



## SP-8500 Oceanografía y Procesos Costeros

**Tipo de curso:** Obligatorio

**Modalidad:** Teórico-practico

**Número de créditos:** 4

**Horas semanales (presenciales):** 4

### Profesores:

- M Sc. Rodney Mora Escalante, [rodney.moraescalante@ucr.ac.cr](mailto:rodney.moraescalante@ucr.ac.cr) (coordinador)
- Dr. Eddy H. Gómez Ramírez, [eddy.gomez@ucr.ac.cr](mailto:eddy.gomez@ucr.ac.cr)
- Dr. Eric Alfaro Martínez, [erick.alfaro@ucr.ac.cr](mailto:erick.alfaro@ucr.ac.cr)
- M.Sc. Carmen González, [carmen.gonzalez@ucr.ac.cr](mailto:carmen.gonzalez@ucr.ac.cr)
- Dr. Hugo Hidalgo León, [hugo.hidalgo@ucr.ac.cr](mailto:hugo.hidalgo@ucr.ac.cr)

### Justificación

Curso teórico-práctico sobre las características y dinámica de los océanos y mares tropicales, con énfasis en los procesos químicos, físicos, geomorfológicos, hidrológicos y climáticos que les caracterizan, así como acerca de los principales impactos antropogénicos a que están sometidos. Los temas serán desarrollados por especialistas en las distintas ramas de la oceanografía, quienes provienen de las áreas de la Oceanografía Física, Climatología, Geomorfología, Hidrología y Química; además, en el curso podrán participar, en calidad de invitados, especialistas provenientes de otras instituciones nacionales o del exterior. El curso comprende una gira a una zona costera, en la que se visitará uno o más ambientes específicos (estuarios, bahías, golfos, áreas de afloramiento y zonas bajo alguna forma de manejo o gestión) sobre la cual los estudiantes prepararán un informe escrito con base en los conocimientos y herramientas adquiridas durante el curso.

### Objetivo General

Proporcionar conocimientos actualizados sobre los principales procesos de los océanos y sus interacciones con la atmósfera y los continentes, en particular el impacto de los procesos globales en la zona costera, así como proporcionar destrezas para la aplicación de las técnicas para la toma de muestras y el análisis de datos.



### Objetivos específicos:

1. Revisar los conceptos oceanográficos básicos del sistema marino costero para la comprensión de los procesos químicos, físicos, hidrológicos, geomorfológicos y climáticos propios de las zonas costeras.
2. Analizar información pertinente a los impactos de los procesos oceánicos en la zona costera.
3. Brindar capacitación, mediante sesiones prácticas, en las técnicas oceanográficas necesarias para la comprensión de la dinámica de las áreas costeras.
4. Identificar, mediante la información recopilada en giras de campo, los diferentes impactos antropogénicos que tienen incidencia en el manejo o gestión de un área costera particular.

### Contenidos y Cronograma

Semana	Fecha	Tema	Profesor
1	2 días	<b>Aspectos químicos</b> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Química acuática.<ul style="list-style-type: none"><li>• Procesos químicos y físicos que afectan la distribución y circulación de los compuestos químicos en aguas naturales.</li><li>• Intemperización, erosión de suelos, formación de suelos y sedimentos.</li><li>• Disolución, precipitación, redox, ácido-base, coordinación.</li><li>• Modelos de sistemas termodinámicos en aguas naturales.</li><li>• Especiación química en aguas naturales. El caso del sistema de carbonatos. Balance de masas, balance de cargas, constantes de estabilidad.</li></ul></li><li>▪ Propiedades químicas y físicas del agua y del agua de mar.<ul style="list-style-type: none"><li>• Dos modelos para la estructura del agua.</li><li>• Propiedades físicas y químicas del agua y del agua de mar.</li><li>• Agua pura y agua de mar.</li><li>• Cuencas oceánicas: T, S, Profundidad.</li><li>• Sales disueltas: agua de mar y agua de ríos.</li><li>• Comparación de concentraciones</li></ul></li></ul>	Eddy Gómez



