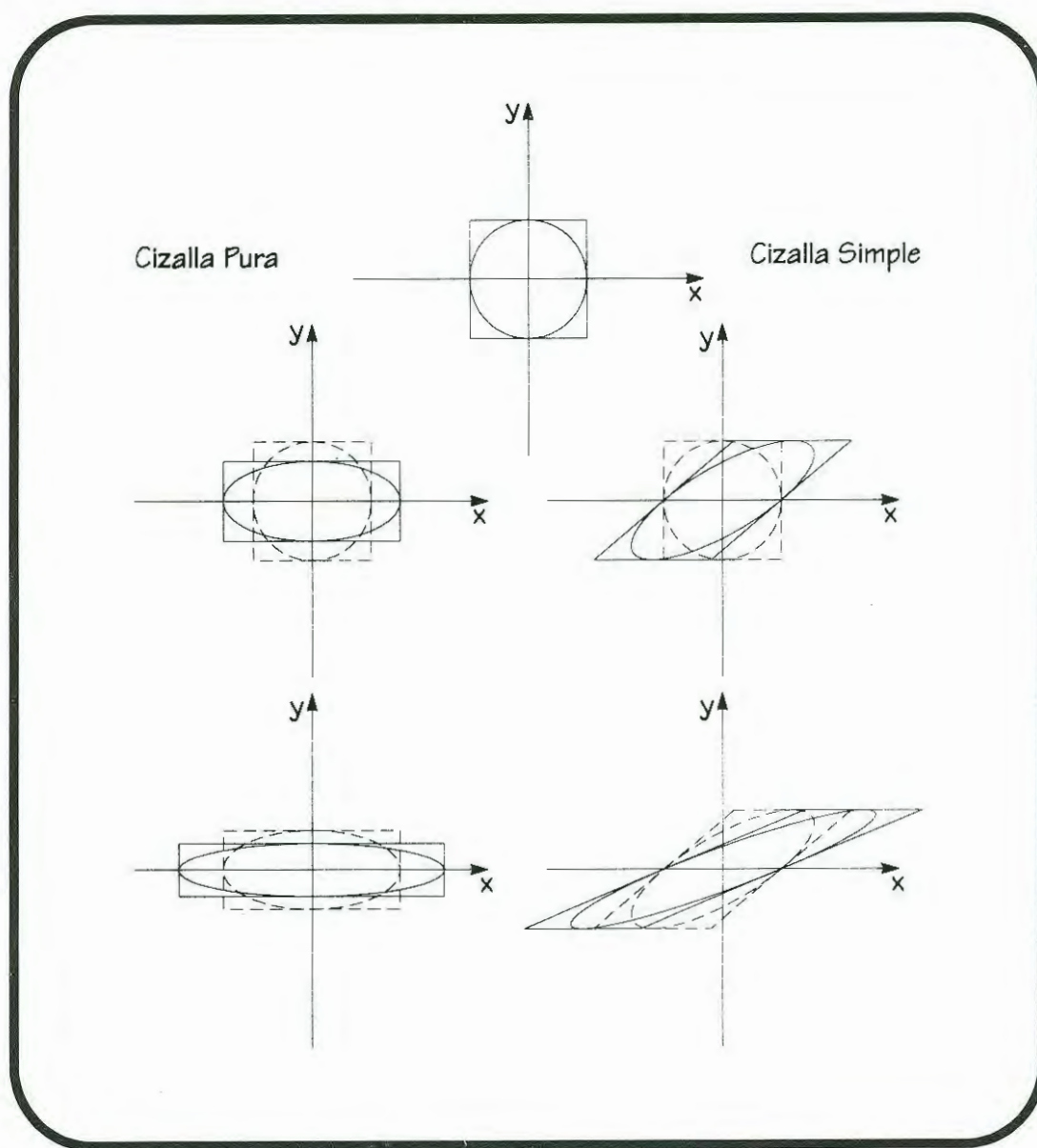


GEOS

UNION GEOFISICA MEXICANA

BOLETIN INFORMATIVO

EPOCA II



Volumen 16

No. 1

Marzo de 1996

GEOS
BOLETÍN INFORMATIVO DE LA UNIÓN GEOFÍSICA MEXICANA
(ISSN 0186-1891)

UNION GEOFISICA MEXICANA
MESA DIRECTIVA 96-97

Dr. Juan Manuel Espíndola Castro
Presidente

Dr. Jose Gómez Valdéz
Vicepresidente

Dr. Marco Guzmán Speziale
Secretario General

Dr. Juan García Abdeslem
Tesorero

Dr. Cosme Pola Simuta
Secretario de Investigación

M.C. Luis Alberto Delgado Argote
Secretario de Difusión

M.C. Javier Lermo Samaniego
Secretario de Educación

APOYO EDITORIAL
Victor Manuel Frías Camacho
Ana Pereda

EDITOR TÉCNICO
Victor Manuel Frías Camacho

Luis A. Delgado Argote y Juan García Abdeslem
Editores

COMITE EDITORIAL

Harald Bohnel, Paleomagnetismo, Instituto de Geofísica, UNAM
Juan Brandi, Reflexión Sísmica, DESFI, UNAM
Silvia Bravo, Estudios Espaciales, Instituto de Geofísica, UNAM
Gerardo Carrasco, Vulcanología, Instituto de Geología, UNAM
Ana Luisa Carreño, Paleontología, Instituto de Geología, UNAM
Raúl Castro, Sismología, Div. Ciencias de la Tierra, CICESE
Ricardo Díaz N., Exploración Geofísica, IMP
Hubert Fabriol, Geotermia, Div. Ciencias de la Tierra, CICESE
Carlos Flores, Métodos Eléctricos y Electromagnéticos, CICESE
José Luis Frías Salazar, Cartografía, INEGI
Juan García A., Gravimetría y Magnetometría, CICESE
René Garduño, Ciencias de la Atmósfera, UNAM
Juan Gaviño, Oceanografía Física, CEUNIVO, Univ. de Colima
Manuel Grajales N., Estratigrafía, IMP
Irma Guevara, Geoquímica, IIE
Alejandro Hinojosa, Sistemas de Información Geográfica, CICESE
Miguel Lavín, Oceanografía, Div. de Oceanología, CICESE
Alberto López, Astronomía, Instituto de Astronomía, UNAM
Luis Miguel Mitre, Geología Ambiental, Instituto de Geología, UNAM
Guillermo Pérez, Exploración Petrolera, PEMEX
Domitilo Pereyra, Meteorología, Univ. Veracruz-Jalapa
Francisco José Sánchez Sesma, Ingeniería Sísmica, UNAM
Mario César Suárez, Geotermia, CFE
Oscar Talavera, Petrología, Univ. Autónoma Guerrero
Miguel Téllez, Sedimentología, UABC
Gustavo Tolson, Geología Estructural, Instituto de Geofísica UNAM
Joerg Werner, Geohidrología y Paleoclimatología, UANL, Linares

GEOS, Boletín Informativo de la Unión Geofísica Mexicana ISSN 0186-1891 (La Unión Geofísica Mexicana, UGM, es la Sociedad Civil no lucrativa de los profesionales de la Geofísica y Ciencias de la Tierra). GEOS es una publicación trimestral apoyada por el CICESE (División de Ciencias de la Tierra y División de Oceanología), UNAM (Coordinación de la Investigación Científica; Institutos de Geofísica, Geología, Geografía, Ciencias del Mar y Limnología e Ingeniería; Centro de Ciencias de la Atmósfera; y Facultad de Ingeniería), Instituto de Investigaciones Eléctricas, Comisión Federal de Electricidad, Consejo de Recursos Minerales y el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.

GEOS, Boletín Informativo de la UGM publica artículos y notas de investigación, comentarios, noticias, opiniones, anuncios y aspectos relevantes para la vinculación y difusión de la actividad científica y docente de las Ciencias de la Tierra. Los trabajos de investigación enviados para publicación no deben de exceder doce páginas en el formato de la revista. Las figuras deben de ser en blanco y negro y de buena calidad.

En el caso de noticias, comentarios u otro tipo de escritos, los manuscritos no deben de exceder cuatro cuartillas. Los trabajos y notas de investigación deberán ser enviados a los editores, quienes turnarán los documentos a los editores de área para su arbitraje.

Toda correspondencia dirigirla a:

División de Ciencias de la Tierra
At'n: Luis A. Delgado Argote.
Km. 107 Carr. Tijuana-Ensenada,
Ensenada, 22860, Baja California
Tel. (617) 4 45 01 al 05
Ext. 26020
FAX: (617) 4 49 33
e-mail: ldelgado@cicese.mx

INDICE

EDITORIAL	1
NOTICIAS DE LA UGM	
Asamblea General 1995	5
Buques Oceanográficos	8
ARTICULOS DE INVESTIGACIÓN	
UN CATÁLOGO DE INDICADORES CINEMÁTICOS EN ROCAS CIZALLADAS	9
Gustavo Tolson	
EJEMPLOS DE INVERSIÓN LINEAL UTILIZANDO EL EFECTO GRAVIMÉTRICO DE BORDE	15
Juan García Abdeslem	
ARTICULOS DE DIVULGACIÓN	
NORMALIZACIÓN DE LOS NOMBRES DE LAS FORMAS DEL RELIEVE SUBMARINO: DIRECTRICES, FORMULARIO DE PROPUESTA Y TERMINOLOGÍA	22
José Luis Frías Salazar y Jorge Rey Salgado	23
NOTAS CORTAS	
SERIES DEL NIVEL DEL MAR	41
Júan Ignacio González, José Ochoa y Pedro Ripa	
SISMICIDAD DEL NOROESTE DE MÉXICO	43
GRUPO RESNOM	
COMUNICACIONES	
FESOCIME	45
ANUNCIOS	48
INSTRUCCIONES PARA LOS AUTORES DE ARTICULOS DE INVESTIGACION	53
FORMA DE ARBITRAJE	55

EDITORIAL

Desde el año pasado todos hemos tenido que modificar nuestros programas de trabajo a raíz de una crisis económica sin precedentes, salvo para aquellos que hayan vivido la década de los treinta. Desde principios de 1995 entramos a una nueva época de ajustes administrativos que han frenado muchos de nuestros optimistas programas académicos. Los programas de desarrollo de infraestructura, dependientes del mercado internacional, sufrieron de forma más drástica la devaluación de nuestros todavía nuevos pesos. Sin embargo, a mediados del mismo año, el efecto de la pérdida del poder adquisitivo de nuestra moneda no fue tan grande, para muchos de nosotros, como la pérdida de Pancho Medina, compañero, amigo y promotor de la Unión Geofísica Mexicana.

En la Reunión Anual de 1994 anunciamos que GEOS había ampliado su comité editorial con la intención de que este boletín informativo se convirtiera en un foro donde aparecieran artículos de investigación arbitrados, además de los de divulgación. En 1995, Pancho editó el primer número del Vol. 15, y desde entonces solo pudimos editar el número 2 en el que se publicaron los resúmenes de la Reunión Anual.

Con este primer número del Vol. 16, iniciamos con el compromiso anunciado, y los artículos que aparecen ya cuentan con dos arbitrajes. Esperamos que con este número, nuestra revista invite a los científicos y estudiantes de geociencias a publicar en español sus resultados, revisiones, programas y demás y se convierta en un foro promotor de nuestras actividades.

Ahora, con la inclusión de una sección de artículos de investigación con arbitraje, queremos que nuestro órgano informativo reúna un mayor número de trabajos de calidad y que ayude a fomentar la escritura de trabajos de investigación en nuestro idioma. A doce años de que se implantó el Sistema Nacional de Investigadores el cual, más que fomentar la calidad de los escritos científicos mexicanos, logró pulverizar las investigaciones para lograr mayor número de artículos, nuestros investigadores aún se sienten con la obligación de escribir en idiomas otros que el propio en búsqueda de impacto. Durante estos doce años hemos visto como artículos que tienen gran importancia nacional han sido publicados en revistas que, ya sea por su costo, o por su nivel de especialización, se encuentran en no más de dos o tres bibliotecas del país. Este intento por captar parte de las investigaciones que se hacen en el país en GEOS, más que una manifestación chauvinista, tiene la intención de ofrecer un foro serio de intercambio de conocimiento. La historia de GEOS es accidentada; muchos colegas han hecho esfuerzos importantes por definir un perfil para esta revista resultando cada vez en un nuevo intento, nada más. Esperamos que este nuevo esfuerzo prospere para bien de nuestra comunidad y que, incluso el SNI, en cualquiera de sus cambiantes formatos, reconozca el valor de las comunicaciones científicas en nuestro idioma.

JAVIER A. OTAOLA (1944-1995)

Javier era una persona que no mostraba sus afectos con expresiones físicas, por eso me sorprendí que me recibiera con un abrazo cuando nos encontramos en París, después de más de 3 años de no vernos. Estábamos ahí para la realización de un Congreso de Rayos Cósmicos, yo había llegado desde Londres, donde por esas fechas cursaba mis estudios de posgrado, él venía de México, era el año de 1981. No obstante su aparente resistencia a mostrar sus afectos, la calidez humana de Javier se sentía en su trato cotidiano, él no era efusivo.

Su forma de relacionarse era otra, la de una presencia firme, segura, de una solidaridad incondicional para quienes sentía cerca. Tampoco era de fácil palabra, pero su discurso era siempre certero. Conocía el valor de la amistad para compartir no solo los acuerdos, sino también los desacuerdos. Aceptaba las críticas, era capaz de criticar en caso necesario.

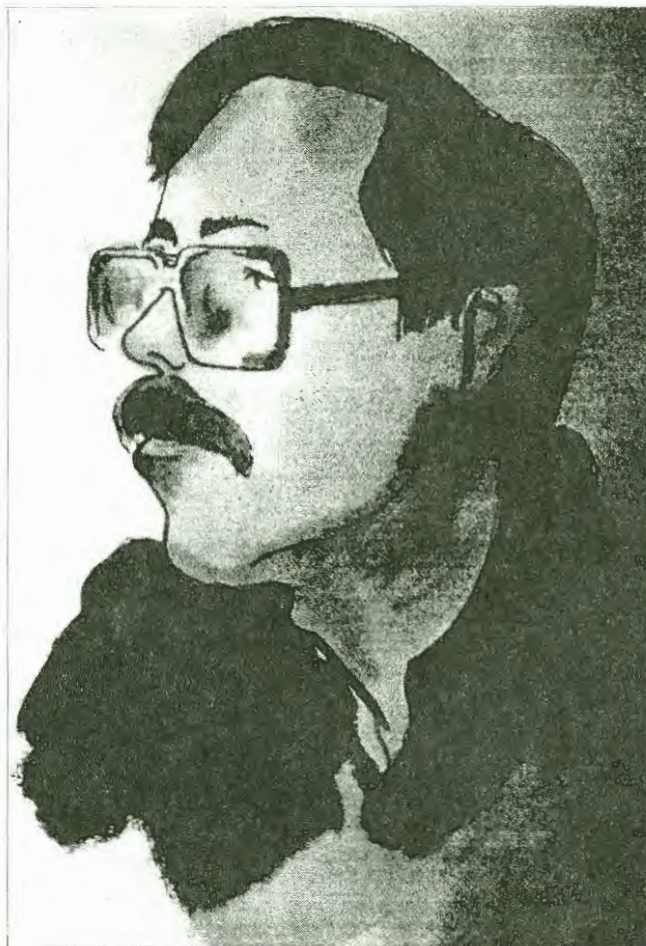
Recuerdo muy bien ese reencuentro, había mucho de que hablar, mucho que compartir. En tres años mi vida se había transformado. Fué un reencuentro de iguales. El alumno (yo) se había convertido en muy próximo compañero de trabajo, la relación tutorial se acababa. Para muchos en nuestro medio ésta es una situación muy difícil de enfrentar. No pocas veces estas relaciones acaban con un distanciamiento definitivo entre los involucrados. Pero para él esto era algo natural que, por el contrario, lo llenaba de satisfacción; él sabía crecer con los demás y transformar sus relaciones en consecuencia. Caminamos, comimos y bebimos París en esta nueva dimensión; fue ahí donde empecé a encontrar al amigo, que con el tiempo se volvió entrañable.

