

**125** AÑOS  
1887 - 2012  
Ingeniería con Trabajo y Rectitud



UNIVERSIDAD  
**NACIONAL**  
DE COLOMBIA  
SEDE MEDELLÍN  
FACULTAD DE MINAS

# INTRODUCCIÓN A LOS CAMBIOS DEL NIVEL DEL MAR Y SUS CONSECUENCIAS SOBRE LA ZONA COSTERA



GEORGES VERNETTE, IVAN D. CORREA, GLADYS BERNAL

**Introducción a los cambios del nivel del mar y sus  
consecuencias sobre la zona costera**

**Georges Vernet, Iván D. Correa, Gladys Bernal**

**Introducción a los cambios del nivel del mar y sus  
consecuencias sobre la zona costera**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA**

SEDE MEDELLÍN  
FACULTAD DE MINAS

Medellín, Colombia, 2012

551.6

V37Vernette, Georges

Introducción a los cambios del nivel del mar y sus consecuencias sobre la zona costera/Georges Vernetto, Iván D. Correa, Gladys Bernal.–Medellín: Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Minas,2012.

171 p.:il., mapas. (Colección Facultad de Minas 125 años)

ISBN : 978-958-761-402-2

1.CLIMATOLOGÍA. 2. CAMBIOS CLIMÁTICOS. 3. NIVEL DEL MAR.  
4. ZONA COSTERA–COLOMBIA. 5. MAREAS. 6. OCEANOGRAFÍA –  
COLOMBIA. I. Correa, Iván D. II. Bernal, Gladys.III. Tít.Serie

Introducción a los cambios del nivel del mar y sus consecuencias sobre la zona costera

© Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, Facultad de Minas

© Georges Vernetto

© Iván D. Correa

© Gladys Bernal

Colección Facultad de Minas

Primera edición: Medellín, diciembre de 2012

ISBN : 978-958-761-402-2

Caratula: Foto de Manglar, proporcionada por uno de los autores, Iván D. Correa

### **Coordinación editorial**

Centro Editorial de la Facultad de Minas

Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín

Carrera 80 No. 65 – 223, Bloque M9-103

Teléfono: (57-4) 425 53 43

Correo-e: ceditorial\_med@unal.edu.co

Prohibida la reproducción total o parcial por cualquier medio sin la autorización escrita del titular de los derechos patrimoniales.



# CONTENIDO

INTRODUCCIÓN A LOS CAMBIOS DEL NIVEL DEL MAR Y  
SUS SECUENCIAS SOBRE LA ZONA COSTERA

## CAPÍTULO I

<b>CAUSAS Y AMPLITUDES DE LAS VARIACIONES DEL NIVEL DEL MAR</b> .....	25
I - 1 INTRODUCCIÓN .....	27
I - 2 TECTÓNICA GLOBAL Y FLUCTUACIONES DE GRAN ESCALA .....	29
I - 3 CAMBIO CLIMÁTICO GLOBAL Y GLACIO-EUSTATISMO .....	31
I - 3 - 1 El fenómeno .....	31
I - 3 - 2 Las causas del cambio climático global .....	32
<i>Oscilaciones periódicas en los parámetros orbitales de la tierra</i> .....	33
<i>Variaciones de la actividad solar</i> .....	35
<i>Actividad volcánica</i> .....	35
I - 4 ISOSTASIA Y TECTÓNICA REGIONAL .....	36
I - 4 - 1 Isostasia .....	37
I - 4 - 2 Tectónica regional .....	38
I - 5 VARIACIONES CLIMÁTICAS LOCALES .....	40
I - 6 SISMOS Y CAMBIOS RÁPIDOS DEL NIVEL RELATIVO DEL MAR .....	40
I - 7 CAUSAS ANTRÓPICAS .....	41