		<p>promedio.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Especiación iónica en agua de mar.</li> <li>• El peso molecular del agua.</li> <li>• Enlaces de hidrógeno y la familia del oxígeno.</li> <li>• Tensión superficial.</li> <li>• Constante dieléctrica y poder de disolución.</li> <li>• Calor específico, diagrama de cambios de fase y calores latentes.</li> <li>• Densidad, temperatura y salinidad.</li> <li>• Expansibilidad y compresibilidad.</li> <li>• Colores del agua de mar.</li> <li>• Propiedades coligativas.</li> <li>• Balances de masa y energía en los océanos.</li> <li>• El agua y los procesos biogeoquímicos.</li> </ul>	
2	2 días	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Los ciclos biogeoquímicos. <ul style="list-style-type: none"> <li>• El ciclo del: agua, carbono, azufre, nitrógeno, fósforo y silicio.</li> </ul> </li> <li>▪ Productividad primaria en ecosistemas oceánicos. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ecosistemas.</li> <li>• Estructura biótica y factores abióticos.</li> <li>• Categorías tróficas.</li> <li>• Radiación electromagnética y fotosíntesis.</li> <li>• Métodos para la determinación de la Productividad primaria.</li> <li>• Modelos: Redfield, Ketchum &amp; Richards (1949-1965); T. Chen (1979); Fraga &amp; Álvarez-Salgado (2005).</li> </ul> </li> </ul>	Eddy Gómez
3	1 día	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Contaminación marino-costera. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Polución y contaminación, definiciones.</li> <li>• Principales agentes contaminantes del medio marino-costero.</li> <li>• Evolución histórica de la contaminación marino-costera</li> <li>• Efectos sobre el medio ambiente.</li> <li>• Contaminantes “emergentes”.</li> <li>• Caso de estudio: por definir.</li> </ul> </li> <li>▪ Técnicas especializadas de análisis aplicadas en Oceanografía Química. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Salinidad y temperatura.</li> <li>• Oxígeno disuelto.</li> <li>• Productividad primaria.</li> <li>• Nutrimientos: Nitrato, nitrito, amonio, fosfato, silicato.</li> <li>• Clorofila-<i>a</i>.</li> <li>• Turbidez.</li> </ul> </li> </ul>	Eddy Gómez



		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Materiales en suspensión.</li> </ul>	
3	1 día	<p><b>Aspectos Atmosféricos globales y regionales</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Sistema climático. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Componentes del sistema climático.</li> <li>• Diferenciar conceptos de clima y tiempo.</li> <li>• Diferenciar conceptos de variabilidad climática y cambio climático.</li> <li>• Diferenciar conceptos de pronóstico de tiempo y pronóstico climático.</li> </ul> </li> </ul>	Eric Alfaro
4	2 días	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Forzantes climáticos globales y regionales.</li> <li>▪ Escenarios climáticos. <ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Cómo se producen?</li> <li>• ¿Qué es el IPCC?</li> <li>• ¿Qué nos dicen?</li> <li>• ¿Cómo interpretarlos?</li> </ul> </li> </ul>	Eric Alfaro
5	2 días	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Plataformas de medición y mediciones meteorológicas.</li> <li>▪ Bases de datos globales. <ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Qué son?</li> <li>• Significado de rejilla y su interpretación.</li> <li>• Características de los dominios que abarcan.</li> <li>• Diferenciar entre re-análisis, pronóstico y datos históricos.</li> </ul> </li> <li>▪ Técnicas de ajuste de escala. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Método estadístico y dinámico.</li> </ul> </li> </ul>	Eric Alfaro
6	1 día	<p><b>Aspectos Oceanográficos globales y regionales</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Circulación y corrientes marinas. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Variabilidad estacional.</li> </ul> </li> <li>▪ Olas y mareas. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Caracterización regional.</li> <li>• Escenarios del nivel del mar.</li> <li>• Erosión costera.</li> <li>• Tsunami. Historia regional.</li> </ul> </li> <li>▪ Surgencia y ENOS. Variabilidad entre los océanos Pacífico y Atlántico y Mar Caribe.</li> </ul>	Rodney Mora
	<b>Examen Tema aspectos químicos</b>		
7	2 días	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Plataformas de medición y mediciones oceanográfica.</li> <li>▪ Pronósticos y predicción de variables oceanográficas. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diferenciar concepto y</li> <li>• Ejemplos: tabla de mareas, información de oleaje, temperatura, entre otros).</li> </ul> </li> </ul>	Rodney Mora
8	2 días	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Plataforma de información oceanográfica: MIO <ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Qué es?</li> <li>• ¿Quiénes son?</li> </ul> </li> </ul>	Rodney Mora