A mi regreso a México, Javier era el Secretario Académico del Instituto de Geofísica de la UNAM. Esta vez no hubo abrazo. Una sonrisa y un fuerte apretón de manos fueron su bienvenida. A poco de mi llegada se suscitaron problemas en el Instituto, nuestras diferencias de criterio nos hicieron aparecer como adversarios en ese momento. Discutimos varias veces, intentó convergerme sin éxito. Mis palabras y mi acción estuvieron del lado opuesto al suyo, no hubo siquiera distanciamiento. La amistad siguió fortaleciéndose.

Al poco tiempo dejó la Secretaría Académica y se hizo cargo de reiniciar la operación del Observatorio de Rayos Cósmicos del Instituto de Geofísica. Ardua tarea que le llevó varios años concluir. Además investigaba diversos aspectos de la influencia de la actividad solar sobre el clima de la Tierra, un tema de vanguardia no solo en México, sino en el mundo entero.

Desde 1980 se había incorporado al grupo que decidió revitalizar a la Unión Geofísica Mexicana, la cual había estado inactiva desde 1976. Muy de acuerdo con su carácter, le correspondió el puesto de tesorero, el cual estuvo a punto de retener en forma vitalicia, gracias a su firme avaricia. Cuando resulté yo también electo a la Mesa de la UGM, tuve oportunidad de colaborar directamente con él, en este trecho nuestras coincidencias superaron con mucho a las diferencias. Pero estas últimas nunca fueron obstáculo que obstruyera nuestra amistad, antes al contrario, ellas cimentaron el mutuo respeto que, con su comportamiento, me enseñó a practicar.

Hacia finales de los ochenta al fin tuvimos puntos de contacto en el trabajo científico. En estos años me encontré con su inquebrantable fidelidad hacia la verdad y con el rigor matemático con el que siempre se abocaba a resolver los problemas que se planteaban. Descubrí también su pasión por la estadística, la cual le valió haberse convertido en consultor obligado de no pocos investigadores de la UNAM, y más tarde en profesor insustituible de esta materia en el Posgrado en Geofísica.



El aprecio y respeto que se ganó entre los miembros del Instituto de Geofísica lo llevaron a ser nuestro primer representante en el Consejo Técnico de la Investigación Científica. En este periodo era visitado por muchas personas del área científica que solicitaban sus opiniones y su ayuda. Se que esta última no les fue brindada a todos, sin embargo, todos fueron escuchados con la misma paciencia, y se retiraron con la certeza de lo que pensaba del asunto en cuestión. Javier fue siempre acérrimo enemigo de las "dobles caras", su sinceridad a ultranza le ganó enemistades, pero a él nunca le importó.

Una de sus ilusiones era dirigir el Instituto de Geofísica. Cuando sintió que había llegado el momento intentó hacerlo, no lo logró. Contrariamente a lo que sucede con muchas personas, en Javier esto no creó amargura de ninguna clase; su tarea primordial era la ciencia y a ella siguió dedicándose con ahínco. Desgraciadamente la vida no se lo permitió por mucho tiempo. En julio de 1989 fue víctima de un infarto al miocardio que lo tuvo casi 20 días en una sala de terapia intensiva. Muchos, incluidos sus médicos, pensamos que no sobreviviría a este golpe. Pero bajo su frágil figura se escondía un firme impulso vital que lo hizo sobreponerse contra todos los pronósticos. La convalecencia fue larga y con altibajos que limitaron muchas de sus actividades. Le fue incluso prohibido viajar a la Ciudad de Cuernavaca para participar en la II Conferencia Latinoamericana de Geofísica Espacial (COLAGE) en julio de 1991, con la que había contribuido a organizar como miembro del Comité Local, como tesorero por supuesto.

Gracias a la férrea disciplina que se autoimpuso, su recuperación fue completa en apariencia: publicó algunos trabajos acerca de la actividad solar y su relación con las auroras, continuó como encargado del Observatorio de Rayos Cósmicos y escribió, como primer coautor, un par de libros para la colección "La Ciencia Desde México" que llevan por títulos: los Rayos Cósmicos, Mensajeros de las Estrellas y, el Sol y la Tierra: una relación tormentosa. También se interesó por problemas relacionados con el transporte de los rayos cósmicos dentro de la cavidad solar, tema en el cual colaboramos estrechamente, logrando establecer una línea de investigación al respecto. En 1993 participó en 3 Conferencias Internacionales en Canadá, Argentina y Cuba. En la III COLAGE celebrada en Cuba fue electo para su puesto idóneo: tesorero de la recién fundada Asociación Latinoamericana de Geofísica Espacial (ALAGEA). La salud parecía brindársele de nuevo.

Hicimos planes para reubicar el observatorio en un sitio por encima de los 300m sobre el nivel del mar, lo cual nos permitiría detectar mas fácilmente neutrones producidos por las grandes explosiones solares. Se encargó de dar instrucciones al arquitecto que hiciera el primer anteproyecto de construcción. Sometió, como responsable, un proyecto a la DGAPA, cuyos fondos permitirían renovar parcialmente el equipo del observatorio. Participó entusiastamente en la elaboración del boletín de la ALAGE. Aceptó ser candidato y fue electo como representante del Instituto de Geofísica en el Consejo Académico del Área Físico-Matemáticas. En fin, la vida tenía otra vez un sinfín de posibilidades.

Hacia la segunda mitad de 1994 su salud se vió de nuevo deteriorada. Los más cercanos tratamos de achacarle esta recaída a ciertos problemas familiares que, pensábamos, Javier se tomaba demasiado a pecho. Pero él sabía que no era así, estaba consciente de que su final se acercaba. Con entereza y reserva nos escuchó a todos, hasta aceptó ayuda de la medicina no occidental, en la cual nunca creyó.

A finales de enero de 1995 se le diagnosticó cáncer de pulmón en etapa terminal. A fin de paliar su sufrimiento se le sometió a un tratamiento con radiaciones. En la ocasión en que me tocó acompañarlo a una sesión, caminaba con la ayuda de una andadera. No hablamos de enfermedades, sino del trabajo y de los planes a futuro; recuerdo textualmente lo último que me dijo ese día: "...carajo! ya quiero mejorarme para volver al Instituto y terminar con los pendientes". Días después, la muerte tocó a su puerta.

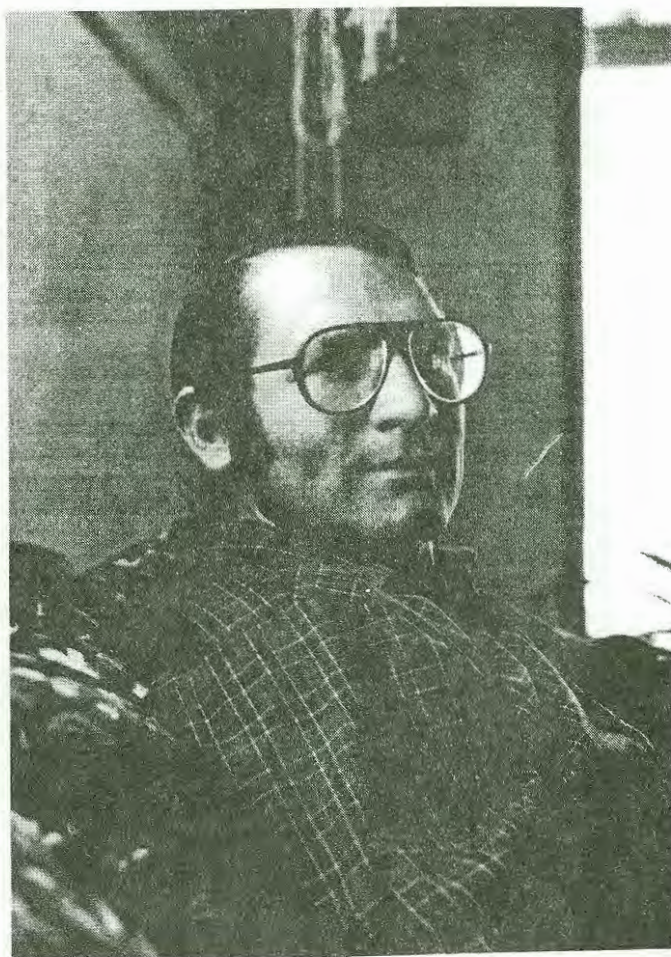
Javier, en este momento doloroso en que recordamos tu ausencia física no puedo sino constatar cuan equivocado estaba el poeta medieval al afirmar que los hombres pasan "...como las nubes, como las naves, como las sombras".

José Francisco Valdés Galicia

Agosto de 1995.

Francisco Medina (1947-1995)

Durante los últimos años, Pancho fue la piedra angular de la UGM. Todos los que ocupamos distintas funciones en la Mesa Directiva de la Unión fuimos sus colaboradores. Presidió la UGM con discreción desde la siempre magra tesorería, lo que no evitó que la Unión editara esta revista, organizara religiosamente las reuniones anuales, manejara una correspondencia continua con otras sociedades y personas, y apoyara, tanto a estudiantes como a científicos para que participaran en las actividades de la Unión. Su paciencia y confianza lo mantuvieron como editor de este boletín, el cual sostenía con traducciones, comentarios, reseñas, y muy pocas colaboraciones por parte de los miembros de la UGM. Su trabajo como editor era casi solitario y artesanal, pero persistente. Preocupado por los científicos en formación y por la divulgación del quehacer de los geocientíficos de la comunidad entre los estudiantes, nos convocó a escribir en las Monografías de la Unión Geofísica Mexicana, de las cuales fue responsable de las dos primeras (Contribuciones a la Tectónica del Occidente de México y La Sismología en México: Diez Años Después del Temblor de Michoacán del 19 de Septiembre de 1985) y organizó las dos siguientes sobre Oceanografía y la estructura de Chicxulub. Esa inquietud por estimular a los jóvenes lo llevó a organizar la Primera Olimpiada en Ciencias de la Tierra, en junio de 1995, donde se convocó, como experimento, a los estudiantes de bachillerato en Baja California. Este experimento fue un éxito y ahora vemos que algunos de los participantes en este concurso han iniciado licenciaturas relacionadas con las Ciencias de la Tierra.



La experiencia de Pancho en temas sobre geofísica, geoquímica, volcanología y geología planetaria, lo hicieron un eslabón interdisciplinario entre los científicos de la Tierra. Los logros de su actitud abierta y confiada nos dio la confianza para seguir con la tarea de formar una comunidad activa, propositiva y comprometida en el planteamiento de nuevas formas de interacción entre los estudiosos de la Tierra, no importa el nivel en que se encuentren, ni su especialidad.

Un valioso y continuo homenaje a Pancho será la edición periódica de este boletín.

ACTA DE LA ASAMBLEA GENERAL DE LA REUNION ANUAL 1995 DE LA UNION GEOFISICA MEXICANA.

El día 15 de noviembre de 1995, siendo las 16:00 horas, se inició la Asamblea General de la Unión Geofísica Mexicana (UGM), ante un foro de aproximadamente 95 personas y el presidium formado por el Dr. Enrique Gómez Treviño, Presidente, Dr. Juan Manuel Espindola Castro, Vicepresidente, M.C. Luis Alberto Delgado Argote, Secretario General y Tesorero Interino, debido al fallecimiento del titular, M.C. Francisco Medina Martínez, y el Dr. Raúl Castro Escamilla, Secretario de Educación, presentando el siguiente:

ORDEN DEL DIA

I. Informe de actividades 1994-1995 de la UGM presentado por el Presidente.

II. Homenaje luctuoso.

III. Asuntos generales

IV. Elecciones de la nueva mesa directiva.

V. Palabras del nuevo presidente.

I INFORME DE ACTIVIDADES

1 EDUCACION

a) De acuerdo con lo propuesto en la reunion anual 1994, en esta ocasión se ofreció un curso pre-congreso sobre "Análisis estructural de fallas activas" impartido por el Dr. Odranoel Quintero Legorreta, para lo que se instaló una red de 7 computadoras.

b) Siguiendo la sugerencia hecha por el Dr. Alejandro Nava en la reunión 1994, se inició en el boletín informativo GEOS un glosario sobre términos técnicos de traducción confusa.

c) De acuerdo con lo programado en una reunión internacional para celebrar el 75 Aniversario de la American Geophysical Union, realizada en Washington, D.C., se llevó a cabo en la ciudad de Ensenada, B.C. una Olimpiada Estatal de Ciencias de la Tierra a nivel de bachillerato. El objetivo de ésta fue el estimular entre estudiantes y maestros el acercamiento a las diferentes áreas de las Ciencias de la Tierra las cuales son cubiertas en los programas oficiales de la materia de Geografía.

2 INVESTIGACION

a) La UGM se coordinó con el Instituto de Geofísica, UNAM para tener editores por áreas en la revista Geofísica Internacional.

b) A petición de la asamblea de la reunión 1994, se incluyó en la revista Geofísica Internacional una sección de comentarios y discusiones de artículos.

c) Siguiendo con el compromiso establecido en la reunión 1994, GEOS formó un comité editorial por área, integrado por 28 personas cuya función es arbitrar o enviar para su arbitraje los artículos de investigación y divulgación de esta revista.

d) Se publicó la segunda monografía de la UGM "La Sismología en México: 10 años después del temblor de Michoacán del 19 de Septiembre de 1985 (M=8.1)" editada por Francisco Medina, Luis A. Delgado y Gerardo Suárez.

e) Se organizó un taller previo a la reunión 1995 intitulado "Taller Canadá-México sobre aplicaciones de física de medios porosos, 1995" cuyos organizadores fueron el Dr. Pratap Sahay y el Dr. Tim Spanos.

3 RECONOCIMIENTOS

En la reunión 1994, se otorgó la medalia "Mariano Bárcena" al Dr. Julián Adem, por sus méritos académicos y servicios a la UGM. En la reunión 1995 se otorgó la medalla "Manuel Maldonado Kordell" al Dr. Cinna Lomnitz, ganador de la convocatoria correspondiente, en reconocimiento a sus logros en investigación.

4 FINANZAS

Se notificó a la asamblea que por primera vez la UGM recibió un requerimiento de la SHCP para presentar la declaración anual 1993. Se enviaron a la Ciudad de México, en donde se tiene la dirección fiscal de la UGM, las declaraciones anuales 1993 y 1994.

II HOMENAJE LUCTUOSO

El Dr. Juan Manuel Espíndola presentó una semblanza sobre las actividades de investigación y dentro de la UGM del Dr. Javier Otaola y del M.C. Francisco Medina, quienes fallecieron el presente año.

III ASUNTOS GENERALES

Los asuntos generales fueron presentados, tanto por la mesa directiva como, por los miembros de la asamblea.

1 Luis A. Delgado informó que se tiene material para publicar dos boletines de GEOS los cuales saldrán a la luz en enero y abril de 1996. El último número de GEOS es el 2 del volumen 15 correspondiente a 1995, cuyo costo por 500 ejemplares fué de N\$ 25,000.00.

2 Luis A. Delgado informó que con fondos de la SEP se imprimió la monografía número 2, cuyo costo ascendió a N\$ 58,000.00.

3 Enrique Gómez informó que el estado financiero de la UGM aparecerá publicado en el primer número de 1996 del boletín GEOS.

4 Juan Manuel Espíndola informó sobre la fundación de la Federación de Sociedades Científicas A.C., y la participación de la UGM, como miembro fundador.

5 Se discutieron disintos mecanismos de organización de las reuniones UGM, de manera que se dé mayor espacio a las sesiones de carteles y sean más funcionales las sesiones orales. Se propuso invitar además a otras sociedades de las Ciencias de la Tierra a que se unan a nuestra reunión.

