



UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS  
DE GRAN CANARIA

GUÍA DOCENTE

CURSO: 2014/15

40624 - QUÍMICA MARINA

**CENTRO:** 160 - Facultad de Ciencias del Mar

**TITULACIÓN:** 4006 - Grado en Ciencias del Mar

**ASIGNATURA:** 40624 - QUÍMICA MARINA

**CÓDIGO UNESCO:** 2307

**TIPO:** Obligatoria

**CURSO:** 3

**SEMESTRE:** 1º semestre

**CRÉDITOS ECTS:** 6

**Especificar créditos de cada lengua:**

**ESPAÑOL:** 6

**INGLÉS:** 0

## SUMMARY

## REQUISITOS PREVIOS

La asignatura tiene un carácter aplicado y formativo para su aplicación a la Oceanografía Química. Ello hace que los conocimientos previos de la asignatura de Química de las Disoluciones sean todos aplicables a la disolución de agua de mar, si bien su alta fuerza iónica hará que muchos de ellos deban ser renovados y los modelos estudiados ampliados. Cualquier estudiante que haya superado las Químicas de los cursos anteriores será capaz de cursar la asignatura con provecho, si bien aquellos que no hayan podido superarlas podrán con algo más de esfuerzo llegar a buen puerto. Disponer de conocimientos sobre cálculo (ecuaciones diferenciales lineales de una sola variable) y de hojas de cálculo y programación sencilla ayudará a realizar un seguimiento más cómodo de la asignatura.

## Plan de Enseñanza (Plan de trabajo del profesorado)

### Contribución de la asignatura al perfil profesional:

El objetivo fundamental de la Química Marina es el de predecir y explicar los diversos fenómenos que tienen lugar en los océanos y en los límites oceánicos (agua superficial y suelo marino) a través del conocimiento del comportamiento de las moléculas, átomos y sistemas subatómicos.

Para poder alcanzar ese objetivo fundamental será necesario contar con algunos aspectos básicos de la Química General y de la Química de las Disoluciones, en particular esos involucrados en el estudio de las propiedades del agua de mar y de los equilibrios ácido-base y óxido-reducción. Será de nuestro interés aquellos aspectos que permitan responder a una serie de preguntas como por ejemplo:

¿Qué diferencia hay entre disoluciones diluidas y concentradas?

¿Cuál es la naturaleza de las disoluciones acuosas?

¿Qué le ocurre al agua al poseer iones disueltos?

¿Cómo calcular las propiedades del agua de mar a partir de la de sus componentes individuales?

¿Cuáles son las propiedades ácido-base y de óxidoreducción de una disolución de agua de mar?

¿Cómo se puede explicar reacciones fotoquímicas que ocurren en el medio marino?

¿Cómo se pueden transferir los gases hacia el agua?

¿Cómo pueden encontrarse las diferentes especies en el medio marino?

¿Qué le pasa a una especie en las proximidades de una superficie?

## Competencias que tiene asignadas:

### Competencias Instrumentales

I6: Será capaz de recabar y analizar la información necesaria para el desarrollo de tareas básicas relacionadas con la química marina.

I7: Será capaz de resolver problemas básicos relacionados con la química marina

### Competencias Sistemáticas

S3 Será capaz de aprender de manera autónoma en temas relacionados con la química marina.

S4 Será capaz de generar nuevas ideas relacionadas con la investigación en química marina.

S8 Habrá adquirido las habilidades necesarias para investigar en el ámbito de la química marina.

### Competencias Específicas

E9: Será capaz de reconocer e implementar buenas prácticas científicas de medida y experimentación en laboratorio.

E11 Será capaz de trabajar en el laboratorio de manera responsable y segura, tanto individualmente como en equipo.

## Objetivos:

La asignatura pretende,

- Proporcionar los conocimientos básicos sobre las disoluciones de agua de mar en relación con sus propiedades, naturaleza, interacciones, composición y los procesos que en ella tienen lugar para que pueda comprender los procesos globales oceánicos.
- Transformar la formación química teórica de disoluciones de baja fuerza iónica a la de disoluciones de alto contenido iónico.
- Dar las herramientas necesarias para que el alumno pueda desarrollar un método científico de trabajo conociendo hipótesis de inicio, aspectos que debe considerar, propiedades a investigar y cómo adquirir información específica sobre esos temas.
- Aportar conocimientos de introducción a la Oceanografía Química

## Contenidos:

A continuación se encuentran los temas que conforman la asignatura. Estos han sido agrupados, por afinidad de contenidos, en Módulos. Esta agrupación está, además, estrechamente relacionada con la metodología docente de la asignatura como se indica en su epígrafe.