		<ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Qué hacen?</li> <li>▪ Eventos océano-meteorológicos: Comisión Nacional de Emergencia. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Marea roja desde el punto de vista físico. Mitigación.</li> <li>• Marejadas de fondo.</li> <li>• Oleaje de tormentas.</li> </ul> </li> </ul>	
9	1 día  <b>Examen Tema aspectos atmosféricos</b>	<b>Aspectos Hidroclimáticos</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Cuenca Hidrográfica. <ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Qué es una cuenca?</li> <li>• ¿Cómo se delimita una cuenca?</li> <li>• ¿Qué es escorrentía?</li> <li>• ¿Qué es caudal?</li> <li>• ¿Por qué es importante la cuenca en estudios oceanográficos?</li> </ul> </li> </ul>	Hugo Hidalgo
10	2 días	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Transporte de sedimentos <ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Qué son los sedimentos?</li> <li>• Características de los suelos.</li> <li>• Deposición en costas.</li> </ul> </li> </ul>	Hugo Hidalgo
11	2 días	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Estuarios. <ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Qué son?</li> <li>• ¿Por qué son importantes?</li> <li>• Salinidad (intrusión).</li> </ul> </li> </ul>	Hugo Hidalgo
12	1 día  <b>Examen Tema aspectos oceanográficos</b>	<b>Aspectos Geomorfológicos</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Introducción a la Geología y la Geomorfología costeras <ul style="list-style-type: none"> <li>• La corteza terrestre: continental y oceánica</li> </ul> </li> <li>▪ Costas rocosas. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Acantilados, plataformas, cuevas, túneles, bufaderos.</li> <li>• Fenómenos erosivos en costas rocosas. Meteorización.</li> </ul> </li> </ul>	Carmen González
13	2 días	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Costas deposicionales. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Playas, lagoon, dunas, islas barrera, estuarios, deltas.</li> <li>• Erosión y acreción.</li> <li>• Dinámica de los sedimentos y corrientes litorales.</li> </ul> </li> <li>▪ Las playas, como punto de encuentro marino continental. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Qué son las playas?</li> <li>• Conformación de las playas</li> <li>• Dinámica litoral</li> </ul> </li> <li>▪ Procesos costeros producidos por el viento. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erosión: deflacción y corrosión.</li> </ul> </li> </ul>	Carmen González



		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transporte.</li> <li>• Sedimentación.</li> </ul>	
14	2 días	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Recursos desde el fondo Oceánico. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Petróleo.</li> <li>• Metales pesados.</li> <li>• Materia prima.</li> </ul> </li> <li>▪ Emergencias marino costeras. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Riesgos, amenazas y vulnerabilidad.</li> </ul> </li> </ul>	Carmen González
15	4 días  Examen Tema aspectos hidroló- gicos	<p><b>Aspectos Prácticos Océano-Meteorológicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Gira a Punta Morales, Puntarenas<sup>+,*</sup>. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Instalación y recopilación de datos con una estación meteorológica.</li> <li>• Medir rangos mareales usando un mareógrafo portátil.</li> <li>• Hacer perfiles de temperatura, profundidad y salinidad en sitios puntuales mediante el uso de un CTD.</li> <li>• Medir velocidades de las corrientes en sitios puntuales mediante el uso de un ADP Sontek.</li> <li>• Hacer levantamiento de coordenadas cartográficas para uso posterior en la toma de datos y uso de software SIG.</li> <li>• Calcular los principales parámetros del oleaje, periodo y dirección del oleaje. Estimar la altura de la ola. Se requiere un cronómetro y una brújula.</li> </ul> </li> </ul> <p><sup>+</sup>El día previo a la salida hacia Punta Morales, se reserva para que los estudiantes participen en la preparación de los materiales y equipos, bajo la orientación de los profesores a cargo. <sup>*</sup>Coordinar el uso de la embarcación KAIS del CIMAR y de su capitán.</p>	Colegiado
16		<b>Entrega del informe de la gira</b>	
17	Examen Tema aspectos geomor- fológicos	<b>PROMEDIOS</b>	