6 Juan Manuel Espíndola, Presidente entrante, presentará en fecha próxima propuestas de modificaciones a los Estatutos de la UGM, y sometió a consideración de la asamblea el incluir en ellos representantes por área y propuso que a partir del periodo 98-99, el presidente de la mesa directiva elija directamente al secretario general y al tesorero. Por consenso, éstas propuestas fueron aceptadas en la asamblea.

7 Se propuso y se aceptó, que el próximo secretario de difusión tramitara la inclusión de la UGM en WEB.

8 El Dr. Miguel Lavín, presentó a la mesa directiva una solicitud para que la UGM se pronuncie ante autoridades pertinentes del país, sobre la necesidad de establecer una política que garantice la continuidad en el uso, con fines de investigación, de los buques oceanográficos de la UNAM. La asamblea apoyó este pronunciamiento.

IV ELECCIONES DE LA NUEVA MESA DIRECTIVA

Siguiendo el mecanismo de voto por escrito y firmado por los miembros, se procedió al conteo de los votos depositados en la urna que se ubicó en el área de registro de la reunion. El resultado de la votación fue el siguiente:

Presidente, Dr. José Gómez Valdés, 43 votos, Dr. Alejandro Nava Pichardo, 36 votos, Dr. Cecilio Rebollar Bustamante, 6 votos, Dr. Juan García, 3 votos, Dr. Francisco Nuñez Cornú, 2 votos, M.C. Luis A. Delgado Argote, 1 voto.

Secretario General, Dr. Marco Guzmán Speziale, 47 votos, Dr. José Luis Macias, 6 votos, M.C. Luis A. Delgado Argote, 3 votos, Dr. Juan García, 2 votos, Dr. Cecilio Rebollar Bustamante, 1 voto, Dr. Alejandro Nava, 1 voto, Dr. Cosme Pola Simuta, 1 voto.

Tesorero, Dr. Juan García Abdeslem, 78 votos, Dr. Harald Bohnel, 1 voto, M.C. Luis A. Delgado, 1 voto, Dr. Cecilio Rebollar, 1 voto, Dr. José Gómez, 1 voto.

Secretario de Investigación, Dr. Cosme Pola Simuta, 28 votos, Dr. Luis Marín, 20 votos, Dr. José Luis Macias, 9 votos, M.C. Luis Delgado, 4 votos, M.C. Javier Lermo Samaniego, 1 voto.

Secretario de Difusión, M.C. Luis A. Delgado Argote, 61 votos, Dr. José Luis Macias, 2 votos, M.C. Antonio Pérez, 1 voto,

Dr. José Gómez, 1 voto, M.C. Javier Lermo Samaniego, 1 voto, Dr. Cosme Pola Simuta, 1 voto, Dr. Alejandro Nava, 1 voto.

Secretario de Educación, M.C. Javier Lermo Samaniego, 29 votos, M.C. Antonio Pérez, 22 votos, Dr. Alejandro Nava, 2 votos, Dr. José Luis Macías, 1 voto y Dr. Francisco Esparza, 1 voto.

Acto seguido los candidatos con mayor número de votos pasaron al frente.

Siendo las 19:00, horas se dió por terminada la asamblea general de la reunión anual 1995 de la Unión Geofísica Mexicana.

FINANZAS 1994-1995	INGRESOS	EGRESOS
Saldo al 1 de Diciembre de 1994 \$ 83,459.00		
Pagos pendientes membresías '95	\$ 2,521.00	
Membresías 1996	15,750.00	
Inscripciones Congreso	62,800.00	
Pago de resúmenes 1996	4,320.00	
Pagos de cena (congreso)	6,100.00	
Ventas (camisetas, vinos, libros, monografías)	12,650.00	
Pago por alquiler de piso (exhibiciones)	4,000.00	
Aportaciones	79,000.00	
Cuenta Bancaria en Mexico	15,000.00	
Intereses por manejo de cuenta bancaria	10,940.00	
Total ingresos + Saldo de 1994 =	296,540.00	
Papelería y útiles		\$ 5,102.00
Inpuestos pagados (IVA, IESPYS)		16,079.00
Gastos de envío (DHL, ADUANA, AEREO)		2,804.00
Gastos varios (camisetas, vinos, etc.)		9,188.00
Organización Olimpiadas (Premios y alimentos)		3,809.00
Publicidad (Trípticos, posters)		1,500.00
Apoyo secretarial		16,450.00
Impresiones de programas y resúmenes		38,415.00
Impresión de monografía No. 2		52,938.00
Renta de equipo congreso (curso efectuado)		5,045.00
Reunión UGM (café, mariachi, cena, proyectores)		46,392.00
Apoyo a estudiantes (congreso)		6,625.00
Intereses pagados al banco		115.00
Impresión revista GEOS		15,711.00
Suma total Egresos		\$ 220,173.00
Saldo al 31 de Diciembre de 1995		
(de lo anterior existen cuentas por cobrar \$3,005.00)	\$ 76,367.00	

La mesa directiva saliente desea agradecer la ayuda recibida de parte de innumerables colegas que colaboraron en las diferentes actividades de promoción y difusión que se llevaron a cabo durante el bienio 1994-1995. Sin dicha colaboración no se podrían haber realizado las dos reuniones anuales ni el ensayo de olimpiadas llevado a cabo en 1995. El apoyo recibido también permitió seguir publicando GEOS, así como una monografía más en la serie programada. En nombre de la UGM agradecemos a los nuevos editores por áreas de GEOS y GEOFISICA INTERNACIONAL por aceptar las responsabilidades correspondientes. Felicitamos también a los autores que recientemente inauguraron la sección de Discusiones o Comentarios en GEOFISICA INTERNACIONAL.

México D.F. a 31 de enero de 1996

Lic. Carlos Bazdresch
Director General
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología
P r e s e n t e

Estimado Lic. Bazdresch:

Durante la Asamblea General de la Unión Geofísica Mexicana celebrada el 16 de noviembre de 1995, se acordó abordar el problema del financiamiento de los Buques Oceanográficos EL PUMA y JUSTO SIERRA; problema que desde 1990 ha impedido que estos buques sean utilizados a su máxima capacidad, afectando seriamente el avance del conocimiento de nuestros mares.

Como es sabido, estos buques oceanográficos fueron adquiridos al inicio de la década de los ochenta por la UNAM, apoyada por el Gobierno Federal (a través del CONACYT) con el objetivo de investigar los mares de México y en particular la Zona Económica Exclusiva y sus recursos. Durante los primeros 10 años, los buques fueron utilizados por toda la comunidad oceanográfica del país y los costos de su operación y mantenimiento fueron repartidos entre la UNAM, el CONACYT y PEMEX.

Desde 1990, sin embargo, estos costos han recaído únicamente en la UNAM, la cual ha tenido serias dificultades para enfrentarlos, con la consecuencia de que el uso de los barcos ha disminuido drásticamente. El problema es tan grave que, al parecer la UNAM ha considerado la posibilidad de deshacerse de dichas unidades. Las otras instituciones nacionales, algunas de las cuales son de la familia SEP-CONACYT, han visto reducido casi a cero sus posibilidades de valerse del uso de estas formidables herramientas.

Consideramos que estas unidades han rendido invaluable servicios a la comunidad oceanográfica del país y que el material científico generado gracias a su disponibilidad representa una contribución fundamental al conocimiento de nuestros mares, y ya forman parte del acervo cultural y científico del país. Se puede afirmar, sin lugar a dudas, que la entrada en escena de EL PUMA y el JUSTO SIERRA marcó un hito en la historia de la investigación oceanográfica en México. La pérdida de estas plataformas de investigación sería una verdadera tragedia para la ciencia mexicana, como lo es ya el hecho de que el acceso a su utilización haya sido tan restringido durante los últimos 5 años.

Por los conceptos antes expuestos, le agradeceríamos enormemente que nos diera la oportunidad de entrevistarnos con usted para exponerle nuestra preocupación y explorar la posibilidad de buscar conjuntamente, una solución. Creemos que un subsidio en bloque, directo y etiquetado para el mantenimiento y la operación de estos barcos, a cambio de una cantidad determinada de tiempo de buque, sería una solución viable.

Le agradecemos de antemano su atención y nos despedimos con un cordial saludo y la seguridad de que nos prestará el apoyo necesario que conduzca a una solución.

Atentamente,

Dr. Juan Manuel Espíndola Castro
Presidente
Unión Geofísica Mexicana

UN CATÁLOGO DE INDICADORES CINEMÁTICOS EN ROCAS CIZALLADAS

Gustavo Tolson

Depto. de Paleomagnetismo, Instituto de Geofísica, U.N.A.M.

Ciudad Universitaria, Coyoacán 04510, México, D.F.

Recibido: Septiembre 1995, Aceptado: Enero 1996

RESUMEN

El presente trabajo pretende resumir los criterios de campo y gabinete para determinar el sentido de desplazamiento de zonas de cizalla. Primero se discuten las diferencias entre las cizallas pura y simple, con el fin de comprender las razones físicas y cinemáticas por las cuales se desarrollan los elementos asimétricos con los cuales se puede identificar el sentido de cizalla. Posteriormente se presentan los distintos indicadores cinemáticos cada uno con una ilustración gráfica.

INTRODUCCIÓN

Las rocas sometidas a un régimen de esfuerzos que excede su resistencia mecánica tienden a deformarse permanentemente a lo largo de zonas de deformación más o menos tabulares y con límites, ya sean abruptos o graduales, reconocibles y cartografiables. Dependiendo de la composición química, el contenido de agua, la temperatura y la presión confinante, el mecanismo de deformación puede ser cristal-plástico o quebradizo. También se puede dar el caso de que simultáneamente algunos minerales se deformen plásticamente, mientras otros se deformen por fractura. Aun cuando la deformación global tenga carácter coaxial o "irrotacional" pueden y suelen desarrollarse zonas de cizalla rotacional que se aproximan a un modelo de cizalla simple.

Es importante poder determinar el sentido de movimiento de una zona de cizalla, ya que uno de los objetivos del análisis estructural es precisamente reconstruir la cinemática de las rocas deformadas, para así poder reconstruir la geometría inicial de los cuerpos rocosos. También es importante desde el punto de vista del análisis físico de la deformación y para la inversión de datos de fallas para obtener tensores de "paleoesfuerzos".

Para documentar el sentido de desplazamiento de bloques rocosos separados por zonas de cizalla, es necesario contar con herramientas de observación que nos permitan identificar el sentido del movimiento relativo de los bloques. En este trabajo se presenta un catálogo de dichas herramientas de observación, en un formato uniforme, que permiten la identificación del sentido de desplazamiento en zonas de cizalla simple. Este catálogo constituye una versión aumentada de una recopilación bibliográfica presentada por Hudleston y Teyssier (1989) en un congreso sobre yacimientos auríferos en Minneapolis, Minnesota.

Cabe mencionar que este catálogo no pretende incluir todos los indicadores que han sido descritos en la literatura. Sin embargo, están incluidos los que se encuentran con mayor frecuencia. También es importante subrayar que una interpretación cinemática no debe basarse sobre una

determinación con un solo criterio; es importante reunir evidencia a partir de varios indicadores para atribuirle a la interpretación la confiabilidad deseada.

LA DEFORMACIÓN POR CIZALLA SIMPLE

Con el fin de establecer la terminología que manejaremos en esta nota, es conveniente presentar un bosquejo general sobre las características cinemáticas y geométricas de la deformación por cizalla simple.

Considerando por el momento solamente dos dimensiones, la cizalla simple la definiremos como la deformación entre dos límites rectilíneos, paralelos entre sí, cuando uno de los límites se desplaza paralelo a sí mismo con respecto al otro. La magnitud de la deformación por cizalla simple se puede cuantificar con el *ángulo de cizalla* (ψ) o más comúnmente con $\gamma = \tan(\psi)$; γ tiene un rango de $-\infty$ a ∞ . Todas las partículas del material deformante se desplazan sobre rectas paralelas a los bordes de la zona de cizalla, que definen la *dirección de cizalla* (Figura 1).

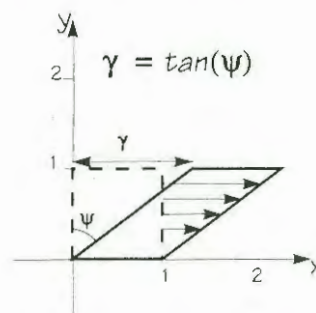


Figura 1. Croquis que muestra algunas de las características de la cizalla simple. Nótese el movimiento paralelo de las partículas (indicado por flechas) en la dirección de cizalla.

Cualquier deformación homogénea puede ser representada por una *elipse de deformación*, la cual es la forma que adquiere un círculo unitario inicial durante la deformación. La elipse de

deformación se define por la longitud de sus ejes X y Y ($X > Y$) y la orientación de su eje mayor, quedando de esta manera definidos tanto la forma como la orientación de la elipse. Si visualizamos un evento deformacional como una película cinematográfica compuesta de una serie de cuadros individuales, cada cuadro representa el resultado de un *incremento de deformación*. Estos son aplicados progresivamente produciendo a cada paso una *deformación finita*. Si para un estadio de deformación finita arbitrario, aumentamos el número de deformaciones incrementales infinitamente, cada incremento corresponde a una *deformación infinitesimal*. En el régimen deformacional de cizalla pura, la elipse de deformación finita guarda la misma orientación después de cada incremento de deformación, mientras que en la cizalla simple, la elipse de deformación finita gira en el sentido de la cizalla con cada incremento de deformación (Figura 2). Algunos autores (p. ej. Sherbon Hills, 1977) utilizan el término "cizalla rotacional" como sinónimo de cizalla simple.

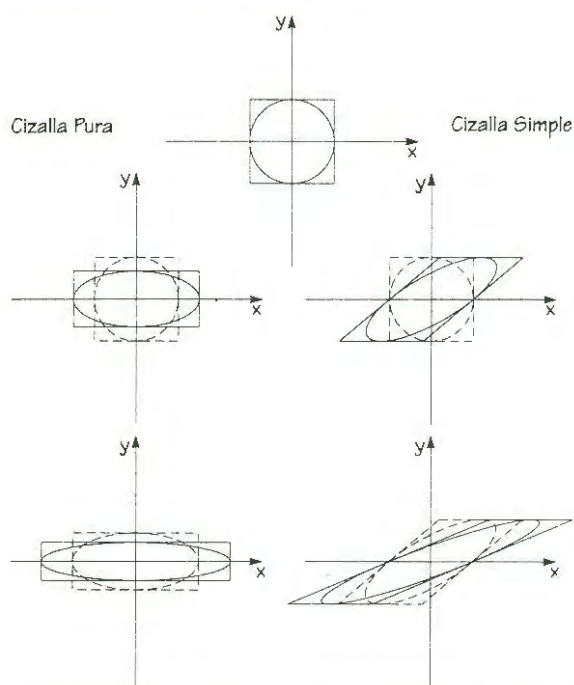


Figura 2. Comparación geométrica de los sistemas de cizalla pura y simple, mostrando la rotación progresiva de la elipse de deformación finita con cada incremento de cizalla simple.

La componente rotacional de la cizalla simple es la responsable del desarrollo de estructuras asimétricas que nos permiten resolver el sentido de cizalla en una zona de deformación. Además, la relación entre las orientaciones de las elipses de deformación incremental y la de deformación finita contribuye al desarrollo de estructuras asimétricas. En la cizalla simple, la elipse de deformación infinitesimal está siempre orientada a 45° de la dirección de cizalla, mientras que la elipse de deformación finita rota en función de γ . Esto significa que en todos los incrementos de deformación, la dirección a 45° de la dirección de cizalla es la de mayor elongación infinitesimal, lo cual quiere decir que es la dirección favorecida de crecimiento

de minerales tabulares y prismáticos (Figura 3). Una vez desarrollados los minerales en esta orientación, éstos tienden a rotar durante incrementos de deformación posteriores.

