



E.T.S. de Ingeniería de  
Caminos, Canales y Puertos y  
de Ingeniería de Minas  
Universidad Politécnica  
de Cartagena



## Guía docente de la asignatura: Química Aplicada (Applied Chemistry)

**Titulación: Grado en Ingeniería Civil**

CSV:	yhvA9YyvHNKzOryIAihViKHvc	Fecha:	16/01/2019 13:09:05		
Normativa:	Este documento es copia auténtica imprimible de un documento administrativo firmado electrónicamente y archivado por la Universidad Politécnica de Cartagena.				
Firmado Por:	Universidad Politécnica de Cartagena - Q8050013E				
Url Validación:	https://validador.upct.es/csv/yhvA9YyvHNKzOryIAihViKHvc	Página:	1/14		

## 1. Datos de la asignatura

<b>Nombre</b>	Química Aplicada (Applied Chemistry)				
<b>Materia*</b>	Ciencia y Tecnología de Materiales				
<b>Módulo*</b>	Común a la rama Civil				
<b>Código</b>	516101009				
<b>Titulación</b>	Graduado/a en Ingeniería Civil				
<b>Plan de estudios</b>	2010				
<b>Centro</b>	Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos y de Ingeniería de Minas				
<b>Tipo</b>	Obligatoria				
<b>Periodo lectivo</b>	cuatrimestral	<b>Cuatrimestre</b>	1	<b>Curso</b>	1º
<b>Idioma</b>	Español				
<b>ECTS</b>	3	<b>Horas / ECTS</b>	30	<b>Carga total de trabajo (horas)</b>	90

\* Todos los términos marcados con un asterisco están definidos en *Referencias para la actividad docente en la UPCT y Glosario de términos*:

<http://repositorio.bib.upct.es/dspace/bitstream/10317/3330/1/isbn8469531360.pdf>

## 2. Datos del profesorado

<b>Profesor responsable</b>	Jose Luis Serrano Martínez		
<b>Departamento</b>	Ingeniería Minera, Geológica y Cartográfica		
<b>Área de conocimiento</b>	Química Inorgánica		
<b>Ubicación del despacho</b>	Campus La Muralla. Antiguo Hospital de Marina. Planta 2. Ala izquierda entrando desde la plaza de toros.		
<b>Teléfono</b>	968326418	<b>Fax</b>	
<b>Correo electrónico</b>	Jose.serrano@upct.es		
<b>URL / WEB</b>			
<b>Horario de atención / Tutorías</b>	Horario abierto, mañana y tarde		
<b>Ubicación durante las tutorías</b>	En el despacho o por e-mail		

<b>Titulación</b>	Doctor en Ciencias Químicas.
<b>Vinculación con la UPCT</b>	Profesor Titular de Universidad
<b>Año de ingreso en la UPCT</b>	1999
<b>Nº de quinquenios (si procede)</b>	3
<b>Líneas de investigación (si procede)</b>	Grupo de investigación Aplicaciones Químico-Industriales. Investigación en Química de Coordinación y Química Organometálica. Síntesis y caracterización de nuevos complejos de metales del grupo 10.
<b>Nº de sexenios (si procede)</b>	3
<b>Experiencia profesional (si procede)</b>	
<b>Otros temas de interés</b>	

<b>Profesor responsable</b>	José Pérez Pérez		
<b>Departamento</b>	Ingeniería Minera, Geológica y Cartográfica		
<b>Área de conocimiento</b>	Química Inorgánica		
<b>Ubicación del despacho</b>	Campus La Muralla. Antiguo Hospital de Marina. Planta 2. Ala izquierda entrando desde la plaza de toros.		
<b>Teléfono</b>	968326420	<b>Fax</b>	

<b>Correo electrónico</b>	Jose.pperez@upct.es
<b>URL / WEB</b>	
<b>Horario de atención / Tutorías</b>	Horario abierto, mañana y tarde
<b>Ubicación durante las tutorías</b>	En el despacho o por e-mail

<b>Titulación</b>	Doctor en Ciencias Químicas.
<b>Vinculación con la UPCT</b>	Catedrático de Universidad
<b>Año de ingreso en la UPCT</b>	2000
<b>Nº de quinquenios (si procede)</b>	4
<b>Líneas de investigación (si procede)</b>	Grupo de investigación Aplicaciones Químico-Industriales. Investigación en Química Supramolecular, Química Estructural en Estado Sólido
<b>Nº de sexenios (si procede)</b>	3
<b>Experiencia profesional (si procede)</b>	
<b>Otros temas de interés</b>	