## Metodología

Las clases se harán en forma magistral y presencial. Cada profesor (a) evaluará el tema que le ha correspondido desarrollar. Se hará un examen parcial por cada área según el número de profesores, comprenderá preguntas pertinentes a cada uno de los temas, que deberán ser respondidas con fundamento en la información y el material aportado por el profesor (a), así como con base en las referencias (lecturas) asignadas. El trabajo de campo consiste en una gira de cuatro días de duración, que tendrá como sede la Estación Marina (CMAR) ubicada en Punta Morales, Puntarenas. La asistencia y participación en el trabajo de campo son obligatorias. Cada estudiante debe hacer las previsiones del caso para asegurarse la alimentación. Cada estudiante o cada grupo de estudiantes, si así ha sido dispuesto en consulta con los profesores a cargo de la gira, deberá completar el plan de trabajo que le haya sido entregado con anticipación. Cada estudiante, o grupo de estudiantes, si así lo han dispuesto los profesores a cargo, elaborará y presentará un informe, siguiendo el formato que ha elaborado el profesor a cargo de cada uno de los módulos o componentes de la gira, que debe abarcar los distintos temas estudiados o investigados. La participación en la gira es un requisito para la aprobación del curso.

## Evaluación

Exámenes parciales (5 de 15% cada uno):	75%
Trabajo de campo (desempeño individual):	10%
Informes del trabajo realizado en la gira:	15% <sup>**</sup>

<sup>\*\*</sup>Corresponde al promedio de las notas asignadas a los informes individuales de cada profesor.

Nota adicional: *Cualquier tipo de trabajo en el que se descubra plagio, realizado con dolo o por el uso inadecuado de estándares para citar y referenciar, será calificado con cero y al o a la estudiante se le seguirán los procesos disciplinarios establecidos en el Reglamento de Régimen Académico Estudiantil (SEP-1783-2009).*

## Bibliografía

- Amador J.A., Alfaro E.J., Lizano O., Magaña V. (2006). Atmospheric forcing in the eastern tropical Pacific: A review. *Prog. Oceanogr.* 69: 101–142.
- Amador, J.A., A. M. Durán-Quesada, E. R. Rivera, G. Mora, F. Sáenz, B. Calderón & N. Mora. (2016). The easternmost tropical Pacific. Part II: Seasonal and intraseasonal modes of atmospheric variability. *Revista de Biología Tropical.* 64 (Suppl. 1), S23-57.





- Amador, J.A., E. R. Rivera, A. M. Durán-Quesada, G. Mora, F. Sáenz, B. Calderón & N. Mora. (2016). The easternmost tropical Pacific. Part I: A climate review. *Revista de Biología Tropical*. 64 (Suppl. 1), S1-22.
- Beven, K.J. (2012) *Rainfall-Runoff Modelling: The Primer*. 2a ed. Wiley-Blackwell.
- Bianchi, S. T. (2007). *Biogeochemistry of Estuaries*. Oxford and New York: Oxford University 706 pp.
- Botello, A. V., J. Rendón von Osten, G. Gould-Bouchot y C.Agraz-Hernández, eds. (2005). *Golfo de México, contaminación e impacto ambiental: Diagnóstico y tendencias 2ª Ed.* Universidad Autónoma de Campeche, Univ. Autónoma de México, Instituto Nacional de Ecología. 696 pp.
- Botello, A.V., S. Villanueva-Fragoso, J. Gutiérrez, y J.L. Rojas Galaviz, eds. (2010). *Vulnerabilidad de las zonas costeras mexicanas ante el cambio climático 1er. Ed.* Gobierno del Estado de Tabasco. Semarnat-INE, UNAM-ICMyL, Universidad Autónoma de Campeche. 514 pp.
- Clark, R.B. (2001). "Marine Pollution". Oxford University Press, 5<sup>th</sup> Ed. New York.
- Davis Jr., R. and Fitzgerald, D. (2009). *Beaches and coasts*. John Wiley & Sons.
- Dingman, S.L. (2002) *Physical Hydrology*. 2a ed. Waveland Press, Inc.
- Fallas, J.C. y Oviedo, R. (2003). *Fenómenos atmosféricos y cambio climático, visión centroamericana (Oviedo R, Fallas JC, Ed.)*, Instituto Meteorológico Nacional, San José, Costa Rica, pp. 38.
- Grant Gross, M. (1972). *Oceanography, a view of the Earth*. Prentice-Hall, Inc. New Jersey. 581p.
- Lizano Rodríguez, O. G. (2009). Algunas características de las mareas en la costa Pacífica y Caribe de Centroamérica. *Revista de Ciencia y Tecnología Vol. 24 Núm. 1 2009*.
- Lizano, O. G. (2007). Climatología del viento y oleaje frente a las costas de Costa Rica. *Ciencia y Tecnología, 25(1-2)*, 43-56.
- Lizano, O.G. (2008). Dinámica de las aguas alrededor de la Isla del Coco, Costa Rica. *Rev. Biología Tropical*. 56 (Supl.2): 31-48.
- Lizano, O.G. (2009). Corrientes marinas en algunas playas de Costa Rica: 259-272. *In: R. Viales, J.A. Amador & F.J. Solano (eds.)*, Concepciones y representaciones de la Naturaleza y la Ciencia en América Latina. Vicerrectoría de Investigación, Universidad de Costa Rica, San Pedro, Costa Rica.
- Maidment, D.R. (Ed.) (1992). *Handbook of Hydrology*. McGraw-Hill.
- Maldonado T., Alfaro E.J. y Hidalgo H.G. (2018). Revision of the main drivers and variability of Central America Climate and seasonal forecast systems. *Revista de Biología Tropical*, 66(Suppl. 1): S153-S175.
- Masselink, G., Hughes, M., and Knight, J. (2014). *Introduction to coastal processes and geomorphology*. Routledge.
- Open University (1989). *Ocean Chemistry and Deep Sea Sediments*. Pergamon Press. 134 pp.
- Open University. (1995). *Sea Water its composition, properties and behaviour*. Pergamon Press. 165 pp.
- Open University. (2000). *Waves, Tides and Shallow Water Processes*. Second Edition, Pergamon Press.
- Revista Ciencias Marinas*. (2003). Número especial de Química Marina. Volumen 29, número 4, páginas 377 a 571.
- Riley, J.P. & R. Chester. (1971). *Introduction to Marine Chemistry*. Academic Press, London. 465p.
- Serrano Pacheco, A. (2017). *Apuntes de clase de hidrometeorología*. Universidad de Costa Rica. 133 pp.
- Shuttleworth, W.J. (2012) *Terrestrial hydrometeorology*. Wiley-Blackwell.
- Stewart, R. H. (2008). *Introduction to physical oceanography*. Texas: Texas A & M University.