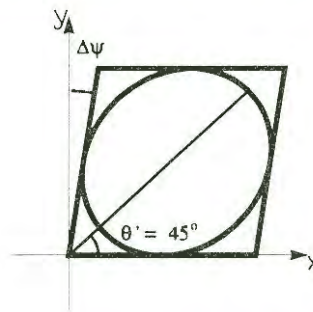


Figura 3. La elipse de deformación infinitesimal para cizalla simple. Cuando $\Delta\psi$ tiende a cero, θ' tiende a 45° .

La extensión de los argumentos bidimensionales anteriores a tres dimensiones es sencilla, ya que la cizalla simple incluye en su definición la característica de ser una deformación en el plano. Esto significa que no hay movimiento de material fuera del plano que contiene la dirección de cizalla y que es perpendicular a los bordes de la zona de cizalla. En tres dimensiones, el elipsoide de deformación con ejes X , Y y Z ($X > Y > Z$) es el resultado de la deformación de una esfera unitaria inicial, donde Y se mantiene constante (Figura 4). La determinación del sentido de cizalla simple en rocas cizalladas siempre se hará en el plano XZ del elipsoide de deformación finita; o sea en un plano perpendicular a la foliación o los límites de la zona de cizalla y paralelo a la dirección de *máxima extensión finita* (X).

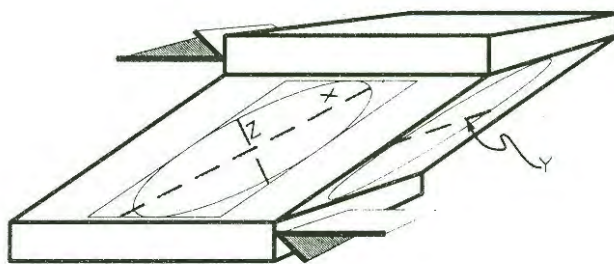


Figura 4. Relaciones geométricas entre los ejes principales del elipsoide de deformación y la cizalla simple en tres dimensiones. Nótese que Y no cambia de longitud durante la deformación.

EL CATÁLOGO DE INDICADORES CINEMÁTICOS

LINEACIÓN

Las rocas fuertemente cizalladas tienden a desarrollar una *lineación por extensión* con orientación **subparalela** a la dirección de cizalla. Esta estructura por sí sola no permite caracterizar el sentido de la cizalla pero sí su dirección. Además,

es importante porque la determinación del sentido de cizalla siempre deberá hacerse en un plano paralelo a la lineación por extensión y perpendicular a la foliación. En rocas sometidas a menores grados de deformación es posible desarrollar una *lineación de intersección* de dos planos **perpendiculares** a la dirección de cizalla.

FOLIACIÓN SIGMOIDAL

La foliación sigmoidal se debe a la heterogeneidad en la deformación finita que existe en las zonas de cizalla naturales. El carácter sigmoidal se debe a una disminución progresiva hacia el centro de la zona de cizalla del ángulo (θ') entre el borde de la zona de cizalla y la foliación desarrollada dentro de esta (Figura 5). La intensidad de la foliación tiende a aumentar hacia el centro de la zona de cizalla, ya que aumenta también el grado de deformación. Estas estructuras se desarrollan comúnmente en rocas inicialmente isotrópicas como el granito, gabro y gneis de grano grueso.

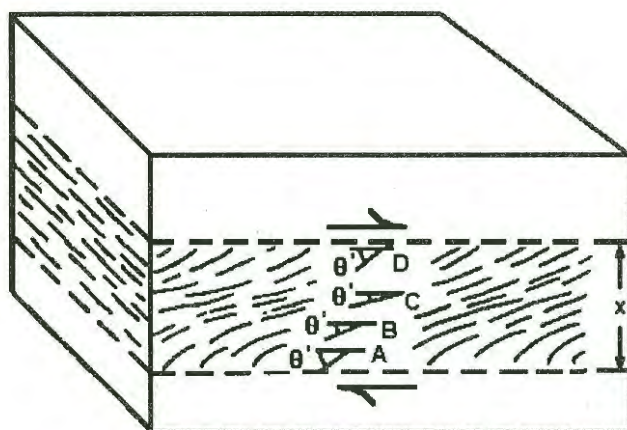


Figura 5. La foliación sigmoidal y su relación con los bordes de la zona de cizalla (Simpson, 1986, Figura 2).

ESTRUCTURAS S-C

Las estructuras S-C fueron descritas por primera vez por Berthé et al. (1979) y posteriormente tratadas en forma más extensa por Lister y Snoke (1984). Estas estructuras consisten de pequeños planos de cizalla separados por milímetros o centímetros entre sí y orientados subparalelos a los bordes de la zona de cizalla principal. El crecimiento de filosilicatos (micas) con el plano basal orientado paralelo a la dirección de máxima extensión, desarrolla un plano de esquistosidad que forma un ángulo agudo con la dirección de cizalla (Figura 6). Los planos C frecuentemente muestran una lineación **paralela** a la dirección de cizalla, pero los planos S y C definen una lineación de intersección **perpendicular** a la dirección de cizalla. Estas estructuras planares compuestas se desarrollan en las fases tempranas de una deformación, particularmente en rocas graníticas.

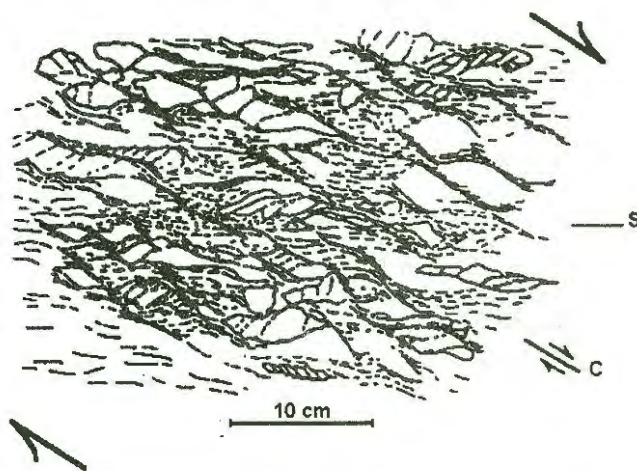


Figura 6. Ejemplo de estructuras S-C en una protomilonita (Nicolas, 1984, Figuras 8-14).

ESTRUCTURAS C'

En estadios avanzados de deformación, cuando la roca deformada ha adquirido una fuerte foliación paralela al plano de cizalla, se forman estructuras extensionales denominadas C' (Figura 7). Estas estructuras acusan un sentido de rotación antitético (contrario) al sentido de rotación de la cizalla. Las rocas que exhiben estos planos de cizalla antitéticos suelen desarrollar fuertes lineaciones por extensión **paralelas** a la dirección de cizalla y lineaciones de intersección **perpendiculares** a ésta.

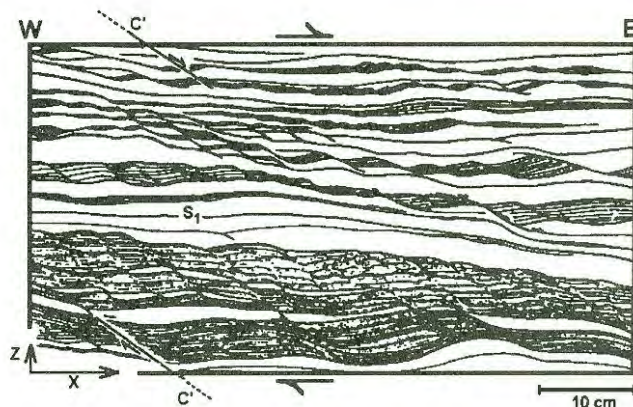


Figura 7. Estructuras C' en rocas pelíticas (Malavielle, 1987, Figura 7).

PECES DE MICA

Muy frecuentemente, asociados a las rocas que han desarrollado planos C', se encuentran estructuras formadas por porfidoblastos de micas que han sido desmembrados, dejando como relictos micas asimétricamente dispuestas con respecto a la zona de cizalla. En planos paralelos a la dirección de máxima extensión y perpendiculares a la foliación, estos porfidoblastos de mica tienen forma de pez. En los planos de foliación, el paralelismo de las micas refleja el sol de manera muy característica (Figura 8).

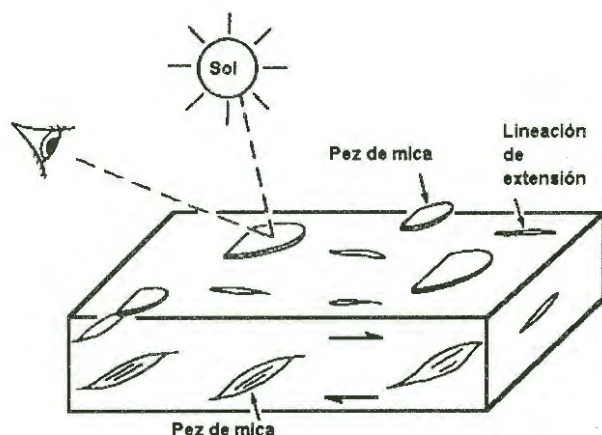


Figura 8. Bloque esquemático mostrando la apariencia en perfil y en planta de los peces de mica (Simpson, 1986, Fig. 9).

PLIEGUES

Los pliegues formados por capas inicialmente paralelas al plano de cizalla indican el sentido correcto de cizalla. Sin embargo, los pliegues formados en capas transversales a la zona de cizalla pueden mostrar tanto el sentido correcto como el sentido incorrecto del desplazamiento (Figura 9). Este problema hace que los pliegues sean de los indicadores cinemáticos más ambiguos, y que su uso requiera de extrema precaución, sobre todo cuando no se puedan observar otras microestructuras que apoyen el sentido de cizalla inferido con pliegues.

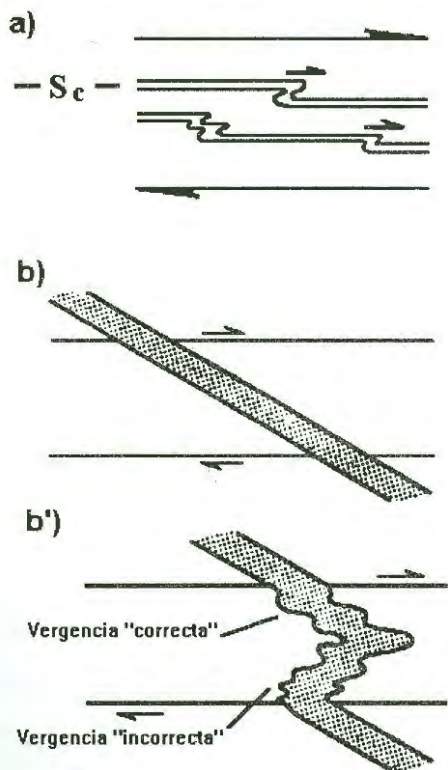


Figura 9. Los pliegues como indicadores cinemáticos. Nótese los casos donde la determinación es correcta (a) e incorrecta (b y b') (Simpson, 1986, Figura 13).

PLIEGUES DE FUNDA (SHEATH FOLDS)

En zonas de cizalla simple con altos grados de deformación ($\gamma > 10$), los ejes de los pliegues tienden a ser rotados hacia la dirección de cizalla. El resultado son pliegues con forma de funda o de dedo de guante. La funda se cierra en dirección del desplazamiento con respecto a la porción plana de la misma capa, como lo muestra la Figura 10.

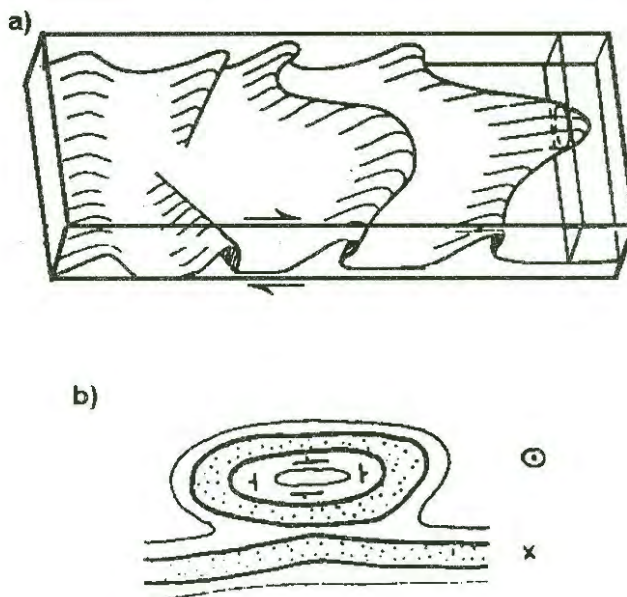


Figura 10. Los pliegues de funda y su relación con las zonas de cizalla simple tridimensionales. La porción b) muestra un corte cuya ubicación se muestra en la porción a) de la figura (Hudleston, 1986, Figura 11).

PORFIDOCLASTOS CON RABOS ASIMÉTRICOS

El proceso de milonitización incluye una componente de recrystalización dinámica importante. Cuando un porfidoclasto se ve involucrado en dicha recrystalización, esta ocurre en sus bordes. El material recrystalizado en el perímetro del cristal tiende a ser arrastrado tanto por el porfidoclasto al rotar como por la cizalla, lo cual resulta en "rabos" asimétricamente dispuestos alrededor del porfidoclasto. Se distinguen dos tipos de rabos asimétricos: sigma (σ) y delta (δ), así denominados por su forma idealizada (Figura 11). El desarrollo de porfidoclastos σ o δ depende de la relación que exista entre la tasa de rotación y la tasa de recrystalización (Passchier y Simpson, 1986) así como de la forma inicial del porfidoclasto. Los porfidoclastos δ sólo se encuentran en zonas de muy alta deformación, pues requieren de una fuerte componente de rotación.

LAS SOMBRAS DE PRESIÓN ASIMÉTRICAS

En situaciones donde el campo de esfuerzos es no-hidrostatico, tiende a desarrollarse una curvatura en las trayectorias de los ejes principales de esfuerzos en la cercanía

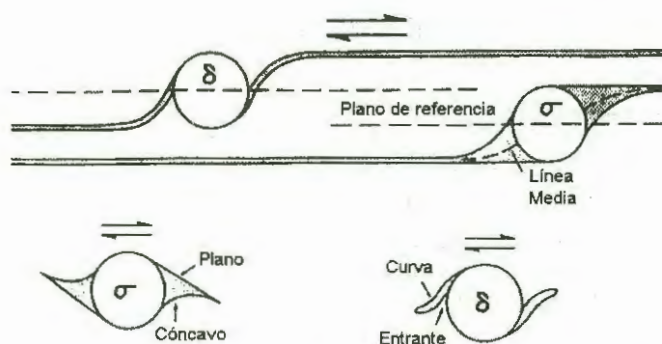


Figura 11. Los rabos de recrystalización asimétricos alrededor de porfidoclastos (Simpson, 1986, Figura 7).

de cuerpos relativamente rígidos dentro de una matriz más dúctil de una roca. Esto conduce a la cristalización preferencial de minerales en posiciones y orientaciones específicas alrededor del objeto. Los minerales en solución (muy comúnmente cuarzo o calcita) tienden a ser precipitados en las zonas de menor presión alrededor de los objetos. Cuando existe un componente de cizalla simple en la deformación, el objeto gira con respecto a los ejes principales de esfuerzos, lo cual causa una rotación de la orientación cristalográfica de las fibras minerales precipitadas, como lo muestra la Figura 12.