### 3. Descripción de la asignatura

#### 3.1. Descripción general de la asignatura

La Química es la ciencia que estudia la composición, estructura y propiedades de la materia, como los cambios que ésta experimenta durante las reacciones químicas y su relación con la energía. La ubicuidad de la Química en las ciencias naturales hace que sea considerada como una de las ciencias básicas. La química es de gran importancia en muchos campos del conocimiento, como la ciencia de materiales, la biología, la farmacia, la medicina, la geología, la ingeniería y la astronomía, entre otros.

El conocimiento químico, como muestran la literatura científica y el registro de patentes, crece vertiginosamente. La química no sólo descubre nuevos procesos, sino que en todo momento intenta saber por qué y como funcionan, y de qué manera pueden ser mejorados y controlados. Es por ello que el aprendizaje de la Química conlleva la necesidad de consolidar la madurez personal, social y moral y actuar de forma responsable y autónoma.

#### 3.2. Aportación de la asignatura al ejercicio profesional

Aporta conocimientos y herramientas para otras asignaturas. Por otra parte su carácter aplicado hace que los temas que se traten tengan un enfoque eminentemente práctico y enfocado a aportar los conocimientos, tanto en química del agua como en química de los materiales, que los alumnos han de poseer para abordar con éxito materias de cursos posteriores, como Hidrología ó Servicios urbanos y ambientales y el ejercicio profesional.

#### 3.3. Relación con otras asignaturas del plan de estudios

La asignatura Química Aplicada, junto a la asignatura *Ciencia e Ingeniería de los Materiales* completa la materia Ciencia y Tecnología de Materiales. Esta materia corresponde al módulo común a la rama Civil. En concreto la asignatura de Química se complementa con la Geología Aplicada (también en curso 1º) en lo que respecta al estudio de los sólidos y sus estructuras. Además sienta las bases para un mayor aprovechamiento y comprensión de otras asignaturas de cursos posteriores en los que es necesario conocer los principios básicos de la química del agua: Hidrología Subterránea de 2º o las asignaturas de la materia Servicios urbanos y ambientales: Desalación (2º), Abastecimiento de aguas e Ingeniería ambiental y sanitaria (3º).

#### 3.4. Incompatibilidades de la asignatura definidas en el plan de estudios

No hay


#### 3.5. Recomendaciones para cursar la asignatura

No hay

#### 3.6. Medidas especiales previstas

El estudiante que, por sus circunstancias, pueda necesitar medidas especiales, debe comunicárselo a los profesores al principio del cuatrimestre.

Asimismo, los estudiantes extranjeros que puedan tener dificultades con el idioma deben comunicárselo al profesor. Las pruebas de evaluación pueden desarrollarse en inglés.

CSV:	yhvA9YyvHNKzOryIAihViKHvc	Fecha:	16/01/2019 13:09:05	
Normativa:	Este documento es copia auténtica imprimible de un documento administrativo firmado electrónicamente y archivado por la Universidad Politécnica de Cartagena.			
Firmado Por:	Universidad Politécnica de Cartagena - Q8050013E			
Url Validación:	https://validador.upct.es/csv/yhvA9YyvHNKzOryIAihViKHvc	Página:	6/14	

## 4. Competencias y resultados del aprendizaje

### 4.1. Competencias básicas\* del plan de estudios asociadas a la asignatura

Que los estudiantes hayan demostrado poseer y comprender conocimientos en un área de estudio que parte de la base de la educación secundaria general, y se suele encontrar a un nivel que, si bien se apoya en libros de texto avanzados, incluye también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia de su campo de estudio

### 4.2. Competencias generales del plan de estudios asociadas a la asignatura

Capacitación científico-técnica para el ejercicio de la profesión de Ingeniero Técnico de Obras Públicas y conocimiento de las funciones de asesoría, análisis, diseño, cálculo, proyecto, construcción, mantenimiento, conservación y explotación.

### 4.3. Competencias específicas\* del plan de estudios asociadas a la asignatura

Conocimiento teórico y práctico de las propiedades químicas, físicas, mecánicas y tecnológicas de los materiales más utilizados en construcción; química del agua.

