudiantes que quieren adquirir una formación avanzada en los distintos métodos y técnicas de estudio de la Geología, tanto con fines de investigación básica como aplicada, así como la aplicación de estos conocimientos al diseño de las campañas de estudio.

Esta asignatura consta de tres unidades:

UNIDAD 1: Técnicas instrumentales: requisitos y aplicaciones (4 ECTS)

UNIDAD 2: Datación de materiales geológicos (4,5 ECTS)

UNIDAD 3: Diseños de campañas geológicas (3,5 ECTS)

Dado que la programación de la asignatura incluye un temario amplio y las sesiones presenciales tienen un carácter teórico-práctico, se recomienda una dinámica de trabajo continuado, que permita progresar adecuadamente en la asignatura y completar los cuestionarios o ejercicios de evaluación que permitan verificar la adquisición de las competencias durante el desarrollo de la asignatura

Actividades y fechas clave de la asignatura

Inicio de la asignatura: inicio del primer cuatrimestre según el calendario académico que se publica en la página web de la Facultad de Ciencias.

Jornada de prácticas de campo: según el calendario de campo que se apruebe para la titulación y que se puede encontrar en la web del Departamento de Ciencias de la Tierra.

Fechas de exámenes: según el calendario que se publica en la página web de la facultad.

Inicio

Resultados de aprendizaje que definen la asignatura

El estudiante, para superar esta asignatura, deberá demostrar los siguientes resultados...

- 1:** Identifica las principales propiedades de interés en la caracterización de materiales geológicos (físicas, mecánicas y químicas), así como conoce sus métodos de estudio y sus aplicaciones.
- 2:** Es capaz de valorar los requisitos operativos, de muestreo, económicos y administrativos de las distintas técnicas y métodos aplicables en geología, para prospección e investigación fundamental y aplicada.
- 3:** Sabe seleccionar las técnicas y métodos de laboratorio y de campo más adecuadas para obtener resultados acordes con los objetivos de un estudio geológico concreto.
- 4:** Conoce y es capaz de valorar los distintos métodos de datación en geología, siendo capaz de seleccionar los más adecuados al problema en estudio
- 5:** Tiene capacidad para planificar y gestionar una campaña de investigación geológica, interviniendo en todo su desarrollo.
- 6:** Sabe valorar económicamente un proyecto de estudio geológico, dimensionando adecuadamente los costes a los objetivos previstos y/o la metodología al presupuesto disponible.

Introducción

Breve presentación de la asignatura

En esta asignatura se dan a conocer los fundamentos y requisitos operativos de los métodos y técnicas más habituales en Geología y sus aplicaciones para resolver problemas en diferentes ámbitos de las Ciencias de la Tierra, valorando la adecuación de los resultados a cada problema concreto y dimensionando su aplicación.

Por su configuración, es una asignatura básica para poder progresar adecuadamente en el resto de los contenidos de la titulación, especialmente de las materias del segundo semestre y del trabajo fin de master.

Contexto y competencias

Sentido, contexto, relevancia y objetivos generales de la asignatura

La asignatura y sus resultados previstos responden a los siguientes planteamientos y objetivos:

La asignatura aporta una base fundamental a los alumnos que quieren dedicarse a realizar estudios en cualquier campo de la Geología ya que muestra un espectro muy completo de las técnicas más habituales utilizadas en Mineralogía y Petrología, Estratigrafía y Sedimentología, Paleontología, Geología Estructural y Geofísica, Geomorfología e Hidrogeología, y sus diversas aplicaciones.

El desarrollo de cualquier actividad de investigación básica o aplicada en geología, orientada a obtener información detallada y que pueda ser objeto de estudios avanzados o de la realización de modelos de los procesos y sistemas geológicos requiere:

- 1- tener un conocimiento amplio de las técnicas y métodos que pueden ser aplicados para alcanzar los objetivos previstos,
- 2- Conocer los requisitos de aplicación y valorar los costes y procedimientos asociados en cada caso
- 3- valorar qué resultados se pueden obtener mediante cada técnica o procedimiento y con qué grado de precisión
- 4- diseñar un plan de trabajo para obtener la información necesaria.