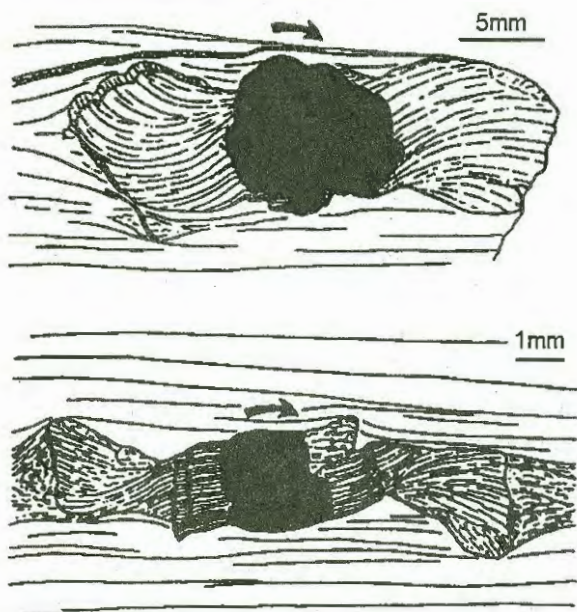


Figura 12. Cristalización de cuarzo en sombras de presión alrededor de pirita (Etchecopar y Malavielle, 1987, Figuras 10)

LIBROS ROTADOS

Los porfidoclastos de materiales que no se pueden deformar plásticamente a las condiciones de presión y temperatura vigentes durante la deformación tienden a desarrollar microfallas aprovechando los planos de cruceo del mineral. El sentido de movimiento de las microfallas es antitético con respecto al sentido de la cizalla (Figura 13).

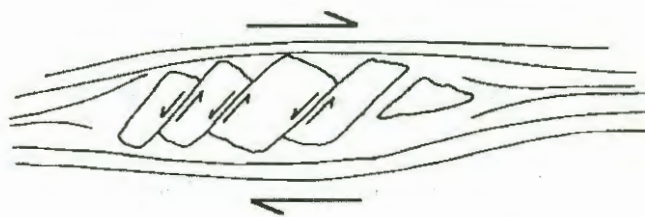


Figura 13. Cristal de feldespato potásico mostrando rotación de bloques como libros caídos (Simpson y Schmid, 1983, Figura 9).

VETILLAS ESCALONADAS

Las vetillas extensionales son muy comunes en las zonas de cizalla. Se encuentran típicamente rellenas de cuarzo y calcita y se forman a $\sim 45^\circ$ de la dirección de cizalla. Una vez cristalizadas pueden ser plegadas y rotadas, con lo cual adquieren una geometría sigmoidal. Así mismo, pueden formarse nuevas generaciones de vetillas durante la deformación progresiva (Figura 14).

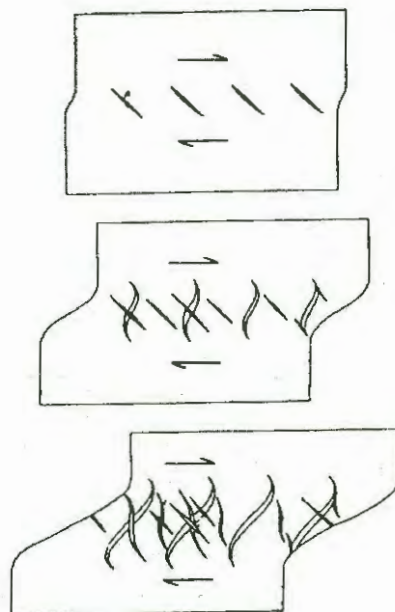


Figura 14. Las vetillas escalonadas y su relación con los bordes de la zona de cizalla. Nótese la formación de distintas generaciones durante la deformación progresiva (Durney y Ramsay, 1973, Figura 15).

LINEACIÓN DE FIBRAS MINERALES

Las fallas tienden a desarrollar fibras minerales que son precipitadas durante el desplazamiento (Figura 15). La dirección de los escalones indica la dirección del desliz.

FRACTURAS SECUNDARIAS ASOCIADAS A FALLAS

Las fallas desarrollan una serie de fracturas secundarias cuya orientación y cinemática acusan el sentido de desplazamiento sobre la falla. Las fracturas secundarias pueden

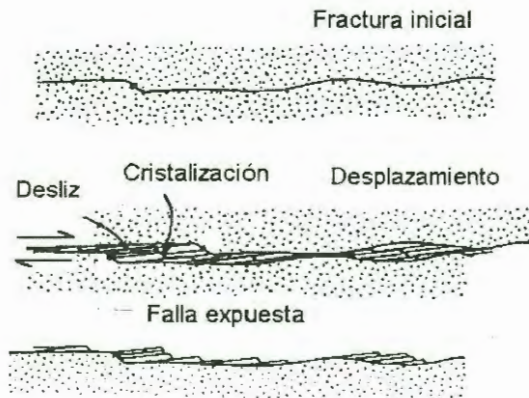


Figura 15. Secuencia del desarrollo de las fibras minerales en los planos de falla (Durney y Ramsay, 1973, Figura 18).

ser de cizalla (R y R' así como P) o extensionales (T). Si R y P se confunden, la interpretación del sentido de cizalla es incorrecta. Las fracturas crescéticas con el lado cóncavo hacia la dirección de desplazamiento del bloque alto son muy confiables (Figura 16).

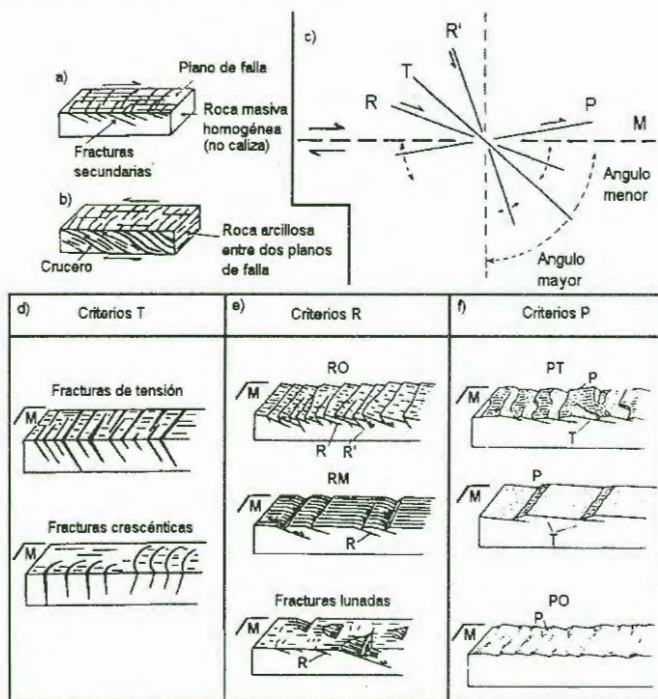


Figura 16. Las fracturas secundarias asociadas a fallas mostrando las relaciones con el sentido de cizalla (Petit, 1987, Figura 1).

REFERENCIAS

- Berthé, D., Choukroune, P., and Jegouzo, P., 1979, Orthogneiss, mylonite, and non-coaxial deformation of granites: the example of the South Armorican shear zone. *Journal of Structural Geology*, 1, 31-42.
- Durney, D.W., and Ramsay, J.G., 1973, Incremental strains measured by syntectonic crystal growths. En DeJong K.A. y Scholten, R. (editores), *Gravity and Tectonics*, Wiley, pp. 67-96.
- Etchecopar, A. and Malavielle, J., 1987, Computer models of pressure shadows: a method of strain measurement and shear-sense determination, *Journal of Structural Geology*, 9, 667-677.
- Hudleston, P.J., 1986, Extracting information from folds in rocks. *Journal of Geological Education*, 34, 237-245.
- Hudleston, P.J., and C., Teyssier, 1989, Recognition and interpretation of shear zone structures. Technical methods workshop, Workshop on Mineral Deposit Models Applicable to Minnesota. 3 a 6 de abril, Minneapolis Minnesota.
- Hudleston, P.J., Schultz-Ela, D., and Southwick, D.L., 1988, Transpression in an Archean Greenstone belt, northern Minnesota. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 25, 1060-1068.
- Lister, G.S., and Snoke, A.W., 1984, S-C mylonites, *Journal of Structural Geology*, 6, 617-638.
- Malavielle, J., 1987, Kinematics of compressional and extensional ductile shearing in a metamorphic core complex of the northeastern Basin and Range, *Journal of Structural Geology*, 9, 541-551.
- Nicolas, A., 1984, *Principles of Rock Deformation*, Reidel, 208 pp.
- Passchier, C., and Simpson, C., 1986, Porphyroclast systems as kinematic indicators, *Journal of Structural Geology*, 8, 841-843.
- Petit, J.P., 1987, Criteria for sense of movement on fault surfaces in brittle rocks, *Journal of Structural Geology*, 9, 577-608.
- Sherbon Hills, E., 1977, *Elementos de Geología Estructural*, Ariel, Barcelona, 577 pp.
- Simpson, C., 1986, Determination of movement sense in mylonites. *Journal of Geological Education*, 34, 246-261.
- Simpson, C., and Schmid, S., 1983, An evaluation of criteria to deduce sense of movement in sheared rocks. *Bulletin of the Geological Society of America*, v. 94, pp. 1281-1288.

EJEMPLOS DE INVERSIÓN LINEAL UTILIZANDO EL EFECTO GRAVIMÉTRICO DE BORDE

Juan García Abdeslem

CICESE, División de Ciencias de la Tierra, Depto. de Geofísica Aplicada
km 107 Carret. Tijuana-Ensenada, Ensenada, Baja California, 22830 México

Recibido: Octubre 1995, Aceptado: Febrero 1996.

RESUMEN

Se presentan métodos para el modelado y la inversión de la anomalía gravimétrica producida por una discontinuidad vertical, a través de la cual el contraste en densidad varía únicamente con la profundidad. La solución al problema directo se plantea en términos del gradiente horizontal de la anomalía de Bouguer producida por el efecto gravimétrico de borde causado por un prisma bidimensional. Se describen dos formulaciones para la solución del problema inverso, una para datos exactos y otra para datos contaminados por ruido, las cuales se aplican en la interpretación de datos sintéticos.

INTRODUCCIÓN

En prospección gravimétrica medimos la componente vertical del campo gravitacional sobre la superficie de la Tierra, con el propósito de inferir la densidad de las rocas en el subsuelo. Para su interpretación, las mediciones gravimétricas son comúnmente expresadas como anomalías de Bouguer, las cuales son interpretadas como debidas a contrastes laterales en la densidad de las rocas del subsuelo. La presencia de fallas geológicas o cambios de facies sedimentarias, a menudo perturban el campo gravitacional observado en la superficie, ocasionando un cambio abrupto del gradiente horizontal de la anomalía de Bouguer en la vecindad de la discontinuidad, el cual es conocido como el efecto gravimétrico de borde.

La expresión para calcular el efecto gravimétrico de borde fue derivada originalmente por Dorman (1975), quien, además, propone que la solución al problema inverso, v.g., determinar el contraste en densidad a través de la discontinuidad como función de la profundidad, se puede encontrar mediante la transformada de Fourier del gradiente horizontal de la anomalía de Bouguer, de la cual resulta una expresión, a partir de la cual se puede obtener el contraste en densidad mediante la transformada inversa de Laplace. Este problema inverso también ha sido estudiado por Parker (1977) y por Jackson (1979). Este último formula el problema permitiendo introducir información *a priori* respecto a la variación de la densidad con la profundidad. Un problema similar, relacionado con la inversión de mediciones electromagnéticas, fue resuelto por Esparza y Gómez-Treviño (1987).

En este trabajo se utiliza un procedimiento simple para obtener una expresión idéntica a la derivada por Dorman (1975), y se aplica un método de inversión lineal diseñado para estimar, a partir del gradiente horizontal de la anomalía de Bouguer, el contraste en densidad como función de la profundidad a través de una discontinuidad vertical, la cual separa dos regiones en donde la densidad en el subsuelo varía únicamente con la profundidad.

SOLUCIÓN AL PROBLEMA DIRECTO

La geometría del modelo (Figura 1) consiste de dos cuartos de espacio, los cuales se extienden al infinito en la dirección perpendicular a la figura; en cada uno de ellos la densidad varía con la profundidad y están separados por una discontinuidad vertical, simulando una falla normal o de rumbo. El efecto gravimétrico debido a tal estructura geológica puede ser modelado mediante un prisma bidimensional (García-Abdeslem, 1992) cuya densidad corresponde a la diferencia en densidades a través de la falla, esto es

$$\Delta g(x_0, y_0) = 2G \int_{Y1}^{Y2} dy \Delta \rho(y) \arctan \left(\frac{x - x_0}{y - y_0} \right) \Bigg|_{X1}^{X2}, \quad (1)$$

en donde Δg representa el efecto gravimétrico en la posición del observador (x_0, y_0) , G es la constante gravitacional y $\Delta \rho(y)$ denota el contraste en densidad a través de la discontinuidad, en función de la profundidad. En la ecuación (1), $X1$ y $X2$ marcan los límites del prisma en la dirección x , la integración está indicada en la dirección de la coordenada vertical y , definida positiva hacia abajo, donde los límites $Y1$ y $Y2$ denotan los bordes superior e inferior del prisma.

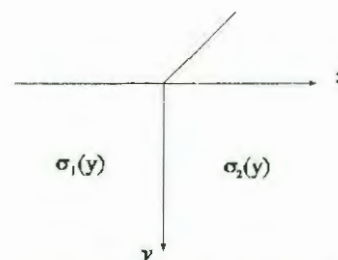


Figura 1. La geometría del modelo consiste de dos cuartos de espacio, separados por una discontinuidad vertical. En cada cuarto de espacio la densidad puede variar en forma arbitraria como función de la profundidad.

Para enfatizar el carácter de la anomalía, calculamos de la ecuación (1) el gradiente horizontal de la anomalía gravimétrica, en la dirección x_0 , normal al rumbo de la estructura:

$$d(x_0, y_0) = \frac{\partial}{\partial x_0} [\Delta g(x_0, y_0)]$$

$$= 2G \int_{x_1}^{x_2} dy \Delta \rho(y) \frac{y - y_0}{(y - y_0)^2 + (x - x_0)^2} \Big|_{x_1}^{x_2}, \quad (2)$$

La ecuación (2) se puede simplificar situando al observador en el plano $y = y_0 = 0$, fijando la posición de la discontinuidad en $x = X1 = 0$ y extendiendo al infinito los límites $X2$ y $Y2$:

$$d_j = \int_0^{\infty} dy \frac{2Gy}{x_j^2 + y^2} \Delta \rho(y) \quad (3)$$

en donde d_j es el gradiente gravimétrico horizontal observado en la coordenada x_j , con $j = 1, N$. La ecuación (3) fue derivada originalmente por Dorman (1975) mediante un método diferente.

EL PROBLEMA INVERSO PARA DATOS EXACTOS

El problema inverso consiste en determinar el contraste en densidad a través de la discontinuidad, como función de la profundidad, a partir del gradiente horizontal de la anomalía de Bouguer. Con objeto de ganar claridad en la formulación del problema inverso, vamos a escribir la ecuación (3) de la siguiente manera:

$$d_j = \int_0^{\infty} dy g_j(y) \Delta \rho(y), \quad j = 1, N \quad (4)$$

donde

$$g_j = \frac{2Gy}{x_j^2 + y^2} \quad (5)$$

Es bien conocido que la solución al problema inverso en gravimetría no es único. En la ecuación (4) $\Delta \rho$ representa un elemento de una colección infinita de distribuciones de densidad, compatibles con los datos, que pueden ocurrir en el semiespacio $y > 0$. Siguiendo a Parker (1994), el conjunto de todas las distribuciones de densidad constituye un espacio H de dimensión infinita conocido como espacio de Hilbert, el cual es un espacio vectorial lineal donde, para cada par de elementos $\Delta \rho, g$, se define una funcional a partir de su producto interno $(\Delta \rho, g)$. Si

los elementos del conjunto $\{g_1, g_2, \dots, g_N\}$ son linealmente independientes, estos constituyen la base de un espacio V de N dimensiones y cualquier elemento del espacio V se puede obtener mediante una combinación lineal de sus N elementos (Pierre, 1986). El espacio V , generado por los elementos g_j , es un subespacio de H , por lo tanto, V constituye un espacio incompleto y su dimensión corresponde al número de datos.