### 4.4. Competencias transversales del plan de estudios asociadas a la asignatura

Trabajar en equipo

### 4.5. Resultados\*\* del aprendizaje de la asignatura

1. Identificar y manejar los instrumentos básicos de un laboratorio de química.
2. Calcular y operar adecuadamente en la preparación de disoluciones y saber convertir las distintas formas de expresar la concentración de una disolución.
3. Operar adecuadamente en la realización de un análisis de agua básico e interpretar la información contenida en un análisis químico de aguas.
4. Reconocer los diferentes tipos de sólidos en función del enlace entre las partículas que los constituyen y de sus propiedades.
5. Describir las características esenciales de las celdas unidad que constituyen los sólidos cristalinos y saber diferenciar entre los sólidos cristalinos y los sólidos amorfos.
6. Describir los principales tipos de defectos puntuales y extensos y su importancia en algunas propiedades de los materiales.
7. Participar y colaborar activamente en un grupo de trabajo, identificando objetivos y responsabilidades colectivas e individuales y decidiendo las estrategias a seguir.

**\*\* Véase también la *Guía de apoyo para la redacción, puesta en práctica y evaluación de los resultados del aprendizaje*, de ANECA:**

[http://www.aneca.es/content/download/12765/158329/file/learningoutcomes\\_v02.pdf](http://www.aneca.es/content/download/12765/158329/file/learningoutcomes_v02.pdf)

## 5. Contenidos

### 5.1. Contenidos del plan de estudios asociados a la asignatura

Enlace químico y propiedades de los materiales. Estructuras cristalinas e imperfecciones. Propiedades del agua. El agua en la naturaleza y como material de construcción: equilibrio químico, solubilidad y reacciones más comunes. Alcalinidad y pH del agua. Análisis químicos de aguas.

### 5.2. Programa de teoría (unidades didácticas y temas)

#### UNIDAD DIDÁCTICA I. QUÍMICA DE MATERIALES

**T1. ENLACE QUÍMICO** Tipos de enlace: metálico, iónico, covalente y molecular. Clasificación de los sólidos en función del tipo de enlace.

**T2. PROPIEDADES DE LOS MATERIALES** Principales propiedades de los sólidos asociadas al tipo de enlace. Otras propiedades físicas de los materiales ingenieriles.

**T3. ESTRUCTURAS CRISTALINAS** Redes cristalinas. Celda unidad. Parámetros de la celda unidad. Modelos estructurales y estructuras tipo de sólidos metálicos, iónico y covalentes.

**T4 IMPERFECCIONES CRISTALINAS** Defectos puntuales y extensos. Propiedades tecnológicas asociadas a la existencia de defectos.

#### UNIDAD DIDÁCTICA II. QUÍMICA DEL AGUA

**T5 PROPIEDADES DEL AGUA** Propiedades físicas del agua: densidad, tensión superficial, viscosidad y propiedades asociadas a cambios de estado. Propiedades químicas relevantes.

**T6 EL AGUA EN LA NATURALEZA Y COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN** El agua como disolvente. Disoluciones. Expresión de la concentración. Composición de aguas naturales. El agua como material de construcción.

**T7 ALCALINIDAD Y PH** Concentración de hidrogeniones, pH. Química de los iones derivados del ácido carbónico. Alcalinidades.

**T8 ANÁLISIS QUÍMICO DE AGUAS** Clases de análisis químicos. Balance de aniones y cationes. Presentación de los análisis químicos. Cálculos y comprobaciones en un análisis químico.

### 5.3. Programa de prácticas (nombre y descripción de cada práctica)

#### Práctica 0 (P0). Introducción al material de laboratorio y normas de seguridad.

Se realizará en el aula con el conjunto de los alumnos. Consistirá en un video explicativo y el comentario de la documentación adicional que se proporcionará.

#### Práctica 1 (P1). Preparación de disoluciones y medidas de pH.

Se realizan en el laboratorio y consiste en la preparación de disoluciones a partir de sólidos y de otras disoluciones más concentradas. Implica el manejo de distintas formas de expresar la concentración de las disoluciones y cálculos básicos. La práctica incluye el uso de material e instrumental habitual en un laboratorio químico. Los estudiantes disponen de un tiempo para preparar el trabajo experimental. Se completa con la preparación de un informe en la misma sesión y la resolución en casa de otros ejercicios propuestos por el profesor.

#### Práctica 2 (P2). Análisis de aguas.

Se realiza un análisis básico de aguas en el que se determinan parámetros esenciales como conductividad, pH, mineralización, alcalinidad y concentración de cloruro. Los estudiantes disponen de un tiempo al comienzo de la sesión para preparar el trabajo experimental. Se completa con la preparación de un informe en la misma sesión.