# CONTENIDO

VARIACIONES DEL NIVEL DEL MAR Y SUS  
SECUENCIAS SOBRE LOS AMBIENTES COSTEROS

<b>CAPÍTULO II</b>	
<b>TÉCNICAS DE MEDICIONES</b> .....	45
II - 1 INDICADORES DE LÍNEAS DE COSTA .....	47
II - 1 - 1 Evidencias morfológicas de erosión costera .....	47
<i>Acanaladuras de erosión</i> .....	48
<i>Plataformas de abrasión</i> .....	50
II - 1 - 2 Construcciones biológicas .....	50
II - 1 - 3 Dataciones de los indicadores del nivel del mar .....	52
<i>Bioestratigrafía con base en el estudio de los fósiles</i> .....	53
<i>Radiocronología isotópica</i> .....	53
II - 2 LOS MAREÓGRAFOS .....	57
II - 3 ALTIMETRÍA POR SATÉLITE .....	58
II - 3 - 1 El sistema de orbitografía .....	58
II - 3 - 2 El radiómetro de microondas .....	58
II - 3 - 3 El altímetro radar .....	59
II - 4 INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS .....	61
II - 4 - 1 Los datos directos (mareógrafos y altimetría por satélite) .....	61
II - 4 - 2 Los datos de campo .....	63
<b>CAPÍTULO III</b>	
<b>ESTIMACIONES DE LAS FLUCTUACIONES DEL NIVEL MEDIO DEL MAR</b> .....	65
III - 1 GRANDES FLUCTUACIONES MARINAS DEL CUATERNARIO RECIENTE .....	67
III - 1 - 1 Último periodo glaciario .....	68
III - 1 - 2 La deglaciación y el Holoceno (Interglaciario) .....	70
III - 2 ASCENSOS DEL NIVEL DEL MAR DURANTE LA ÉPOCA ACTUAL .....	72
III - 3 PREVISIONES SOBRE LA EVOLUCIÓN FUTURA DEL NIVEL DEL MAR .....	75

# CONTENIDO



VARIACIONES DEL NIVEL DEL MAR Y SUS  
SECUENCIAS SOBRE LOS AMBIENTES COSTEROS

## CAPÍTULO IV

<b>IMPACTOS DEL CAMBIO DE NIVEL DEL MAR SOBRE LA ZONA COSTERA</b> .....	79
IV - 1 CAMBIOS DE NIVEL DEL MAR Y SECUENCIAS GEOLÓGICAS .....	81
IV - 1 - 1 Secuencias deltaicas y ciclos regresión-trasgresión .....	81
IV - 1 - 2 Subsistencia térmica y fluctuaciones relativas del nivel del mar en los atolones .....	83
IV - 2 EL GRAN IMPACTO DEL ASCENSO HOLOCENO DEL MAR .....	87
IV - 2 - 1 Sumersión de las plataformas continentales .....	88
IV - 2 - 2 Evolución de los arrecifes en las plataformas continentales .....	90
IV - 2 - 3 Evolución holocena de las lagunas y sus barreras .....	93
IV - 3 FLUCTUACIONES MENORES DEL MAR E IMPACTO ANTRÓPICO EN LOS AMBIENTES COSTEROS ACTUALES .....	95
IV - 3 - 1 Desmantelamiento de los cordones arenosos de las lagunas .....	95
IV - 3 - 2 Acreción en las marismas y los manglares .....	97
<i>Marismas</i> .....	97
<i>Manglares</i> .....	99
IV - 3 - 3 Subsistencia y erosión de los deltas .....	101
IV - 3 - 4 Blanqueamiento y descalcificación de los corales .....	103
IV - 3 - 5 Erosión de playas .....	104
IV - 3 - 6 Caso de los acantilados .....	106

## CAPÍTULO V

<b>EJEMPLOS COLOMBIANOS</b> .....	109
V - 1 EVIDENCIAS MORFOLÓGICAS DEL ASCENSO DEL NIVEL DEL MAR DURANTE EL HOLOCENO .....	111
V - 1 - 1 Formaciones litorales ubicadas por encima del nivel marino actual .....	111
<i>Acumulaciones conchíferas</i> .....	112
<i>Formaciones de arrecifes fósiles</i> .....	113