El producto interno, también denominado producto escalar, constituye una generalización del producto punto entre dos vectores y su resultado es un escalar, de esta manera, la ecuación (4) se puede expresar mediante el producto interno:

$$d_j = (g_j, \Delta \rho) \quad (6)$$

Una manera de atribuir tamaño a los elementos de un espacio vectorial es a través de una norma, y de todas las soluciones posibles compatibles con los datos, deseamos estimar el modelo más pequeño de la variación de la densidad con la profundidad, en el sentido de la norma dos, también conocida como la norma Euclidea:

$$\|\Delta \rho\| = \left[\int_0^{\infty} dy (\Delta \rho)^2 \right]^{1/2} \quad (7)$$

Siguiendo a Parker (1994) el modelo más pequeño de la variación de la densidad se puede expresar como una combinación lineal dada por

$$\Delta \rho(y) = \sum_{j=1}^N \alpha_j g_j, \quad (8)$$

con lo cual,

$$d_j = \left(g_j, \sum_{j=1}^N \alpha_j g_j \right) \quad (9)$$

$$= \sum_{i=1}^N (g_j, g_i) \alpha_i$$

donde los elementos del vector α se encontrarán al resolver el sistema de ecuaciones

$$d_i = \Gamma_{ij} \alpha_j, \quad (10)$$

en donde la matriz

$$\Gamma_{ij} = (g_i, g_j) = \Gamma_{ji} \quad (11)$$

se podrá invertir siempre que $\{g_i\}$ sean linealmente independientes.

Es fácil mostrar que el sistema de ecuaciones (10) es equivalente a las ecuaciones normales de mínimos cuadrados. Para ello, escribimos el sistema de ecuaciones como

$$d = (A^T A) \alpha, \quad (12)$$

en donde los elementos de la matriz A , de dimensión $N \times 1$, corresponden al conjunto $\{g_1, g_2, \dots, g_N\}$. Premultiplicando la ecuación (12) por la transpuesta de la matriz A , tomando en cuenta la ecuación (8) y reagrupando términos se obtienen las ecuaciones normales de mínimos cuadrados

$$\Delta p = (A^T A)^{-1} A^T d, \quad (13)$$

lo cual verifica que en el sentido de la norma dos, el modelo más pequeño de la variación de la densidad corresponde a la combinación lineal descrita por la ecuación (8).

Enseguida se procede a calcular el producto interno de nuestro problema:

$$(g_i, g_j) = 4G^2 \int_0^\infty \frac{y^2 dy}{(x_i^2 + y^2)(x_j^2 + y^2)}. \quad (14)$$

Para evaluar esta integral, aprovechamos que el integrando es par y extendemos los límites de integración a $\pm \infty$, con lo cual podemos escribir

$$(g_i, g_j) = 2G^2 \operatorname{Re} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{z^2 dz}{(x_i^2 + z^2)(x_j^2 + z^2)}, \quad (15)$$

donde $z = x + iy$ es una variable compleja. Haciendo $x_i = a$ y $x_j = b$ consideremos ahora la siguiente integral de contorno

$$I = \oint_C \frac{z^2 dz}{(a^2 + z^2)(b^2 + z^2)}. \quad (16)$$

Notando que el integrando no es diferenciable en $z = \pm ia$ y $z = \pm ib$, escogemos el contorno cerrado C sobre el hemisferio superior mostrado en la Figura 2, y de acuerdo con el teorema de Cauchy (Levi, 1980) podemos escribir:

$$\int_C f(z) dz + \int_{Cx} f(z) dz + \int_{C1} f(z) dz + \int_{C2} f(z) dz = 0. \quad (17)$$

Los límites en la integral sobre el segmento Cx (Figura 2)

se deben extender al infinito. Para poder hacer esto tenemos que demostrar que la integral sobre el arco Cr es idénticamente nula cuando el radio del semicírculo se extiende al infinito. Para ello basta probar que

$$I_{Cr} = \int_0^\pi \frac{dz z^2}{(a^2 + z^2)(b^2 + z^2)} \leq \left| \int_0^\pi \frac{dz z^2}{(a^2 + z^2)(b^2 + z^2)} \right|. \quad (18)$$

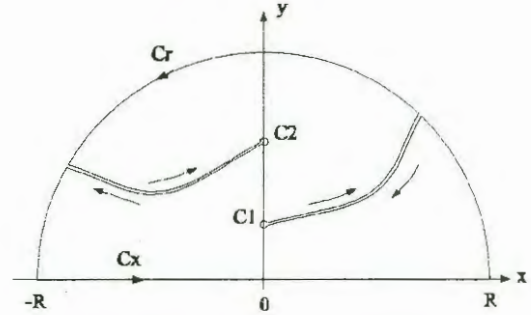


Figura 2. Se muestra la trayectoria de integración en el plano complejo z .

Esto se logra sustituyendo $z = |z| \exp(i\theta)$ y $dz = i|z| \exp(i\theta)$ en la ecuación (18). Entonces es fácil mostrar que

$$I_{Cr} \leq \int_0^\pi \frac{|z|^3 d\theta}{(|z|^2 - a^2)(|z|^2 - b^2)}. \quad (19)$$

Con lo cual, al hacer que $|z| \rightarrow \infty$ se demuestra que la integral sobre Cr se hace idénticamente nula, esto es:

$$I_{Cr} \leq \int_0^\pi \frac{d\theta}{|z|} = \frac{\pi}{|z|} \rightarrow 0, \quad (20)$$

y los límites de la integral sobre el contorno Cx pueden ser extendidos a $\pm \infty$. Obsérvese en la Figura 2 que las integrales sobre los cortes se anulan debido a que cambia la orientación del sentido de integración, en tanto que, las integrales sobre los pequeños círculos $C1$ y $C2$, con los cuales se excluyen los puntos $z = ia$ y $z = ib$, se resuelven mediante la aplicación de la teoría de los residuos de Cauchy (Levi, 1980):

$$\oint_{C1} dz f(z) = \int_{2\pi}^0 \frac{dz z^2}{(a^2 + z^2)(b^2 + z^2)} = \frac{\pi a}{(a^2 - b^2)}, \quad (21)$$

y

$$\oint_{C2} dz f(z) = \int_{2\pi}^0 \frac{dz z^2}{(a^2 + z^2)(b^2 + z^2)} = \frac{\pi b}{(b^2 - a^2)}. \quad (22)$$

Colectando los resultados anteriores en la ecuación (17) y sustituyéndolos en la ecuación (15) encontramos que el producto interno está dado por:

$$(g_i, g_j) = \frac{2G^2\pi}{(x_i + x_j)} \quad (23)$$

Esta expresión, la cual aparece sin derivar en el trabajo de Parker (1977), también se puede obtener utilizando la fórmula 3.264-2 en Gradshteyn y Ryzhik (1965). La ecuación (23) es la expresión general que nos permite calcular los elementos de la matriz Γ . Con este resultado podemos proceder a resolver el sistema de ecuaciones (10) para calcular el contraste en densidad como función de la profundidad a partir del gradiente horizontal de la anomalía de Bouguer. En la siguiente sección se muestran los resultados de la aplicación del método de inversión lineal a datos sintéticos.

APLICACION A DATOS EXACTOS

La aplicación del método descrito anteriormente se ilustra en esta sección con varios ejemplos, en los cuales la geometría del modelo corresponde a un contacto vertical. Las anomalías gravimétricas causadas por el contraste lateral en la densidad del semiespacio así como su gradiente horizontal, fueron calculadas mediante la integración numérica de las ecuaciones (1) y (2). Una descripción detallada de la derivación de la ecuación (1) y su implementación en FORTRAN se encuentran en García-Abdeslem (1992; 1996). En los siguientes ejemplos, el sistema de ecuaciones (10) se resuelve mediante la descomposición L-U con eliminación hacia adelante y sustitución hacia atrás (Golub y Van Loan, 1983).

En el primer ejemplo, el contraste de densidad es $\Delta\rho(y) = 500 \text{ [kg/m}^3\text{]}$ en el intervalo entre 250 y 750 m y cero para el resto del espacio. La anomalía gravimétrica, su gradiente horizontal y el resultado de la inversión se muestran en la Figura 3. Se observa que la anomalía gravimétrica es similar a una distribución escalón, por eso encontramos que su gradiente horizontal se asemeja a una distribución delta centrada sobre la discontinuidad. Al comparar la densidad verdadera con el resultado de la inversión, encontramos que el método es incapaz de resolver un cambio abrupto en el contraste en densidad; no obstante se distingue sin lugar a dudas un estrato más denso, centrado a una profundidad de 500 m.

En el siguiente ejemplo, se escogió un contraste en densidad que varía linealmente con la profundidad de acuerdo con un polinomio de primer grado dado por $\Delta\rho(y) = -1000 + 500y \text{ [kg/m}^3\text{]}$ para un rango en profundidad desde 0 a 1000 m, siendo cero para $y > 1000 \text{ m}$. La anomalía gravimétrica, su gradiente horizontal y el resultado de la inversión se muestran en la Figura 4. El perfil de densidad obtenido, aunque muestra un comportamiento oscilatorio alrededor de la curva de densidad verdadera, nos permite inferir que la densidad se incrementa

linealmente con la profundidad. Nótese, además, que cerca de $y = 1000 \text{ m}$, la densidad disminuye en forma abrupta, oscilando a profundidades mayores a 1000 m alrededor del cero en densidad, marcando la terminación del cuerpo.

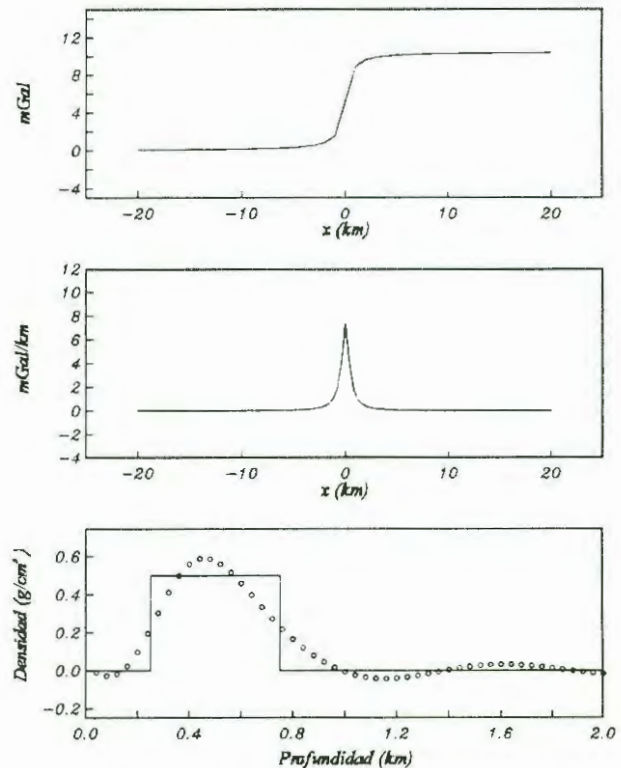


Figura 3. Ejemplo 1. De arriba hacia abajo se muestra el efecto gravimétrico y el gradiente horizontal en un perfil normal a la traza de una discontinuidad vertical, caracterizada por el contraste en densidad como función de la profundidad, mostrada con línea continua en la parte inferior de la figura, donde los círculos denotan el resultado de la inversión.

En el último ejemplo, el contraste en densidad varía con la profundidad siguiendo un polinomio de cuarto grado dado por $\Delta\rho(y) = -1000 + 400y + 600y^2 - 400y^3 + 1000y^4 \text{ [kg/m}^3\text{]}$ en el intervalo de profundidad entre 0 y 1000 m, siendo cero para $y > 1000 \text{ m}$. En la Figura 5 se muestra la anomalía gravimétrica, su gradiente horizontal y el resultado de la inversión. El perfil de densidad obtenido muestra una notable similitud con la densidad verdadera.

No obstante que los resultados del método de inversión parecen promisorios, debemos tomar algunas precauciones al aplicarlo a datos de campo. Por una parte, debemos de considerar que un modelo tan simple como es un contacto vertical, únicamente se encontrará en ambientes tectónicos muy particulares, por ejemplo aquellos en los cuales se produzcan fallas normales de gran ángulo, fallas de rumbo o transcurrentes y a través de un cambio de facies. También es importante considerar que generalmente se cuenta con mediciones de la componente vertical del campo gravitacional, a partir de las cuales tendremos que calcular su gradiente horizontal mediante algún método numérico. En la siguiente sección se modifica el

procedimiento de inversión a fin de poder interpretar datos inciertos, permitiendo un cierto grado de tolerancia (T) en cuanto a la diferencia que podemos aceptar entre la teoría y las observaciones.

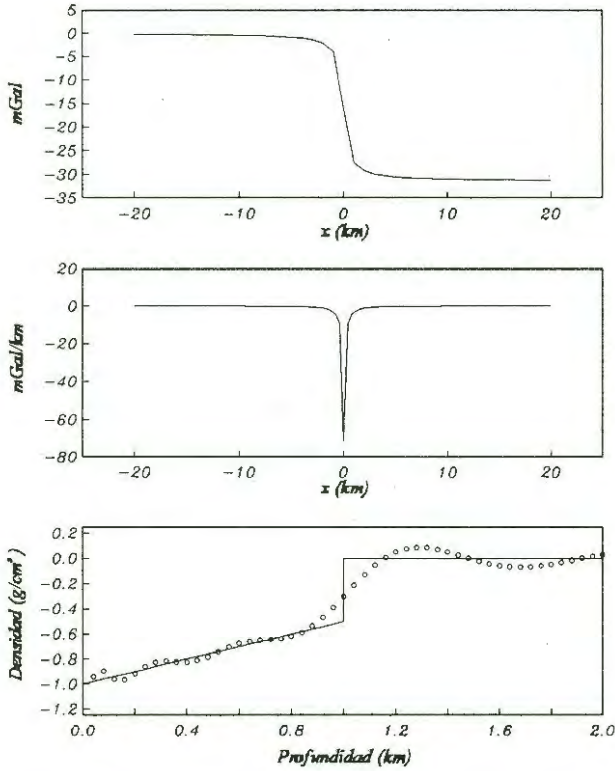


Figura 4. Ejemplo 2. La descripción es equivalente al pie de la Figura 3.

EL PROBLEMA INVERSO PARA DATOS INCIERTOS

Vamos a tratar los errores (ϵ_i) asociados con cada dato (d_i , $i = 1, N$) como variables aleatorias no correlacionadas, distribuidas normalmente, con media cero y varianza σ^2 . Nuestro problema se transforma entonces en encontrar el modelo más pequeño de la variación de la densidad con la profundidad

$$\|\Delta p\|^2 = \left(\sum_{j=1}^N \alpha_j g_j, \sum_{k=1}^N \alpha_k g_k \right), \quad (24)$$

constreñido a que

$$T^2 = \|E^{-1}(d - \Gamma\alpha)\|^2, \quad (25)$$

donde E es una matriz diagonal ($N \times N$) cuyos elementos son σ_i y T es la tolerancia permitida en el desajuste.