### PRESENTACIÓN DE LA ASIGNATURA

#### 0. La química y el medio marino

Definición de Química Marina

Evolución histórica

Interrelación con otras disciplinas

Áreas de investigación

### MÓDULO 1. PROPIEDADES FÍSICOQUÍMICAS DEL AGUA DE MAR

#### 1. Composición química del agua de mar. Descripción del medio

Composición del agua de mar.

Especies mayoritarias  
Clorinidad y su relación con la salinidad  
Composición y estequiometría del agua de mar  
Especies minoritarias y trazas.

## 2. La estructura del agua

Propiedades macroscópicas anómalas del agua  
La molécula de agua  
Teorías sobre la estructura del agua.  
Modelos de mezcla y modelos uniformes o continuos  
Efectos de la presión y temperatura en la estructura del agua

## 3. Interacciones ion-disolvente e ion-ion

Modelo de Born.  
Modelo ion-dipolo para las interacciones ion-disolvente.  
Interacciones ion-disolvente-no electrólito  
Efectos de la presencia de solutos en la estructura del agua.  
Teoría de Debye-Hückel. Extensiones de la teoría de Debye-Hückel  
Modelo de pares iónicos de Bjerrum. Modelo de Fuoss  
Modelo de interacciones específicas. Ecuación de Pitzer

## 4. El agua de mar como una disolución compleja de electrólitos

Ecuación de estado para el agua de mar  
Propiedades PVT en agua de mar a una atmósfera y a altas presiones  
Propiedades termoquímicas molales parciales y aparentes  
Aplicación de la teoría de Debye-Hückel  
Procesos de mezcla de electrólitos  
Correlaciones empíricas. Regla de Young  
Aplicación de los modelos teóricos a mezcla de electrólitos.

## 5. Propiedades de transporte en agua de mar.

Relajación dieléctrica  
Difusión  
Viscosidad. Ecuación de Jones-Dole  
Conductividad. Regla de Walden  
Comparación de las propiedades de transporte  
Aplicación de la regla de Young a las propiedades de transporte

## MÓDULO 2. EQUILIBRIOS HOMOGÉNEOS EN EL MEDIO MARINO

### 6. Reacciones ácido-base.

Sistemas ácido-base en aguas oceánicas.  
Escalas de pH.  
Intensidad de tamponamiento y capacidad de neutralización.  
Equilibrio del sistema del CO<sub>2</sub>

### 7. Equilibrios redox en el océano.

Procesos de transferencia electrónica. Concepto de pE.  
Cinética de procesos redox.  
Efectos de la fuerza iónica y de la formación de complejos sobre el pE.  
Condiciones redox en aguas naturales y agua de mar.  
Procesos de fotosíntesis  
Cinética de oxidación del hierro en el medio marino  
Oxidación de la materia orgánica.  
Efecto de microorganismos

#### 8. Especiación química inorgánica y orgánica en el medio marino.

Pares iónicos y complejos.  
Diagramas de especiación.  
Formación de complejos con ligandos orgánicos.  
Tipos de ligandos orgánicos  
Factores físico-químicos que determinan la estabilidad de los complejos.  
Métodos para la determinación de la especiación

### MÓDULO 3. EQUILIBRIOS HETEROGÉNEOS EN EL MEDIO MARINO

#### 9. Procesos de transferencia a través de la interface atmósfera-océano

Intercambio de gases a través de la capa límite. Cinética  
Procesos de transmisión desde burbujas.  
Influencia en la formación de aerosol  
Solubilidad de gases atmosféricos en agua de mar  
Dependencia de la solubilidad con la salinidad. Ecuación de Setschenow  
Dependencia de la solubilidad con la temperatura. Ecuación de van 't Hoff  
Ecuación de Weiss  
Dependencia de la solubilidad con la presión

#### 10. Equilibrios de solubilidad-precipitación.

Producto de solubilidad y factores físico-químicos a tener en cuenta.  
Solubilidad de especies de interés: cloruros, fluoruros y sulfatos.  
Solubilidad y estabilidad de óxidos, hidróxidos y carbonatos.  
Solubilidad de sulfuros y fosfatos. Producto de solubilidad condicional.  
Importancia de los procesos de solubilidad-precipitación.  
Procesos de nucleación y crecimiento de cristales.  
Disoluciones sobresaturadas. Etapas.  
Papel de los microorganismos.