Con esta asignatura se pretende cubrir estos cuatro objetivos, abarcando el espectro más amplio posible de técnicas y temáticas de trabajo, familiarizando al alumno en las técnicas de muestreo, análisis de laboratorio e interpretación de datos geológicos. El estudiante, independientemente de cuales sean sus perspectivas futuras, adquiere una visión amplia e integrada de las técnicas y métodos de los que se dispone actualmente, para poder adecuarlos a sus necesidades futuras y poder diseñar un plan de trabajo ajustado a los requerimientos y limitaciones de cada caso concreto.

Contexto y sentido de la asignatura en la titulación

Esta asignatura, junto con las de "Tratamiento, representación y modelización de datos geológicos" y "Comunicación científica y técnica", constituyen el grupo de materias obligatorias de la titulación (todas ellas impartidas en el primer semestre), con un marcado carácter transversal y básico para el desarrollo del resto de los contenidos de la titulación.

En esta asignatura, se pretende que el estudiante adquiera un conocimiento amplio de las diferentes técnicas y métodos, así como sobre el diseño y cuantificación de recursos para la elaboración de un plan de trabajo.

Al superar la asignatura, el estudiante será más competente para...

- 1:
 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.
 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.
 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.
 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un

modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

- Ser capaces de valorar la problemática de representatividad, exactitud, precisión e incertidumbre en la toma de muestras y de datos de campo y laboratorio.

- Haber desarrollado la autonomía suficiente para participar en proyectos de investigación y colaboraciones científicas o tecnológicas y, si fuese necesario dirigir y/o coordinar equipos de trabajo dentro del ámbito de las Ciencias de la Tierra, en contextos interdisciplinares, en su caso, con una alta componente de transferencia del conocimiento.

- Ser capaces de asumir la responsabilidad del propio desarrollo profesional y de su especialización en uno o más campos de estudio dentro de la Geología.

- Reconocer y respetar los puntos de vista y opiniones de los otros miembros del equipo y ser capaz de evaluar la propia actuación como individuo y como miembro de un equipo.

- Ser capaces de gestionar, discriminar y seleccionar las fuentes de información bibliográfica.

- Desarrollar la capacidad de analizar, sintetizar y resumir información geocientífica previa de manera crítica.

- Ser capaces de reunir e integrar varios tipos de evidencias para formular y probar hipótesis, aplicando el método científico en el marco de las investigaciones geológicas.

- Tener la capacidad de obtener, almacenar, analizar y modelizar datos geológicos, así como de seleccionar y utilizar las técnicas adecuadas de campo, laboratorio y gabinete.

- Ser capaces de seleccionar y aplicar las metodologías y técnicas más adecuadas para planificar y llevar a cabo trabajos de investigación geológica tanto de tipo fundamental como aplicado.

Importancia de los resultados de aprendizaje que se obtienen en la asignatura:

Los estudiantes, con esta asignatura, adquieren una formación necesaria para poder abordar con éxito el resto de las asignaturas, más específicas, dentro de la titulación. El desarrollo de nuevas técnicas avanzadas de estudio en Geología, requiere que los estudiantes conozcan el amplio abanico de técnicas y métodos de estudio que pueden ser aplicadas a la resolución de problemas geológicos a distintas escalas, así como el tipo de resultados esperables de cada uno de ellos. Este conocimiento, teórico y práctico, es la base de cualquier estudio posterior y es el resultado formativo más significativo de esta asignatura.