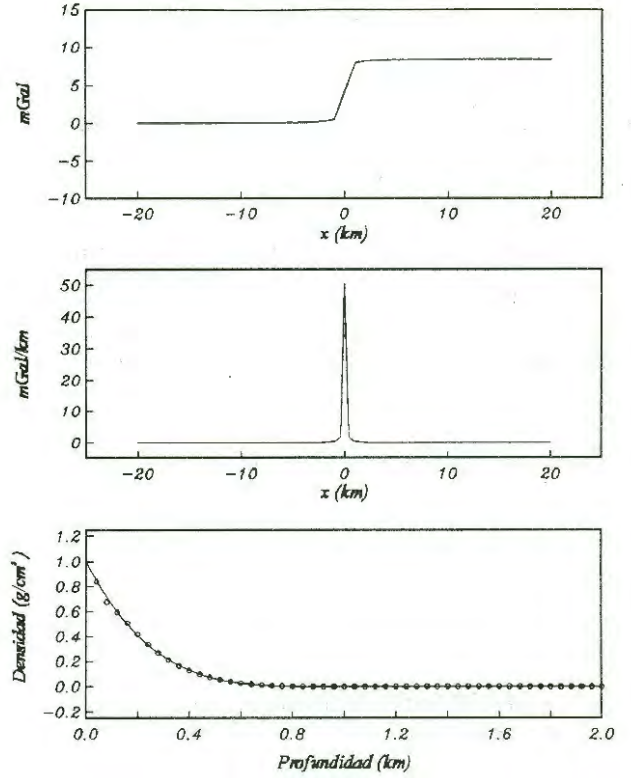


Figura 5. Ejemplo 3. La descripción es equivalente al pie de la Figura 3.

Efectuando el producto interno indicado en la ecuación (24) podemos escribir la funcional a minimizar como:

$$\|\Delta p\|^2 = \alpha^T \cdot \Gamma \alpha. \quad (26)$$

Siguiendo a Constable et al. (1987), para minimizar la funcional (26) sujeta a la constricción dada en la ecuación (25), empleamos el método de los multiplicadores de Lagrange (v. g., Dorny, 1975, Parker, 1994), para lo cual modificamos la ecuación de constricción formando una ecuación idénticamente nula, la cual es multiplicada por v , el multiplicador de Lagrange, sumándose entonces a la funcional que se desea minimizar; esto es:

$$U(\alpha, v) = \alpha^T \cdot \Gamma \alpha + v \left(\|E^{-1}(d - \Gamma\alpha)\|^2 - T^2 \right). \quad (27)$$

Buscamos ahora los argumentos α y v donde U se vuelve estacionaria. Para ello, diferenciamos U con respecto a α igualando a cero la expresión resultante. Después de simplificar se obtiene

$$(v^{-1}E^2 + \Gamma) \alpha = d. \quad (28)$$

Similarmente, diferenciando U con respecto al multiplicador de Lagrange se obtiene la condición de desajuste:

$$T^2 = \|E^{-1}(d - \Gamma \alpha)\|^2 \quad (29)$$

Ahora necesitamos resolver, simultáneamente, para el vector α y el multiplicador de Lagrange v las ecuaciones (28) y (29). Para ello vamos a escoger un valor para v con el cual vamos entonces a resolver para el vector α el sistema de ecuaciones (28); sustituyendo la solución en la ecuación (25) calculamos el desajuste y lo comparamos con la tolerancia deseada: el proceso se repite hasta encontrar el par (α_0, v_0) que satisface la tolerancia propuesta. Siguiendo este procedimiento, tenemos que para un valor fijo del multiplicador de Lagrange (v)

$$\alpha(v) = (\Gamma + v^{-1} E^2)^{-1} d \quad (30)$$

Denotando el desajuste cuadrático por $F(v)$ tenemos que:

$$F(v) = \|E^{-1}[d - \Gamma \alpha(v)]\|^2 \quad (31)$$

y sustituyendo (30) en (31) obtenemos una expresión más simple para el desajuste, dada por

$$F(v) = v^{-2} \|E \alpha(v)\|^2 \quad (32)$$

Nótese que cuando $v \rightarrow \infty$ la solución corresponde al caso de datos exactos. En la siguiente sección se presenta un ejemplo de la aplicación de esta metodología.

APLICACION A DATOS INCIERTOS

Para mostrar el efecto producido por "ruido" en los datos "exactos" utilizados en el primer ejemplo, truncados originalmente a ocho cifras significativas, se les añadió una aproximación a ruido Gausiano ($\epsilon_i, i=1, N$) de promedio cero y desviación estandar $\sigma=537 \times 10^{-6}$, afectando a los datos "exactos" del gradiente horizontal a partir de la tercera cifra significativa. No obstante que el ruido añadido corresponde a una incertidumbre menor al cinco por ciento, el deterioro de la información es significativo. Para ilustrar su efecto, se invirtieron los datos contaminados con ruido sin considerar que las mediciones son inciertas. El resultado de la inversión, mostrado en la Figura 6, presenta fuertes oscilaciones en la densidad como función de la profundidad, que varían entre $\pm 10000 \text{ g/cm}^3$ con numerosos cruces por cero.

El valor del multiplicador de Lagrange, apropiado para el nivel de ruido en los datos corresponde a un desajuste cuadrático $F(v)=T^2=N$. En la Figura 7 se muestra el desajuste cuadrático como función del multiplicador de Lagrange para los datos del primer ejemplo. A partir de la gráfica se determina que para los 50 datos utilizados en este ejemplo, un valor de $v_0=23 \times 10^4$

produce un desajuste cuadrático $F(v)=50.0$. El resultado de la inversión para los datos contaminados por ruido, mostrado en la Figura 8, presenta una notable mejoría en la determinación de la densidad como función de la profundidad. Al comparar la densidad verdadera con el resultado de la inversión, nuevamente encontramos que el método es incapaz de resolver un cambio abrupto en el contraste en densidad; no obstante, se distingue sin lugar a dudas, un estrato más denso, centrado aproximadamente a una profundidad de 500 m.

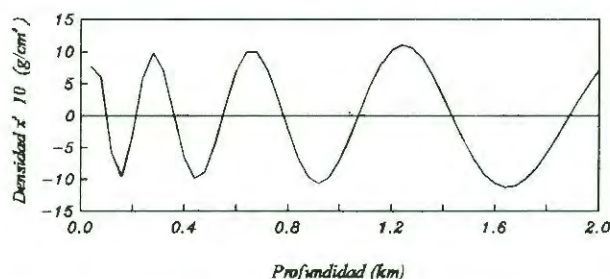


Figura 6. Se muestra el resultado de la aplicación del método de inversión para datos exactos, empleando los datos del ejemplo 1 contaminados con ruido.

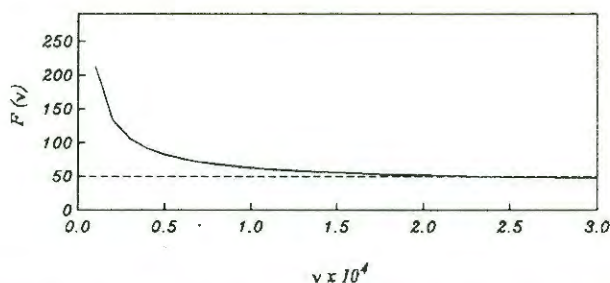


Figura 7. Se muestra el desajuste cuadrático $F(v)$ como función del multiplicador de Lagrange.

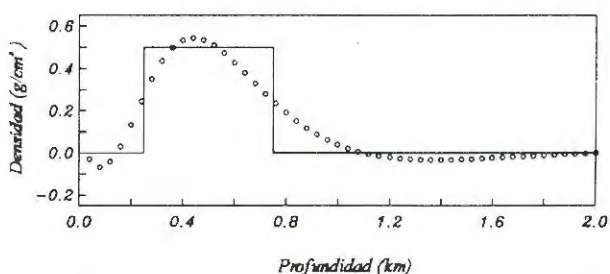


Figura 8. Resultado de la inversión de los datos del ejemplo 1 contaminados con ruido, empleando el método de inversión para datos inciertos. La línea continua denota la densidad verdadera y los círculos denotan el resultado de la inversión.

CONCLUSIONES

Se ha presentado un método de inversión lineal diseñado para interpretar el gradiente horizontal de anomalías gravimétricas producidas por un contacto vertical que separa dos cuartos de espacio en donde la densidad varía como función

de la profundidad. Se ha mostrado la metodología del problema inverso para analizar datos exactos y datos contaminados por ruido. Los ejemplos utilizados muestran que en el caso de datos exactos, el método es capaz de recuperar de manera razonable el contraste de densidad a través de la discontinuidad, como función de la profundidad. El problema es sumamente inestable en la presencia de ruido, sin embargo, regularizando el problema mediante el método de los multiplicadores de Lagrange, es posible recuperar con bastante certeza el contraste de densidad a través de la discontinuidad.

AGRADECIMIENTOS

El autor desea agradecer la revisión y los comentarios al trabajo por parte de Francisco Javier Esparza Hernández y de Enrique Gómez Treviño. También se agradece a Margarita Almeida Vega por su ayuda en la elaboración de las ilustraciones que acompañan el manuscrito.

REFERENCIAS

- Constable, S. C., Parker, R. L., and Constable, C. G., 1987, Occam's inversion: a practical algorithm for generating smooth models from electromagnetic sounding data, *Geophysics*, 52, 289-300.
- Dorman, L. M., 1975, The gravitational edge effect, *Journal Geophysical Research*, 80, 2949-2950.
- Dorny, C. N., 1975, *A Vector Space Approach to Models and Optimization*, Robert E. Krieger Publishing Co.
- Esparza, F., and Gómez-Treviño, E., 1987, Electromagnetic sounding in the resistive limit and the Backus-Gilbert method for estimating averages, *Geoexploration*, 24, 441-454.
- García-Abdeslem, J., 1992, Gravitational attraction of a rectangular prism with depth depth-dependent density, *Geophysics*, 57, 470-473.
- García-Abdeslem, J., 1996, gl2d: A FORTRAN program to compute the gravity anomaly of a 2-D prism where density varies as a function of depth, *Computers and Geosciences* (en prensa).
- Gradshteyn, I. D., and Ryzhik, I. M., 1965, *Table of Integrals, Series and Products*, Academic Press.
- Golub, B. H., and Van Loan, C. F., 1983, *Matrix Computations*, The Johns Hopkins University Press.
- Jackson, D. D., 1979, The use of a priori data to resolve non-uniqueness in linear inversion, *Geophysical Journal Royal Astronomical Society*, 57, 137-157.
- Levi, E., 1980, *Teorías y Métodos de las Matemáticas Aplicadas*, Universidad Nacional Autónoma de México, Dirección General de Publicaciones.
- Parker, R. L., 1994, *Geophysical Inverse Theory*, Princeton University Press.
- Parker, R. L., 1977, Understanding inverse theory, *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, 5, 35-64.
- Pierre, D. A., 1985, *Optimization Theory with Applications*, Dover Publications, Inc.

NORMALIZACIÓN DE LOS NOMBRES DE LAS FORMAS DEL RELIEVE SUBMARINO: DIRECTRICES, FORMULARIO DE PROPUESTA Y TERMINOLOGÍA

Versión Inglesa/Española, 2ª Edición, Junio 1993

José Luis Frías Salazar y Jorge Rey Salgado

Compiladores

INEGI

Recibido: Septiembre 1995, Aceptado: Enero 1996

I. NORMALIZACIÓN DE LOS NOMBRES DE LAS FORMAS DEL RELIEVE SUBMARINO

I.A. NOTAS

Durante los últimos años, la designación incontrolada y anárquica de las formas del relieve submarino, que frecuentemente aparecen impresas en artículos publicados en revistas profesionales o en las cartas oceánicas, sin un estudio minucioso para conocer si el nombre es apropiado ó si la forma estaba ya descubierta y bautizada, ha dado lugar a serias preocupaciones.

Con el fin de remediar esta situación y conseguir una mayor uniformidad en los nombres geográficos de las formas del relieve submarino, la Organización Hidrográfica Internacional (OHI) en su XIII Conferencia H.I. (Mayo, 1987), y la Comisión Oceanográfica Intergubernamental (COI), en su 14ª Asamblea (Marzo, 1987), adoptaron, en este campo las mociones similares siguientes.

I.B. TEXTO DE LA DECISIÓN 46 ADOPTADA POR LA XIII CONFERENCIA H.I. (OHI)

"LA CONFERENCIA RECOMIENDA:

- i) que los Estados Miembros estimulen vivamente a los especialistas en ciencias marinas de su país, que deseen dar nombres a las formas del relieve submarino, a que comprueben sus propuestas con los Índices publicados de Formas de Relieve Submarino, teniendo en cuenta las directrices contenidas en la publicación de la OHI/COI "Normalización de los nombres de las formas del relieve submarino" (incluido el empleo del "Formulario de propuesta de nombre para una forma del relieve submarino"), al enviar todos los nuevos nombres propuestos para su autorización, ya sea a la autoridad competente de su país, ó en su defecto, a la BHI ó a la COI para su consideración y estudio por el "Subcomité GEBCO para los nombres geográficos y la nomenclatura de las formas del relieve "oceánico", quien podrá aconsejar sobre cualquier potencial duplicación de nombres confusa.
- ii) que los Estados Miembros recomienden a quienes publiquen cartas oceánicas, así como a los editores de revistas científicas de sus países, que soliciten a sus compiladores y

autores una prueba escrita autorizada antes de aceptar para su publicación, cualquier carta ó artículo científico conteniendo nombres nuevos para las formas de relieve submarino"

I.C. TEXTO DE LA RESOLUCIÓN ADOPTADA POR LA 14ª SESIÓN DE LA ASAMBLEA DE LA COI.

"La Asamblea estimula vivamente a los especialistas en ciencias marinas y a otras personas de los Estados Miembros que deseen dar nombres a las formas del relieve submarino, a comprobar sus propuestas con los Índices publicados en Formas del Relieve Submarino, teniendo en cuenta las directrices obtenidas en la publicación de la OHI/COI "Normalización de las formas del relieve submarino" (incluido el empleo del "Formulario de propuesta de nombre para una forma del relieve submarino") al enviar todos los nuevos nombres propuestos, para su autorización, ya sea a la autoridad competente de su país, ó en su defecto, a la COI ó OHI para su consideración y estudio por el "Subcomité GEBCO para los nombres geográficos y la nomenclatura de las formas del relieve oceánico", quien podrá aconsejar sobre cualquier potencial duplicación de nombres confusa. Igualmente se solicita a los Estados Miembros que recomienden a quienes publiquen las cartas oceánicas, así como a los editores de revistas científicas de su país, a que soliciten a sus compiladores y a los autores una prueba escrita autorizada, antes de aceptar para su publicación, cualquier carta ó artículo científico conteniendo nombres nuevos para las formas del relieve submarino.

II DIRECTRICES PARA LA NORMALIZACIÓN DE LOS NOMBRES DE LAS FORMAS DEL RELIEVE SUBMARINO

II.A. GENERALIDADES

- A. En el plano internacional, el interés por la denominación de las formas del relieve submarino se limita a las formas localizadas completa o principalmente (más del 50%) fuera de las aguas territoriales de los Estados.
- B. Una "forma del relieve submarino" es una parte del fondo del océano o lecho oceánico que tiene un relieve mensurable o que está delimitada por el relieve.

- C. Se pueden aceptar los nombres utilizados desde hace mucho años, aunque no estén en conformidad con los principios habituales de la nomenclatura.
- D. Los nombres aprobados por las autoridades nacionales competentes en materia de nomenclatura en aguas fuera de los límites nacionales (es decir, en aguas internacionales) deberán ser aceptados por otros Estados, si los nombres se han aplicado de conformidad con los principios internacionalmente aceptados. Los nombres aplicados dentro de los límites territoriales de un Estado deberán ser reconocidos por los demás Estados.
- E. En caso de litigio, deberán de resolver la cuestión, las personas o entidades más directamente interesadas. Cuando se hayan utilizado dos nombres para la misma forma del relieve, deberá de aceptarse generalmente el nombre más antiguo. Cuando se haya utilizado un solo nombre para designar dos formas del relieve distintas, deberá de reservarse normalmente el nombre para la forma denominada inicialmente.
- F. Los nombres provenientes de un idioma escrito en caracteres distintos de los del país que va a utilizar los nombres en mapas u otros documentos, deberán de ajustarse a las normas de transliteración adoptadas por las autoridades nacionales competentes en materia de nomenclatura.
- G. En los programas internacionales, deberá de seguirse la norma de utilizar los nombres en la forma empleada por las autoridades nacionales que tengan la responsabilidad de la zona de que se trate.
- H. Los Estados podrán utilizar las versiones que prefieran de los nombres extranjeros.