#### 11. Procesos de adsorción en el medio marino

Fuerzas en la interfase.  
La doble capa eléctrica. Modelos. Potencial y distribución de la carga.  
La estructura de la interfase óxido-hidróxido-agua.  
Evaluación de la carga superficial.  
Interacción química específica con cationes y aniones.  
Mecanismos de adsorción.  
Isotermas de adsorción. Factores que influyen en la adsorción.  
Importancia de los procesos de adsorción-desorción en el estudio de sistemas acuáticos.

SEMINARIOS:

Composición y Estequiometría del agua de mar (2 horas)  
Ecuación de Estado del Agua de Mar (2 horas)  
Fotoquímica en el agua de Mar (1 hora)

#### TALLER TRABAJO EN GRUPO:

Interacciones iónicas (2 sesiones de 1 hora)  
Equilibrios Ácido-Base y Redox (1 hora)  
Diagramas de Especiación (1 hora)

#### TRABAJOS A PRESENTAR:

Primera sesión:

Nueva ecuación de estado del agua de mar. Concepto de salinidad absoluta.

Segunda Sesión:

Procesos Fotoquímicos en el agua de mar.

Tercera Sesión:

Procesos Químicos en Estuarios.

#### PRÁCTICAS:

Determinación de la Clorinidad del agua de Mar.

Solubilidad del Oxígeno en función de la Salinidad

Constante de Disociación de un ácido débil

Cinética del Sistema Perdisulfato-Yoduro.

Diseño de reguladoras e intensidad de amortiguación (2 sesiones)

Alcalinidad y sistema del carbonato (2)

Determinación simultánea de mezclas de iones por espectroscopía UV-Vis

Determinación de Carbono orgánico en sedimentos

### Metodología:

La asignatura, que se encuentra en el primer semestre, utilizará conocimientos previos de Química para poder explicar los procesos químicos del medio marino que estudiarán en Oceanografía Química del segundo Semestre.

La asignatura se estructura en una presentación y tres módulos:

0. Presentación (1 hora)
1. Propiedades Físicoquímicas del agua de mar (9 horas)
2. Equilibrios homogéneos en el medio marino (7 horas)
3. Equilibrios heterogéneos en el medio marino (5 horas)

Cada módulo tiene una fecha fija de inicio y de conclusión. Durante ese período el estudiante realizará un conjunto de "actividades" de acuerdo a las pautas recogidas en las "Guías de estudio" (documento donde se describe detalladamente las actividades que debe realizar el estudiante y los objetivos formativos específicos). Cada módulo contará con "Encargos" (ejercicios que obligatoriamente deberá resolver y entregar el estudiante. Habrá al menos un encargo por módulo) cuyos resultados deberán ser entregados en las fechas indicadas en la Intranet.

Las actividades se dividen en no presenciales (60% del total de la asignatura) y sesiones presenciales (40%).

Las "actividades no presenciales" consisten, básicamente, en la a) resolución de cuestiones teóricas y prácticas propuestas para cada tema de teoría, seminario y de prácticas, b) preparación de tres presentaciones orales, una correspondiente al módulo I y las otras dos, a los módulos II y III, c) preparación de los resultados y conclusiones de las prácticas de laboratorio y

de una presentación de los mismos, d) estudio de los temas. Estas actividades se realizarán con plena libertad horaria, si bien se hace una programación semanal de las mismas.

En las fechas señaladas en los horarios de tercer curso, se realizarán "Sesiones presenciales". De ellas, 22 horas serán de exposición teórica y 4 de trabajos de Taller en grupos, presentadas y coordinadas por parte del profesor. Otras 5 serán de seminarios sobre temas específicos de especial relevancia con participación directa tanto del alumno como del profesor. 20 horas se dedicarán en fechas específicas a prácticas de laboratorio. 6 horas se dedicarán a la presentación individuales tanto de teoría como de prácticas. La asistencia a los talleres, seminarios y laboratorio es obligatoria.

## Evaluación:

### Criterios de evaluación

-----

La evaluación tiene dos objetivos interrelacionados, uno es conocer, en todo momento, el grado de cumplimiento de los objetivos formativos, el otro poner, en determinados instantes, una calificación.

El grado de cumplimiento de los objetivos deberá ser controlado principalmente por el estudiante. Con ese fin, comprobará que las respuestas a los ejercicios, cuestiones, test, etc. que se le vayan recomendando a lo largo del curso, son comparables a las soluciones que le ofrezca el profesor. También, deberá verificar que es capaz de responder a la pregunta "¿Soy capaz de ...?", para cada uno de los objetivos formativos del módulo. Dentro de esa misma concepción, los profesores devolverán corregidos y anotados los encargos del módulo.