Evaluación

Actividades de evaluación

El estudiante deberá demostrar que ha alcanzado los resultados de aprendizaje previstos mediante las siguientes actividades de evaluación

1: En el desarrollo presencial de la asignatura la evaluación se llevará a cabo mediante una serie de actividades de evaluación continua, como se detalla a continuación:

1. Pruebas escritas (40% de la nota final). Se realizarán varias pruebas escritas de los contenidos de los Módulos 1 y 2 de la asignatura a lo largo del semestre. Las pruebas tendrán el formato de cuestionarios teórico-prácticos que se responderán al finalizar cada tema o bloque de temas. El peso de cada cuestionario individual en la nota final será proporcional a las horas de docencia del tema o bloque de temas que abarque.

2. Realización de trabajos e informes (60% de la nota final). El módulo 3 se evalúa exclusivamente por medio de un informe geológico que los estudiantes tienen que realizar de una zona de la Cordillera Ibérica y el valle

del Ebro y que supone el 20% de de la nota final de la asignatura. Además, a lo largo del semestre se realizarán diversas prácticas relativas a los contenidos de cada sesión teórico-práctica. Por regla general, dichas prácticas se comenzarán en clase y cada alumno deberá terminarlal y entregarlas en fechas específicas que se anunciarán al comienzo de cada uno de los tres módulos. Este conjunto de prácticas evaluables supone el 40% de la nota final de la asignatura, siendo el peso de cada práctica proporcional a sus horas de docencia presencial.

En el periodo de evaluación continua previsto en el calendario académico de la Facultad de Ciencias para el primer semestre se realizará un ejercicio escrito sobre aquellos temas o bloques de temas no superados previamente. Para superar la asignatura, el alumno deberá obtener una calificación global igual o superior a 5 puntos.

2: Evaluación global:

Examen escrito teórico y práctico: Para aquellos estudiantes que no superen la asignatura mediante evaluación continua o que opten por este modo de evaluación, se realizará un examen teórico y práctico que permita evaluar la obtención de los resultados de aprendizaje previstos. Este examen global tendrá una valoración del 100% de la calificación final.

Actividades y recursos

Presentación metodológica general

El proceso de aprendizaje que se ha diseñado para esta asignatura se basa en lo siguiente:

La asignatura tiene una carga lectiva similar para los contenidos teóricos y prácticos, que se desglosan en los siguientes tipos de actividades docentes:

1. Clase magistral (6,1 ECTS): exposición detallada de los temas con ayuda de TICs y participación activa de los estudiantes.
2. Problemas y casos (3,6 ECTS): Planteamiento y resolución de problemas basados en casos reales o posibles, con aplicación de programas informáticos generales o específicos.
3. Prácticas de laboratorio (1 ECTS): Puesta en práctica de las metodologías de trabajo en laboratorio con los equipos y técnicas adecuadas a cada práctica.
4. Trabajos docentes o seminarios (0,5): Exposición y puesta en común de trabajos o estudios de casos, elaborados por los estudiantes y debate sobre los resultados obtenidos.
5. Prácticas especiales (Prácticas de campo; 0,8 ECTS, dos días): Identificación de los caracteres geológicos relevantes de las zonas de estudio y aplicación de las estrategias de estudio y muestreo adecuadas.

De cara a optimizar la coordinación entre los contenidos teóricos y prácticos, se han previsto sesiones intensivas en las que se puede dedicar una parte de la sesión a los aspectos más teóricos, pasando a continuación a su desarrollo práctico.

Actividades de aprendizaje programadas (Se incluye programa)

El programa que se ofrece al estudiante para ayudarle a lograr los resultados previstos comprende las siguientes actividades...

1: UNIDAD 1: Técnicas instrumentales: requisitos y aplicaciones

1.1. Determinación de propiedades físicas y mecánicas

1.1.1. Porosidad, permeabilidad, densidad

- Densidad aparente, Porosidad (abierta y cerrada) succión capilar y permeabilidad.