Todas las prácticas se realizan en horario presencial de tardes en sesiones de 4 horas. Son de asistencia obligatoria y se guardan para convocatorias y cursos posteriores.

## Prevención de riesgos

La Universidad Politécnica de Cartagena considera como uno de sus principios básicos y objetivos fundamentales la promoción de la mejora continua de las condiciones de trabajo y estudio de toda la Comunidad Universitaria.

Este compromiso con la prevención y las responsabilidades que se derivan atañe a todos los niveles que integran la Universidad: órganos de gobierno, equipo de dirección, personal docente e investigador, personal de administración y servicios y estudiantes.

El Servicio de Prevención de Riesgos Laborales de la UPCT ha elaborado un "Manual de acogida al estudiante en materia de prevención de riesgos" que puedes encontrar en el Aula Virtual, y en el que encontraras instrucciones y recomendaciones acerca de cómo actuar de forma correcta, desde el punto de vista de la prevención (seguridad, ergonomía, etc.), cuando desarrolles cualquier tipo de actividad en la Universidad. También encontrarás recomendaciones sobre cómo proceder en caso de emergencia o que se produzca algún incidente.

En especial, cuando realices prácticas docentes en laboratorios, talleres o trabajo de campo, debes seguir todas las instrucciones del profesorado, que es la persona responsable de tu seguridad y salud durante su realización. Consúltale todas las dudas que te surjan y no pongas en riesgo tu seguridad ni la de tus compañeros.

### 5.4. Programa de teoría en inglés (unidades didácticas y temas)

I MATERIALS CHEMISTRY  
T1. BONDING IN SOLIDS  
T2. MAIN PROPERTIES OF MATERIALS  
T3. CRYSTAL STRUCTURES IN SOLIDS  
T4. CRYSTAL DEFECTS  
II WATER CHEMISTRY  
T5. PROPERTIES OF WATER  
T6. WATER IN NATURE AND AS BUILDING MATERIAL  
T7. ACIDS AND BASES: ALKALINITY AND PH  
T8. CHEMICAL ANALYSIS OF WATERS

### 5.5. Objetivos del aprendizaje detallados por unidades didácticas


#### UNIDAD DIDÁCTICA I. QUÍMICA DE MATERIALES

- Describir los principales tipos de enlace en sólidos: metálico, iónico, covalente y molecular, en base a sus unidades constituyentes y las interacciones que se establecen entre ellas.
- Clasificación de los sólidos en función del tipo de enlace.
- Describir las propiedades de los sólidos asociadas al tipo de enlace predominante.
- Reseñar otras propiedades físicas de los materiales ingenieriles: propiedades eléctricas, magnéticas y ópticas.
- Definir los conceptos de red cristalina y celda unidad.

- Conocer los sistemas cristalinos y las redes de Bravais.
- Conocer y operar con los parámetros que definen la celda unidad.
- Describir estructuras “tipo” de sólidos metálicos, iónicos y covalentes en base a modelos estructurales.
- Diferenciar sólidos ideales frente a sólidos reales.
- Definir los principales defectos puntuales y extensos.
- Identificar propiedades asociadas a la existencia de defectos. Difusión. Conductividad iónica en sólidos típicos.

## UNIDAD DIDÁCTICA II. QUÍMICA DEL AGUA

- Definir las siguientes propiedades y de identificar sus unidades de medida: viscosidad, tensión superficial, densidad, capacidad calorífica, conductividad térmica, presión de vapor, punto de fusión, punto de ebullición, calor de fusión, calor de vaporización.
- Describir las propiedades químicas de diversos tipos de agua.
- Describir las propiedades del agua como disolvente así como la forma en que se encuentran las sustancias disueltas
- Operar con las diferentes maneras de expresar la concentración.
- Conocer la composición de diversas aguas naturales.
- Reseñar las propiedades del agua como material de construcción.
- Definir el concepto de pH
- Calcular concentraciones a partir de medidas de PH
- Describir y explicar los equilibrios químicos derivados del ácido carbónico.
- Definir los diferentes tipos de alcalinidad y relacionar sus valores con la concentración de los iones derivados del ácido carbónico.
- Conocer las diferentes clases de análisis químicos y su presentación
- Fundamentar el balance de aniones y cationes en un análisis químico y conocer el margen de error admisible.
- Proporcionar los cálculos y comprobaciones más habituales en un análisis químico: balance de aniones y cationes, cálculo de residuo seco y dureza temporal.