Para la otra vertiente, la calificativa, se utilizarán los encargos de módulo, presentaciones orales y de prácticas y exámenes programados.

En este sentido se dispondrá de tres tipos de evaluaciones.

1. Realización de exámenes o pruebas escritas. En la corrección de las mismas por parte del profesor se considerará la discusión razonada y correcta de las cuestiones teóricas así como la resolución correcta de cuestiones teórico-prácticas. Estas pruebas incluirán pruebas objetivas o preguntas tipo test de selección múltiple, Pruebas de respuesta corta y pruebas de respuesta larga o de desarrollo.

2. Realización de prácticas de laboratorio. Previo al comienzo de las prácticas, se realizarán cuestiones orales de las prácticas a realizar, que permitan la correcta realización de las mismas. Al final de las prácticas y en el periodo indicado por el profesor, deberá entregar un informe individual de cada práctica realizada, con datos, tablas y resultados obtenidos, así como con la respuesta a las cuestiones indicadas en cada práctica. El alumno dispondrá de un manual de prácticas previo al inicio de las mismas.

3. Trabajo realizado y propuesto en las clases. A lo largo del semestre, el profesor propondrá la realización de trabajos de diversas características (entrega de problemas, trabajos asociados a seminarios, presentación de trabajos....). Se considerará la participación en las clases así como la entrega de los problemas o trabajos propuestos en ellas y la exposición de los mismos.

Como se indica en la Memoria de Verificación, el alumno tendrá disponible una Ficha de verificación de objetivos de aprendizaje, que deberá entregar previo a la realización del examen final.

### Sistemas de evaluación

-----

La asignatura constará de tres tipos de evaluación al objeto de evaluar las diferentes competencias de la asignatura

1. Realización de un examen o prueba escrita, asociada al módulo I y otra asociada a los módulos II y III. En la corrección de las mismas por parte del profesor se considerará la discusión razonada

y correcta de las cuestiones teóricas así como la resolución correcta de los problemas. Estas pruebas son de carácter eliminatorio. Por último, para el alumno que no haya superado las dos o una de las partes, o no se haya presentado, se considerará la prueba final cuya fecha de realización será propuesta por la Facultad. Las pruebas parciales sólo tendrán validez para la primera convocatoria del curso académico.

2. Evaluación del informe de prácticas y de las cuestiones teóricas realizadas previa a la realización de las mismas.

3. Evaluación de los trabajos y tareas incluidas en los diferentes temas, talleres, presentación de trabajos y seminarios del curso.

Este sistema asegurará la evaluación continua del alumno en su periodo de aprendizaje. La calificación final tendrá en cuenta cada una de estas pruebas. El alumno a tiempo parcial que no haya podido realizar las evaluaciones del informe de prácticas y de trabajos, tendrá que demostrar sus habilidades y competencias en ese examen final.

Estos sistemas de evaluación son válidos para la convocatoria ordinaria. En las convocatorias extraordinarias, la realización del examen incluirá cuestiones de los talleres, seminarios y trabajos desarrollados y presentados en clase. Las prácticas, al ser obligatorias deben estar superadas en todo momento y tendrán validez de al menos dos años, salvo que la Universidad de Las Palmas considere otros periodos al respecto.

### Criterios de calificación

-----  
La calificación final de la asignatura se obtendrá de acuerdo a la siguiente distribución:

Controles parciales: 30% cada uno.

Control final: 60%

Observe que el examen escrito supondrá en total el 60% de la calificación, al ser los controles parciales eliminatorios.

Seminarios (tareas): 10%

Actividades no presenciales: 5%

Prácticas: 10%

Presentación de trabajos: 10%

Asistencia: 5%

En las pruebas de siguientes convocatorias, el control final, al incluir la evaluación del resto de actividades, alcanzará un 100%, siendo la realización de las prácticas un requisito no calificable.

## **Plan de Aprendizaje (Plan de trabajo de cada estudiante)**

### **Tareas y actividades que realizará según distintos contextos profesionales (científico, profesional, institucional, social)**

Las tareas y actividades se dividen en presenciales y no presenciales.