# CONTENIDO

VARIACIONES DEL NIVEL DEL MAR Y SUS  
SECUENCIAS SOBRE LOS AMBIENTES COSTEROS

<i>Las acanaladuras de erosión</i> .....	114
V - 1 - 2 Formaciones litorales encontradas por debajo del nivel marino actual .....	114
V - 1 - 3 Dataciones .....	116
V - 2 EJEMPLOS DE EVOLUCIÓN DE LAS COSTAS COLOMBIANAS DURANTE EL HOLOCENO .....	116
V - 2 - 1 El golfo de Morrosquillo .....	116
V - 2 - 2 La plataforma continental de Galerazamba .....	117
V - 3 LOS CAMBIOS HISTÓRICOS DE LA LÍNEA DE COSTA EN LOS LITORALES COLOMBIANOS .....	119
V - 3 - 1 Cambios en el litoral caribe .....	120
<i>Costa de Urabá (Arboletes – Turbo)</i> .....	120
<i>Modificaciones anuales del cordón litoral en la laguna de Tesca (Cartagena)</i> .....	126
V - 3 - 2 Cambios en el litoral Pacífico .....	132
<i>Sector suroccidental del delta del río San Juan</i> .....	133
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	139
<b>ÍNDICE</b>	
Índice de tema .....	160
Índice de autores .....	164



## PREFACIO

Entre los problemas ambientales más importantes de la actualidad se incluyen los drásticos cambios físicos y ecológicos que están modificando sustancialmente la naturaleza misma de las zonas costeras. Definidas como las áreas del planeta donde interactúan al tiempo los procesos climáticos, oceanográficos y geológicos, las costas han sido objeto de innumerables intervenciones humanas que han modificado su evolución natural y generado deterioros mayores en prácticamente todos sus ecosistemas. En momentos en los cuales el 40% de la población mundial vive a menos de 200 km de las playas y las demandas sobre los terrenos cercanos al mar aumentan constantemente, es fundamental entender las interrelaciones de los factores naturales y antrópicos que controlan la evolución costera, incluyendo las magnitudes y causas del ascenso del nivel del mar, cuya aceleración es sólo una de las numerosas consecuencias previstas del cambio climático global. Entre muchas otras urgencias, el planteamiento de modelos geológicos y geomorfológicos sobre la evolución futura de las costas es fundamental para planificar su desarrollo sostenible, en circunstancias nunca vividas anteriormente por la humanidad y en las cuales procesos como la erosión, la salinización y los aumentos en la recurrencia y extensión de inundaciones podrían tener impactos inconmensurables si no se gestiona con visiones de mediano y largo plazo.

En este libro, dirigido a estudiantes universitarios de pregrado y maestría, se ha querido ofrecer una primera aproximación al tema del ascenso del nivel del mar y de sus consecuencias sobre los ambientes costeros. Se presenta una introducción general a los conceptos básicos considerados por la comunidad científica como los de mayor importancia, complementada con ejemplos sobre las consecuencias que el ascenso del nivel del mar y las intervenciones antrópicas están teniendo sobre algunas áreas de los litorales colombianos, la mayoría de ellos altamente vulnerables por ubicarse a muy baja altura sobre el nivel del mar actual, entre muchos otros factores. A pesar de su relativamente baja densidad de ocupación (exceptuando San Andrés, Cartagena, Buenaventura, Tumaco y algunos otros pocos centros urbanos), los litorales del País son hoy áreas ambientalmente en crisis, vistas las altas tasas de pérdidas de terrenos, la contaminación y el deterioro generalizado de sus playas, manglares y arrecifes coralinos y, de la mayor importancia, de su aguda problemática socioeconómica.

Los autores