CSV:	yhvA9YyvHNKzOryIAihViKHvc	Fecha:	16/01/2019 13:09:05	
Normativa:	Este documento es copia auténtica imprimible de un documento administrativo firmado electrónicamente y archivado por la Universidad Politécnica de Cartagena.			
Firmado Por:	Universidad Politécnica de Cartagena - Q8050013E			
Url Validación:	https://validador.upct.es/csv/yhvA9YyvHNKzOryIAihViKHvc	Página:	10/14	

## 6. Metodología docente

### 6.1. Metodología docente\*

Actividad*	Técnicas docentes	Trabajo del estudiante	Horas
Clase de teoría	Clase expositiva. Resolución de dudas planteadas por los estudiantes.	<u>Presencial</u> : Toma de apuntes. Planteamiento de dudas.	18
		<u>No presencial</u> : Estudio de la materia.	42
Problemas	Resolución de problemas/ejercicios de cada tema de teoría. Se resuelve con ayuda de la pizarra y, en ocasiones, con la participación de estudiantes voluntarios.	<u>Presencial</u> : Participación activa. Resolución de ejercicios.	4
		<u>No presencial</u> : Estudio de la materia. Resolución de ejercicios propuestos por el profesor.	6
Prácticas de laboratorio	Se introduce a los alumnos al material y normas de seguridad en un laboratorio de química. Explicación de las prácticas, supervisión de su desarrollo y resolución de dudas. Se dirige una discusión final sobre los resultados de la sesión. Se hace una prueba tipo test tras completar los bloques de química de materiales y química del agua.	<u>Presencial</u> : Manejo de instrumentos. Planteamiento de dudas	8
		<u>No presencial</u> :	0
Tutorías	Resolución de dudas sobre teoría, ejercicio y prácticas en grupos reducidos con preparación previa por parte del alumno	<u>Presencial</u> : Planteamiento de dudas en horario de tutorías.	6
		<u>No presencial</u> : Planteamiento de dudas en grupo	0
Exámenes Clase de teoría	Evaluación escrita (examen oficial). Clase expositiva. Resolución de dudas planteadas por los estudiantes.	<u>Presencial</u> : Asistencia al examen oficial.	3
		<u>No presencial</u> :	0
Actividades de evaluación formativa	Se hace una prueba tipo test tras completar los bloques de química de materiales y química del agua.	<u>Presencial</u> : Realización del test.	3
		<u>No presencial</u> :	
		<u>Presencial</u> :	
		<u>No presencial</u> :	
		<u>Presencial</u> :	
		<u>No presencial</u> :	
		<u>Presencial</u> :	
		<u>No presencial</u> :	
			90

## 6.2. Resultados (4.5) / actividades formativas (6.1)

### Resultados del aprendizaje (4.5)

Actividades formativas (6.1)	1	2	3	4	5	6	7
Clase de teoría			X	X	X	X	
Problemas		X		X	X	X	
Prácticas de laboratorio	X	X	X				X
Tutorías		X	X	X	X	X	

## 7. Metodología de evaluación

### 7.1. Metodología de evaluación\*

Actividad	Tipo		Sistema y criterios de evaluación*	Peso (%)	Resultados (4.5) evaluados
	Sumativa*	Formativa*			
Prueba escrita teoría	si	no	Seis preguntas (conceptos, definiciones, etc.). Evalúan, principalmente, conocimientos teóricos.	50	2-6
Prueba escrita ejercicios	si	no	Tres ejercicios del mismo tipo que los que se han resuelto en clase y uno relacionado con las prácticas de laboratorio.	20	1-6
Prácticas laboratorio	si	si	Actividades relacionadas con la materia, desarrolladas en el Laboratorio bajo la supervisión del profesor.	10	1-3,7
Evaluación formativa	si	si	Realización de pruebas tipo test. .Resolución en casa y entrega de ejercicios propuestos por el profesor.	20	2-7

Tal como prevé el artículo 5.4 del *Reglamento de las pruebas de evaluación de los títulos oficiales de grado y de máster con atribuciones profesionales* de la UPCT, el estudiante en el que se den las circunstancias especiales recogidas en el Reglamento, y previa solicitud justificada al Departamento y admitida por este, tendrá derecho a una prueba global de evaluación. Esto no le exime de realizar los trabajos obligatorios que estén recogidos en la guía docente de la asignatura.