1.1.2. Propiedades térmicas: Capacidad calorífica y conductividad térmica

1.1.3. Propiedades magnéticas

1.1.3.1. Fundamentos de magnetismo de las rocas.

- El campo magnético, magnitudes relevantes.
- Propiedades magnéticas de la materia. Diamagnetismo, paramagnetismo, ferromagnetismo.
- Ferromagnetismo. Ciclo de histéresis
- Partícula Monodominio. Teoría de Néel
- Efecto de la temperatura. Tiempo de relajación
- Dominios magnéticos. Partículas SD, PSD, MD y superparamagnéticas
- Comportamiento de un grano magnético ante la aplicación de un campo externo. Histéresis.
- Minerales Ferromagnéticos y Paramagnéticos habituales en las rocas y sus propiedades magnéticas
- Mecanismos de adquisición Magnetización Remanente Natural en las rocas (NRM)

1.1.3.2. Técnicas de magnetismo de las rocas.

- Identificación de minerales magnéticos y determinación de tamaños de grano.
- Parámetros del ciclo de histéresis. Susceptibilidad magnética, magnetización inducida, magnetización remanente.
- Variación de las propiedades magnéticas con la temperatura. Curvas termomagnéticas. Identificación de minerales.
- Magnetizaciones remanentes adquiridas en el laboratorio (IRM, ARM)
- Adquisición progresiva de la IRM. Espectros de coercitividad
- Desimantación térmica de la IRM. Identificación de minerales.
- Propiedades magnéticas y tamaño de grano. Parámetros de histéresis, diagramas FORC, etc.

1.1.4. Ensayos geotécnicos y geomecánicos más relevantes

1.1.4.1. Excavaciones, sondeos, muestreo y testificación

- Campañas de Muestreo, planteamientos
- Excavaciones
- Sistemas de perforación de sondeos y criterios de elección. Número de sondeos y profundidad. Ensayos realizados en sondeos de reconocimiento
- Muestreo. Tipos de muestras y de tomamuestras. Extracción de muestras en sondeos y excavaciones. Testificación

1.1.4.2. Ensayos en Mecánica de Suelos, 1: ensayos de laboratorio

- La Muestra necesaria para ensayar, recepción y elección del tipo de ensayo
- Ensayos de identificación, granulometría, límites de Atterberg, clasificación de suelos, humedad, densidad, etc.
- Ensayos de resistencia. Molinete de laboratorio, penetrómetro y Vane Test de bolsillo, compresión simple, corte directo, triaxial, corte anular. Factores que influyen en las diferencias entre observaciones de laboratorio y comportamiento real
- Ensayos de compresibilidad, el edométrico
- Ensayos de permeabilidad
- Ensayos químicos
- Ensayos especiales
- Principales aplicaciones de los resultados

1.1.4.3. Ensayos en Mecánica de Suelos, 2: ensayos in situ

- Ensayo de Placa de Carga. Procedimiento y cálculos
- Ensayos in situ en el interior de sondeos. El SPT, descripción y norma, factores de corrección, uso de los datos obtenidos: parámetros geotérmicos y correlaciones. El ensayo de Molinete o Vane Test, metodología, determinación de resistencia al corte y sensibilidad. Ensayos de permeabilidad, Lugeon, Lefranc
- Ensayos de penetración Dinámica, tipos, metodología y aplicaciones
- Ensayos presiométrico. Calibrado y correcciones. Metodología. La curva presiométrica y su interpretación
- Ensayos de penetración estática y piezocono (CPTU)

- Ensayo dilatométrico de Marchetti

1.1.4.4. Ensayos en Mecánica de Rocas, 1: ensayos de laboratorio

- Ensayos de identificación. Petrografía, color, meteorización, presencia de sulfatos, arcillas y sales
- Ensayos de estado, densidad, porosidad, absorción de agua
- Ensayos de clasificación. Resistencia a compresión simple. Carga puntual. Tracción indirecta o brasileño. Dureza superficial. Triaxiales. Corte directo en discontinuidades. Ensayo de rotura de fragmentos. Ensayos de durabilidad