- Stumm, W. & J.J. Morgan. (1970). Aquatic Chemistry. An introduction emphasizing chemical equilibria in natural waters. Wiley-Interscience, New York. 583p.
- Talley, L. D. (2011). Descriptive physical oceanography: an introduction. Academic press.
- Van Loon, G. W & Duffy, S. J. (2011). Environmental Chemistry: a global perspective. Oxford University Press, 3rd edition. 545 pp.
- Vargas-Zamora J. A; Acuña-González J; Sibaja-Cordero J. A; Gómez-Ramírez, E. H, Agüero-Alfaro G; García-Céspedes J. (2018). Water parameters and primary production at four marine embayments of Costa Rica (2000-2002). Rev. Biol. Trop. (Int. J. Trop. Biol. ISSN-0034-7744) Vol. 66(Suppl. 1): S211-S230.
- Woodroffe, C. D. (2002). Coasts: form, process and evolution. Cambridge University Press, Cambridge.

#### Documentos de consulta

Deriva Continental y Tectónica de Placas: <http://delegacion.topografia.upm.es/wp-content/uploads/2016/03/Teoria-Tectonica-placas.pdf>

Introducción a la dinámica de las formas costeras de depósito:

<http://www.almazaningenieros.es/data/archivo/Introduccion%20a%20la%20dinamica%20de%20las%20formas%20costeras.pdf>

Situación de las áreas marino-costeras en Costa Rica:

<http://www.ambientico.una.ac.cr/pdfs/ambientico/230.pdf>

XIII Informe Estado de la Nación en desarrollo humano sostenible, zona marino costera:

[http://www.estadonacion.or.cr/files/biblioteca\\_virtual/013/Zona-Marino-Costera.pdf](http://www.estadonacion.or.cr/files/biblioteca_virtual/013/Zona-Marino-Costera.pdf)

Centro de Investigación en Ciencias del Mar: <http://www.cimar.ucr.ac.cr>

Centro de Investigaciones Geofísicas: <http://cigefi.ucr.ac.cr>

Módulo de Información Oceanográfica: <http://miocimar.ucr.ac.cr>

University Corporation for Atmospheric Research: <https://www.meted.ucar.edu>