### 7.2. Mecanismos de control y seguimiento (opcional)

## 8 Bibliografía y recursos

### 8.1. Bibliografía básica\*

Para Unidades Didácticas I y II

- PETRUCCI, RALPH H., "Química general", Madrid Prentice Hall cop. 2003  
[http://unicorn.bib.upct.es/uhtbin/cgisirsi/x/0/0/57/5/3?searchdata1=86021{CKEY}&searchfield1=GENERAL^SUBJECT^GENERAL^^&user\\_id=WEBSERVER](http://unicorn.bib.upct.es/uhtbin/cgisirsi/x/0/0/57/5/3?searchdata1=86021{CKEY}&searchfield1=GENERAL^SUBJECT^GENERAL^^&user_id=WEBSERVER)

Para Unidad Didáctica I

- SMART, L. y MOORE, E "Química del estado sólido. Una introducción.", 2ª Edición, Addison-Wesley Iberoamericana 1995.  
[http://unicorn.bib.upct.es/uhtbin/cgisirsi/x/0/0/57/5/3?searchdata1=7833{CKEY}&searchfield1=GENERAL^SUBJECT^GENERAL^^&user\\_id=WEBSERVER](http://unicorn.bib.upct.es/uhtbin/cgisirsi/x/0/0/57/5/3?searchdata1=7833{CKEY}&searchfield1=GENERAL^SUBJECT^GENERAL^^&user_id=WEBSERVER)
- CASABÓ, J., "Estructura Atómica y Enlace Químico", Reverté, 1996.  
[http://unicorn.bib.upct.es/uhtbin/cgisirsi/x/0/0/57/5/3?searchdata1=35076{CKEY}&searchfield1=GENERAL^SUBJECT^GENERAL^^&user\\_id=WEBSERVER](http://unicorn.bib.upct.es/uhtbin/cgisirsi/x/0/0/57/5/3?searchdata1=35076{CKEY}&searchfield1=GENERAL^SUBJECT^GENERAL^^&user_id=WEBSERVER)
- SHACKELFORD, J. F., "Introducción a la Ciencia de Materiales para Ingenieros", Prentice Hall, 1998.  
[http://unicorn.bib.upct.es/uhtbin/cgisirsi/x/0/0/57/5/3?searchdata1=191405{CKEY}&searchfield1=GENERAL^SUBJECT^GENERAL^^&user\\_id=WEBSERVER](http://unicorn.bib.upct.es/uhtbin/cgisirsi/x/0/0/57/5/3?searchdata1=191405{CKEY}&searchfield1=GENERAL^SUBJECT^GENERAL^^&user_id=WEBSERVER)
- ASKELAND, DONALD R. "Ciencia e Ingeniería de los Materiales" Paraninfo-Thomsson Learning 2001.  
[http://unicorn.bib.upct.es/uhtbin/cgisirsi/x/0/0/57/5/3?searchdata1=29620{CKEY}&searchfield1=GENERAL^SUBJECT^GENERAL^^&user\\_id=WEBSERVER](http://unicorn.bib.upct.es/uhtbin/cgisirsi/x/0/0/57/5/3?searchdata1=29620{CKEY}&searchfield1=GENERAL^SUBJECT^GENERAL^^&user_id=WEBSERVER)

Para Unidad Didáctica II

JENKINS, D. "Química del Agua", Ed. Limusa, 1999.

[http://unicorn.bib.upct.es/uhtbin/cgisirsi/x/0/0/57/5/3?searchdata1=19212{CKEY}&searchfield1=GENERAL^SUBJECT^GENERAL^^&user\\_id=WEBSERVER](http://unicorn.bib.upct.es/uhtbin/cgisirsi/x/0/0/57/5/3?searchdata1=19212{CKEY}&searchfield1=GENERAL^SUBJECT^GENERAL^^&user_id=WEBSERVER)

### 8.2. Bibliografía complementaria\*

- CUSTODIO, E. Y LLAMAS, M. R. "Hidrología Subterránea" Volumen 1 Omega 1996
- CALLISTER, W. D. "Introducción a la Ciencia e Ingeniería de los Materiales", Reverté, 1995.

### 8.3. Recursos en red y otros recursos

Del libro Petrucci: <http://cwx.prenhall.com/petrucci/>