1.1.4.5. Ensayos en Mecánica de Rocas, 2: ensayos in situ

- Medidas de la deformabilidad. Flatjack, placa de carga, dilatómetro.
- Medidas de Resistencia. Esclerómetro. Carga Puntual
- Tilt Test

1.2. Introducción a las técnicas de caracterización mineral y química

1.2.1. Técnicas de caracterización mineral-química

- Difracción de rayos X
- Microscopía electrónica (SEM y TEM)
- Microsonda electrónica

1.2.2. Técnicas de caracterización química

- Técnicas en muestra sólida: Fluorescencia de rayos X, Activación neutrónica, Ablación laser
- Técnicas en muestra líquida: electrodos selectivos, Colorimetría, emisión/absorción atómica, ICP e ICP-MS

1.2.3. Técnicas isotópicas

- Muestra total y separados: criterios de selección según el problema planteado
- Introducción a la espectrometría de masas.
- Isótopos estables: O, D/H, C, S, N.
- Isótopos radiogénicos más relevantes
- Técnicas para el microanálisis isotópico: ablación laser, microsonda iónica

1.2.4. Otras técnicas: ATD/ATG, Espectrometría infrarroja

2:

UNIDAD 2: Datación de materiales geológicos

2.1. Técnicas radioisotópicas en materiales antiguos

- Desintegración radioactiva: características y ley de desintegración. Valores de referencia y edades modelo.
- Sistemas isotópicos de vida larga (Rb-Sr, Sm- Nd, U-Pb, K-Ar y Ar/Ar): rangos de aplicación. Cierre y apertura de los sistemas isotópicos.
- Métodos basados en isocronas y errores asociados. Errorcronas.
- Métodos concordia: U-Pb, Pb-Pb y edad modelo. Aplicaciones.
- Métodos K-Ar y $^{39}\text{Ar}/^{40}\text{Ar}$.
- Aplicaciones de las técnicas microanalíticas: ablación laser y microsonda iónica

2.2. Técnicas en materiales recientes

- Métodos radioisotópicos (radiocarbono, nucleidos cosmogénicos, series de Uranio, Plomo y Cesio)
- Luminiscencia (OSL)
- Métodos químicos (racemización de aminoácidos) y biológicos (liquenometría y dendrocronología)

2.3. Termocronología

- Trazas de fisión naturales e inducidas. Base teórica y operativa de la datación por trazas de fisión
- Rango de aplicación y modelos de evolución
- Aplicaciones

2.4. Cicloestratigrafía

2.4.1. Ciclos sedimentarios periódicos

- Concepto de ciclo sedimentario periódico
- Bandas de frecuencia de sedimentación cíclica periódica
- Factores que modulan los ciclos

2.4.2. Ciclos sedimentarios controlados por parámetros orbitales

- Ciclos sedimentarios generados por procesos gravitacionales: ciclos mareales
- Ciclos sedimentarios generados por procesos climáticos

2.4.3. Aplicación de los ciclos sedimentarios periódicos a la datación y correlación de series geológicas

- Temporalización ("Timing")
- Correlación y anclaje ("Tuning")

2.5. Aplicaciones geocronológicas del paleomagnetismo

2.5.1. Fundamentos del paleomagnetismo

- El Campo Magnético Terrestre (CMT).
- Geometría y variaciones del CMT: Sistemas de referencia.
- Coordenadas geomagnéticas.
- Modelos del Campo Magnético Terrestre.
- Variaciones del CMT de origen interno.
- Variación secular
- Inversiones de polaridad

2.5.2. Técnicas del paleomagnetismo

- Trabajo de campo
- La Magnetización Remanente Natural (NRM) y su medida
- Técnicas de desmagnetización: térmica y por campos alternos
- Componentes paleomagnéticas y sistemas de representación
- Tratamiento de los datos paleomagnéticos

2.5.3. Magnetoestratigrafía

- Secuencia de inversiones del C.M.T.
- GPTS
- Aplicaciones de la magnetoestratigrafía

2.5.4. Estudios de variación secular.

- Arqueomagnetismo

2.6. Métodos biocronológicos

2.6.1. Fósiles como herramienta de datación

2.6.2. Limitaciones de las escalas biocronológicas

2.6.3. Construcción y calibración de las escalas biocronológicas

2.6.3.1. Métodos cualitativos

- Método de alta resolución.
- Bioestratigrafía integrada
- Método de correlación gráfica.