Las horas presenciales incluyen actividades como clases magistrales, seminarios, problemas, exposición de trabajos, talleres y exámenes, habiéndose previsto la inclusión de 3 horas en procesos de evaluación lo que completa un total de 60 horas (40% de los 6 créditos ECTS). El otro 60% (hasta un total de 90 horas) corresponde a actividades no presenciales. Dichas actividades consistirán fundamentalmente en la lectura y comprensión del material de estudio, la resolución de cuestiones teóricas y prácticas propuestas para cada tema de teoría, seminario y de prácticas, preparación de tres presentaciones orales, una correspondiente al módulo I y las otras dos, a los módulos II y III, preparación de los resultados y conclusiones de las prácticas de laboratorio, para lo que se contará con guías de estudio que orientarán al alumno para llevarlas a cabo. La Guía de Estudio resume la programación, competencias a adquirir, resultados de aprendizaje y la temporalización de cada tema con fecha de inicio y fin. Asimismo se indicará en cada caso el conjunto de actividades de acuerdo a las pautas recogidas en la misma. Por otra parte, cada bloque

temático contará con tareas cuyos resultados deberán ser entregados en las fechas indicadas a través del campus virtual. Están programadas las prácticas de laboratorio en fechas fijas, siendo la asistencia a las mismas obligatoria y su evaluación positiva, condición indispensable para la evaluación final. Los seminarios se programan como actividad de refuerzo, repaso y preparación con presencia activa de los estudiantes. Ayudarán asimismo a comprobar el avance en el aprendizaje. El uso de comunicación y trabajo a través del Campus Virtual permitirá un nivel de contacto adecuado para aprendizaje y evaluación.

### **Temporalización semanal de tareas y actividades (distribución de tiempos en distintas actividades y en presencialidad - no presencialidad)**

Todas las actividades formativas contempladas en la asignatura han sido planificadas semanalmente. Para ello se han utilizado las siguientes herramientas:

- Horario propuesto por el Centro.
- Guía Docente de la asignatura.
- Coordinación con otras materias.
- Temporalización homogénea de actividades a realizar por los estudiantes.
- 

De la temporalización semanal recibirá información adecuada el estudiante tanto a través de las comunicaciones en el Campo Virtual como en el aula, por lo que en todo momento conocerá su programación tanto de las actividades presenciales como no presenciales. En promedio tendrá 4 horas de clase presenciales por semana y deberá dedicar 6 horas de promedio cada semana para las diferentes actividades no presenciales. Es muy importante que se realice una dedicación sistemática al estudio de esta asignatura.

### **Recursos que tendrá que utilizar adecuadamente en cada uno de los contextos profesionales.**

Los recursos a utilizar serán todos los propios del proceso de aprendizaje:

Recursos y manejo adecuado de bibliografía.

Recursos de red.

Manejo en la exposición oral.

Trabajo en equipo

Material audiovisual

Elaboración de Informes.

Análisis de datos, etc.

### **Resultados de aprendizaje que tendrá que alcanzar al finalizar las distintas tareas.**

Será capaz de analizar situaciones y problemas básicos que se planteen en el desarrollo de las tareas relacionadas con la química marina.

Será capaz de expresarse de forma adecuada en temas básicos de oceanografía química en el desarrollo de las tareas relacionadas con la química marina. Será capaz de expresar en lenguaje científico los resultados, los procesos y las ideas fundamentales relacionadas con la química marina.

Será capaz de utilizar documentos redactados en otra lengua relacionados con la química marina.

Será capaz de recabar y analizar la información necesaria para el desarrollo de tareas básicas relacionadas con la química marina.

Será capaz de resolver problemas básicos relacionados con la química marina

Será capaz de tomar decisiones en situaciones que se planteen en temas relacionados con la química marina.

Será capaz de trabajar en equipo inter y multidisciplinar en temas relacionados con la oceanografía.

Habrá construido conocimiento básico en temas relacionadas con la química marina.

Será capaz de aprender de manera autónoma en temas relacionados con la química marina.

Será capaz de generar nuevas ideas relacionadas con la investigación en química marina.

Será capaz de aplicar los conocimientos de química marina en la práctica.

Habrá adquirido las habilidades necesarias para investigar en el ámbito de la química marina.

Será capaz de tomar datos relacionados con la química marina, evaluarlos, procesarlos e interpretarlos con relación a las teorías en uso.

Será capaz de reconocer y analizar nuevos problemas en química marina y de proponer estrategias de solución.

Será capaz de reconocer e implementar buenas prácticas científicas de medida y experimentación en laboratorio.

Será capaz de trabajar en el laboratorio de manera responsable y segura, tanto individualmente como en equipo.