2.6.3.2. Métodos cuantitativos

- Bioestratigrafía de apogeo
- Bioestratigrafía estadística

2.7. Cronoestratigrafía y Geocronología

- Procedimientos de definición de los GSSPs (*Global Boundary Stratotype Section & Point*)
- Integración de métodos de datación y construcción de la Escala internacional de tiempo geológico

3: **UNIDAD 3:** Diseño de una campaña de prospección geológica sobre una zona de campo de la Cordillera Ibérica y Valle del Ebro y elaboración de un informe que integre todas las disciplinas geológicas. este estudio comprenderá técnicas de campo, gabinete y laboratorio y se realizará durante el semestre.

4: **Sesiones Prácticas:**

Unidad 1:

- 1- Determinación de propiedades petrofísicas: densidad, porosidad, permeabilidad (6 horas)
- 2- Sesión práctica de técnicas de magnetismo de las rocas (3h)
- 3- Planificación de una campaña de muestreo en función de objetivos. Elección de ensayos (2h)
- 4- Interpretación de logs de penetración dinámica, correlación con SPT y aplicaciones (2h)

Unidad 2:

- 5- Datación de series con ciclicidad sedimentaria (4h)
- 6- Sesión práctica de magnetoestratigrafía (4h)
- 7- Aplicación de técnicas cualitativas de construcción y calibración de escalas biocronológicas (2h)
- 8- Ejercicios de Bioestratigrafía cuantitativa y estadística (2h)

Unidad 3:

9- Para el diseño de una campaña de prospección geológica en una zona Cordillera Ibérica y Valle del Ebro dada y la redacción del informe final se hará hincapié en los conceptos comunes a todas las ramas geológicas. Una vez cumplido este objetivo, se pasará a particularizar los diferentes aspectos relativos a la prospección y excavación paleontológica, análisis de cuencas, geología estructural y geofísica, estudio hidrogeológico y geomorfológico y la testificación de sondeos desde un punto de vista mineralógico-petroológico.

10- Uso de software apropiado para la realización de estas tareas, parcialmente visto en el Grado y en la asignatura Tratamiento, representación y modelización de datos geológicos de este Máster.

Práctica de campo (8 horas)

Planificación y calendario

Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos

- La asignatura se impartirá en sesiones teórico-prácticas de 4 ó 5 horas de duración los martes y jueves en horario de tarde. Los horarios definitivos pueden consultarse en la página web de la facultad de Ciencias.

- Las jornadas de prácticas de campo (prácticas especiales) se realizará en la fecha adjudicada según calendario de salidas de campo de la titulación que se publica en la página web del Departamento de Ciencias de la Tierra.

Referencias bibliográficas de la bibliografía recomendada

- Berger, A.L.. Milankovitch and climate. Part. 1.. N.A.T.O. ASI Ser. C, Reidel. Dordrech. 1984
- Bowles, Joseph E.. Propiedades geofísicas de los suelos / Joseph E. Bowles ; traducción Eugenio Retamal, Hugo Cosme ; revisión Luciano Rivera Bogotá [etc.] : McGraw-Hill, cop. 1982
- Bradley, Raymond S.. Paleoclimatology : reconstructing climates of the quaternary / Raymond S. Bradley . - 2nd ed. San Diego, CA. : Academic Press, 1999
- Brockwell, Peter J.. Introduction to time series and forecasting / Peter J. Brockwell and Richard A. Davis . - 2nd ed. New York : Springer, cop. 2002
- Butler, Robert F.. Paleomagnetism : magnetic domains to geologic terranes / Robert F. Butler Oxford : Blackwell, Basil, 1992
- Chacón, J. Mecánica de Suelos y Rocas. Prácticas y Ensayos. Universidad de Granada. 2004
- Collinson, D.W.. Methods in rock magnetism and palaeomagnetism : techniques and instrumentation / D.W. Collinson London ; New York : Chapman and Hall, 1983
- Craig, Robert F.. Soil mechanics / R.F. Craig . - 5th. ed., repr. London [etc.] : Chapman & Hall, 1996
- Dickin, Alan P.. Radiogenic isotope geology / Alan P. Dickin Cambridge : Cambridge University Press, 1995
- Dunlop, D.J.. Rock Magnetism: Fundamentals and Frontiers. Cambridge U Press. 2001
- Einsele, G. Cycles and events in Stratigraphy. Springer-Verlag. Berlin Heidelberg. 1991
- Geotécnia y cimientos. V. 1, Propiedades de los suelos y de las rocas / J.A. Jiménez Salas, J.L. de Justo Alpañes . - 2a. ed. Madrid : Rueda, D.L. 1975
- Geotécnia y cimientos. V. 2, Mecánica del suelo y de las rocas / J.A. Jiménez Salas, J.L. de Justo Alpañes, Alcibíades A. Serrano González . - 2a ed Madrid : Rueda, D.L. 1981
- Geotécnia y cimientos. V. 3, Cimentaciones, excavaciones y aplicaciones de la geotecnia / coordinador y director edición, José Antonio Jiménez Salas ; Luis del Cañizo Perate...[et al.] Madrid : Rueda, D.L. 1980
- Gradstein, F.M.. The Geological Time Scale. Editorial Elsevier. 2012
- Ingeniería geológica / Luis I. González de Vallejo...[et al.] Madrid [etc.] : Prentice Hall, 2006
- Ingeniería geológica / Luis I. González de Vallejo...[et al.] Madrid [etc.] : Prentice Hall, D.L. 2002
- Lambe, T. William. Mecánica de suelos / T. William Lambe, Robert V. Whitman ; [versión española José A. Jiménez Salas, Jose Ma. Rodriguez Ortiz ; revisión Alfonso Rico Rodríguez] . - [8a. reimp.] Mexico [etc.] : Limusa, 1991
- McElhinny, M.W.. Paleomagnetism: Continents and Oceans. Academic Press. 1999
- McGowran, Brian. Biostratigraphy. Microfossils and Geological time. Cambridge University Press. 2008
- Merrill, Ronald T.. The magnetic field of the earth : paleomagnetism, the core, and the deep mantle / Ronald T. Merrill, Michael W. McElhinny, Phillip L. McFadden San Diego [etc.] : Academic Press, cop. 1998
- Opdyke, N.D.. Magnetic Stratigraphy. Academic Press. 1996
- Potts, P.J. . A Handbook of Silicate Rock Analysis Springer. 2014
- Riddle, C. . Analysis of Geological Materials. Dekker, New York.1993.
- Schwarzacher, W.. Cyclostratigraphy and the Milankovitch theory.. Elsevier. Amsterdam. 1993
- Tarling, D.H. . Palaeomagnetism. Chapman & Hall.1983
- The Geologic time scale 2012 / editors Felix M. Gradstein, James G. Ogg, Mark D. Schmitz, Gabi M. Ogg . - 1st ed. Amsterdam : Elsevier, 2012
- Van Der Voo, R. . Paleomagnetism of The Atlantic, Tethys and Iapetus Oceans. Cambridge University Press. 2005
- Weedon, G. P.. Time-Series Analysis and Cyclostratigraphy: Examining Stratigraphic Records of Environmental Cycles. Cambridge University Press. Cambridge. 2003