## Plan Tutorial

### Atención presencial individualizada (incluir las acciones dirigidas a estudiantes en 5ª, 6ª y 7ª convocatoria)

Los alumnos dispondrán de seis horas semanales (distribuidas en sesiones según horario que se indica) en las que recibirán una atención individualizada respecto a todas las cuestiones relativas a la asignatura que el alumno requiera.

El horario de tutorías de los profesores de Teoría (Melchor González Dávila) y de prácticas (Esther Torres Padrón) será el siguiente:

Aspectos Teóricos

Lunes de 12 a 15 horas (Despacho Q-220)

Miércoles de 12 a 15 horas (Despacho Q-220)

Aspectos de Prácticas

Lunes de 15 a 17 horas (Despacho Q-222)

Martes de 12 a 14 horas (Despacho Q-222)

Viernes de 12 a 14 horas (Despacho Q-222)

### Atención presencial a grupos de trabajo

Los alumnos deberán asistir a las sesiones de tutorización en grupo programadas para consultas, seguimiento de aprendizaje y exposición de trabajos que se realizarán bajo la supervisión correspondiente.

### Atención telefónica

No se recoge

### Atención virtual (on-line)

Para el desarrollo de la asignatura se contará con el correo electrónico de los profesores, pero en especial y dentro el Campus Virtual el alumno dispone de un apartado de Diálogo de Tutoría privada virtual que permite que las mismas queden reflejadas en el Moodle. Los contenidos del Campus Virtual se actualizarán con cierta frecuencia., incluyendo tests, documentos, avisos, pruebas, etc., por lo que es conveniente acceder al mismo con asiduidad.

## Datos identificativos del profesorado que la imparte.

### Datos identificativos del profesorado que la imparte

**Dr./Dra. Melchor González Dávila** (COORDINADOR)

**Departamento:** 287 - QUÍMICA

**Ámbito:** 755 - Química Física

**Área:** 755 - Química Física

**Despacho:** QUÍMICA

**Teléfono:** 928452914 **Correo Electrónico:** melchor.gonzalez@ulpgc.es

**Dr./Dra. María Esther Torres Padrón** (RESPONSABLE DE PRACTICAS)

**Departamento:** 287 - QUÍMICA

**Ámbito:** 750 - Química Analítica

**Área:** 750 - Química Analítica

**Despacho:** QUÍMICA

**Teléfono:** 928454449 **Correo Electrónico:** miriam.torres@ulpgc.es

**Dr./Dra. Cayetano Collado Sánchez**

**Departamento:** 287 - QUÍMICA

**Ámbito:** 755 - Química Física

**Área:** 755 - Química Física

**Despacho:** QUÍMICA

**Teléfono:** 928454435 **Correo Electrónico:** cayetano.collado@ulpgc.es

### Bibliografía

#### [1 Básico] Manual de prácticas [de] oceanografía química /

*editado por J. Magdalena Santana-Casiano y Melchor González-Dávila.*

[s.n.], Las Palmas de Gran Canaria : (2000)

84-699-2858-9

#### [2 Básico] Experimentación en química marina /

*editado por María Dolores Gelado Caballero y Jose Joaquín Hernández Brito.*

[s.n.], Las Palmas de Gran Canaria : (2000)

84-699-3255-1

#### [3 Básico] Experimentación en química marina. Parte II: Química marina: manual de laboratorio /

*editado por Melchor González Dávila y J. Magdalena Santana Casiano ; autores Melchor González Dávila, J.*

*Magdalena Santana Casiano, M<sup>a</sup> Dolores Gelado Caballero, Cayetano Collado Sánchez, Jose Joaquín Hernández Brito.*

s.n.] (, [S.L. : (2002)

84-699-6260-4

#### [4 Básico] Chemical oceanography /

*Frank J. Millero.*

*CRC press,, Boca Raton (Florida) : (2006) - (3rd. ed.)*

0-8493-2280-4

#### [5 Básico] Aquatic chemistry: chemical equilibria and rates in natural waters /

*Werner Stumm, James J. Morgan.*

*Wiley,, New York : (1996) - (3rd ed.)*

0-471-51185-4 (pbk. : acid-free paper)

---

**[6 Recomendado] Aquatic chemistry concepts /**

*James F. Pankow.*

*Lewis,, Chelsea (Michigan) : (1991)*

*0873711505*

---

**[7 Recomendado] The physical chemistry of natural waters /by Frank J. Millero.**

*Millero, Frank J.*

*Wiley-Interscience,, New York : (2001)*

*0-471-36278-6*