II.B. PRINCIPIOS PARA LA DENOMINACIÓN EN LAS FORMAS DEL RELIEVE

A. Términos específicos

1. Son preferibles los términos ó nombres cortos y sencillos.
2. El principal objetivo de dar un nombre es facilitar una referencia eficaz, fácil de usar y adecuada. La conmemoración de personas ó barcos debe quedar relegada a un segundo lugar.
3. En primer lugar, y si es posible, se deberá asociar el término específico con un nombre geográfico de la región; por ejemplo: Cordillera submarina de las Aleutianas, Fosa de las Aleutianas, Fosa de Perú-Chile, Cañon submarino de Barrow.
4. Los términos específicos relativos a otras formas de relieve se pueden escoger para conmemorar barcos u otras naves, expediciones, ó instituciones científicas que hayan contribuido al descubrimiento de la forma de relieve, ó para honrar la memoria de personajes celebres. Si se utiliza un

nombre de barco, deberá utilizarse el del barco descubridor, ó si ese nombre se ha dado ya a una forma del relieve parecida, deberá utilizarse el nombre del barco que haya confirmado la forma del relieve en cuestión; por ejemplo: Monte submarino San Pablo, Montes submarinos Atlantis II.

5. Si se utilizan nombres de personas en vida (preferentemente los apellidos), deberá de limitarse a los nombres de personas que hayan aportado una contribución eminente ó fundamental a la ciencias oceánicas.
6. A los grupos de formas del relieve parecidas, se les puede dar un nombre colectivo que designe una categoría específica de personajes históricos, motivos de ficción, astros, constelaciones, peces, aves, animales, etc. He aquí varios ejemplos:

Montes submarinos de músicos:

Monte submarino Bach
Monte submarino Brahms
Monte submarino Schubert

Montes submarinos de Físicos:

Monte submarino Volta
Monte submarino Ampere
Monte submarino Galvani

Provincia de la dorsal y de la depresión de la Osa Menor:

Dorsal Suahil
Dorsal Kochab
Depresión Polaris

7. Se aceptan los nombres descriptivos especialmente cuando se refieren a formas distintivas; por ejemplo: Dorsal Hook (i.e. dorsal de Gancho); Monte submarino Horseshoe (i.e. monte submarino de Herradura).
8. Los nombres de las formas del relieve bien conocidas o de gran extensión, que se apliquen a otras formas del relieve deben de tener la misma ortografía.
9. No deberán traducirse los elementos específicos de nombres, del idioma del país que suministre el nombre aceptado.

B. Términos genéricos

1. Los términos genéricos deberán seleccionarse de la lista de definiciones que se incluye a continuación para reflejar la descripción fisiográfica de las formas del relieve.
2. Los términos genéricos dados a las formas del relieve que figuren en los mapas u otros documentos deberán ir en el idioma del país que los publica. En los casos en que hayan adquirido una utilización internacional en terminología nacional, deberá de utilizarse esta terminología.

3. Hay que tener en cuenta además que, a medida que vaya progresando la cartografía oceánica, se irán descubriendo formas de relieve para las cuales no bastará la terminología actual. Los nuevos términos necesarios para describir estas formas del relieve deberán de ajustarse a estas directrices.

II.C. PROCEDIMIENTOS PARA LA DENOMINACIÓN DE LAS FORMAS DEL RELIEVE

- A. Las personas y los organismos que atribuyan nombres a las formas del relieve que carezcan de él, localizadas en aguas internacionales, deberán de ajustarse a los principios y procedimientos internacionalmente aceptados.
- B. Se recomienda que las nuevas propuestas sean enviadas utilizando el formulario de "Propuesta de nombre para una forma de relieve submarino" que figura en las páginas 2-7/2-8 (versión inglesa). ó en las páginas 2-9/2-10 (versión española). Los formularios en Árabe, Francés, Griego, Italiano, Portugués y Ruso están actualmente disponibles en el BHI. Está prevista la elaboración de versiones en otros idiomas.
- C. Antes de dar nombre a una forma de relieve, se deberá precisar suficientemente su naturaleza, extensión y situación para poder indentificarla. La situación deberá indicarse en coordenadas geográficas. Si resultase necesario referirse a una forma de relieve antes de que se haya establecido completamente su identificación, se sugiere que la referencia incluya las coordenadas geográficas seguidas de la abreviación PA (posición aproximada) si la situación no se ha establecido con precisión, y el término genérico seguido de un signo de interrogación (?) si la naturaleza de la forma de relieves dudosa.
- D. Los nombres y direcciones de las autoridades nacionales figuran en las páginas 2-11 a 2-15. Si esta autoridad no existiese, la aprobación deberá ser obtenida a través del BHI ó COI, como se indica en el "formulario de proposición".
- E. Si la autoridad nacional estimara necesario cambiar el nombre de una forma del relieve, a la que hubiera dado denominación originariamente, deberá dar a conocer las razones del cambio a las demás autoridades interesadas. Si surgiera una oposición al cambio de nombre, las autoridades interesadas deberán ponerse en comunicación para resolver el asunto.

- F. Las autoridades nacionales que aprueben los nombres de las formas del relieve, deberán difundir regularmente sus decisiones respecto a estos nombres

- G. Las autoridades nacionales que den denominación a las formas de relieve situadas dentro de sus aguas territoriales, deberán de ajustarse a los principios y procedimientos anteriormente establecidos.

TERMINOLOGIA

La lista que figura a continuación incluye los términos que han sido definidos para que correspondan con la mayor precisión posible a su empleo en las referencias citadas de la literatura científica oceanográfica, hidrográfica y de exploración. Al desarrollar estas definiciones, se ha puesto de manifiesto que las investigaciones marinas modernas presentan la ventaja de utilizar instrumentación y tecnología muy avanzada, permitiendo una descripción de ciertas formas, más precisa de lo que era posible en el pasado. También se ha tratado de limitar el empleo de dimensiones físicas precisas en la definición de las formas. Preferentemente se han empleado palabras que indican dimensiones relativas, tales como extenso, grande, limitado y pequeño. Las definiciones se basan casi exclusivamente en una descripción geomorfológica de la propias formas, y por lo tanto, no se debe deducir que tengan alguna connotación jurídica ó política o de otro tipo. Las definiciones tampoco se ajustan necesariamente al uso hidrográfico ó la navegación definido en el Diccionario Hidrográfico (Publicación Especial de la OHI No. 32).

Se ha tenido en cuenta que muchas formas del relieve que ya tienen denominación, tales como "cap", "deep" y "swell", tienen un uso histórico ampliamente reconocido. No se ha tratado de definir esos términos, puesto que la descripción de estas formas particulares del relieve ya está incorporada en las presentes definiciones.

La lista de definiciones contiene, marcados con un asterisco (*), una serie de términos sinónimos y descriptivos de uso corriente en la literatura. Los términos 'en negritas' se definen y sugieren para su uso en los mapas geográficos. Téngase presente que muchos de estos términos aparecerán en los mapas o en las cartas precedidos de los nombres geográficos apropiados.

Las "referencias" citadas en la lista siguiente, se han tornado de la lista GEBCO y no aparecen en la lista autorizada de las Naciones Unidas.

TERMS AND DEFINITIONS

* ABYSSAL GAP (See GAP)

ABYSSAL HILLS

A tract of small elevations on the deep seafloor.

Ref.: MENARD, H.W. 1964, Marine Geology of the Pacific, McGraw-Hill, New York, 271 pp.

ABYSSAL PLAIN * PLAIN

An extensive, flat, gently sloping or nearly level region at abyssal depths.

e.g.: Biscay Abyssal Plain.

Ref.: HEEZEN, B.C. and LAUGHTON, A.S., 1963, "Abyssal Plains", in M.N. Hill (ed.), The Sea, Vol. 3, pp 312-364, John Wiley, New York.

APRON

A gently dipping featureless surface, underlain primarily by sediment, at the base of any steeper slope.

TÉRMINOS Y DEFINICIONES

COLINAS ABISALES

- * LOMAS ABISALES
- * COLINAS SUBMARINAS
- * CERROS ABISALES
- * PROMONTORIOS ABISALES

Conjunto de pequeñas elevaciones de los fondos abisales.

Ref.: Campañas Oceanográficas de Geología Marina en el Estrecho de Gibraltar. 1983. Trab. Inst. Esp. Oceanogr. N° 43, 136 p.

CANALS, M. 1985. Referencia citada.

LUGO HUBP, P., 1989. Diccionario Geomorfológico. Instituto de Geografía, UNAM, México, 337 p.

LÓPEZ RAMOS, E., 1981, Geología de México, t.II, 2ª Ed., 446 p. (publicado por el autor)

LLANURA ABISAL

- * PLANICIE ABISAL
- * PLANICIE

Zona abisal llana, extensa, subhorizontal o de escasa pendiente.

Ejem: Llanura abisal del Mar Mediterráneo.

Ref.: REY, J. MEDIALDEA, T. 1989. Los sedimentos cuaternarios superficiales del margen continental Español. Publ. Espec. Inst. Esp. Oceanogr. N° 3; 29 p.

FERRARIS, F. y ALDUNATE, R., 1979. Análisis morfoestructural de la zona del Paso Drake. Revista Geol. de Chile. N° 7, pp 3-11.

VALLE, G.V. y OVIEDO, D.A., 1976. Notas sobre procedimientos para identificar el origen de los cuerpos arenosos. Instituto mexicano del Petróleo. Edición especial. México.

FALDA

- * LADERA

Superficie unida, de débil pendiente, de génesis esencialmente sedimentaria, en la base de una pendiente más pronunciada.

Ref.: Campañas Oceanográficas de Geología Marina en el Estrecho de Gibraltar. Trab. Inst. esp. Oceanogr. 1983. N° 43, 136 p.

TERMS AND DEFINITIONS

- * **ABYSSAL GAP**
(See GAP)

ABYSSAL HILLS

A tract of small elevations on the deep seafloor.

Ref.: MENARD, H.W. 1964, Marine Geology of the Pacific, McGraw-Hill, New York, 271 pp.

ABYSSAL PLAIN

- * **PLAIN**

An extensive, flat, gently sloping or nearly level region at abyssal depths.

e.g.: Biscay Abyssal Plain.

Ref.: HEEZEN, B.C. and LAUGHTON, A.S., 1963, "Abyssal Plains", in M.N. Hill (ed.), The Sea, Vol. 3, pp 312-364, John Wiley, New York.

APRON

A gently dipping featureless surface, underlain primarily by sediment, at the base of any steeper slope.

TÉRMINOS Y DEFINICIONES

COLINAS ABISALES

- * **LOMAS ABISALES**
- * **COLINAS SUBMARINAS**
- * **CERROS ABISALES**
- * **PROMONTORIOS ABISALES**

Conjunto de pequeñas elevaciones de los fondos abisales.

Ref.: Campañas Oceanográficas de Geología Marina en el Estrecho de Gibraltar. 1983. Trab. Inst. Esp. Oceanogr. N° 43, 136 p.

CANALS, M. 1985. Referencia citada.

LUGO HUBP, P., 1989. Diccionario Geomorfológico. Instituto de Geografía, UNAM, México, 337 p.

LÓPEZ RAMOS, E., 1981, Geología de México, t.II, 2ª Ed., 446 p. (publicado por el autor)

LLANURA ABISAL

- * **PLANICIE ABISAL**
- * **PLANICIE**

Zona abisal llana, extensa, subhorizontal o de escasa pendiente.

Ejem: Llanura abisal del Mar Mediterráneo.

Ref.: REY, J. MEDIALDEA, T. 1989. Los sedimentos cuaternarios superficiales del margen continental Español. Publ. Espec. Inst. Esp. Oceanogr. N° 3; 29 p.

FERRARIS, F. y ALDUNATE, R., 1979. Análisis morfoestructural de la zona del Paso Drake. Revista Geol. de Chile. N° 7, pp 3-11.

VALLE, G.V. y OVIEDO, D.A., 1976. Notas sobre procedimientos para identificar el origen de los cuerpos arenosos. Instituto mexicano del Petróleo. Edición especial. México.

FALDA

- * **LADERA**

Superficie unida, de débil pendiente, de génesis esencialmente sedimentaria, en la base de una pendiente más pronunciada.

Ref.: Campañas Oceanográficas de Geología Marina en el Estrecho de Gibraltar. Trab. Inst. esp. Oceanogr. 1983. N° 43, 136 p.

ARCHIPELAGIC APRON

A gentle slope with a generally smooth surface of the sea floor, particularly found around groups of islands or seamounts.

e.g.: Marquesas Archipelagic Apron.

Ref.: MENARD, H.W. 1956. Archipelagic Aprons, Bull. Amer. Assoc. petroleum Geol., V.40, pp 2195-2210.

BANK

An elevation over which the depth of water is relatively shallow, but normally sufficient for safe surface navigation.

e.g.: Georges Bank.

Ref.: "... that but this blow Might be the be-all and end-all here, But here, upon this bank and shoal of time. We'd jump the life to come."

SHAKESPEARE, W., 1608, Macbeth, I, vii.

BASIN

A depression more or less equidimensional in plan and of variable extent.

e.g.: Brazil Basin.

Ref.: MAURY, M.F. 1854. Bathymetrical Map of the North Atlantic Basin, with contour lines drawn in at 1000, 2000, 3000 and 4000 fathoms.

FALDA ARCHIPELAGICA

* LADERA ARCHIPELAGICA

Pendiente suave del fondo marino con una superficie generalmente lisa que se encuentra en la parte baja o inferior de grupos de islas o montes submarinos.

Ejem.:

Ref.:

BANCO

Elevación del fondo de gran extensión sobre la cual la profundidad es relativamente somera pero normalmente suficiente para una navegación segura en superficie.

Ejem.: Banco de Majuan, Banco de Xauen.

Ref.: Características y morfología geofísica de la parte centro-oriental del Estrecho de Gibraltar. 1988. Monog. Inst. Esp. Oceanogr. N°2, 47 p.

SAMALEA, J.A., 1949. Exploración del Banco del Xauen. Bol. Inst. Esp. de Oceanogr. Madrid. N° 16, pp 1-7.

CUENCA

* CUENCA OCEÁNICA

* CUENCA MARINA

* DEPRESIÓN

Depresión de extensión variable aproximadamente equidimensional en planta.

Ejem.: Cuenca de Chile; Cuenca Balear

Ref.: FUENZALIDA VILLEGAS, H. 1965. El mar y sus recursos. En: Geografía Económica de Chile. Texto Refundido. CORFO, Santiago, pp 268-271.

MPODOZIS, C., 1980. Islas Ildefonso. Tierra del Fuego: depósitos de ante arco del sistema Magallánico. Rev. Geol. de Chile, N° 11, pp 91-99.

ROA MORALES, P. y OTTMANN, F., 1961. Primer Estudio Topográfico y Geológico del Golfo de Cariaco. Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente Venezuela. v.1, N° 1, pp 5-20.

PALANQUES, A. y MALDONADO, A. 1984. Sedimentología de las turbiditas de los sistemas deposicionales de la fosa de Valencia. I Congreso Español de Geología. T.I., pp 353-360.

BENCH

(see TERRACE)

BORDERLAND

*** CONTINENTAL BORDERLAND**

A region adjacent to a continent, normally occupied by or bordering a shelf, that is highly irregular with depths well in excess of those typical of a shelf.

e.g.: California Borderland.

Ref.: SHEPARD, F.P., and EMERY, K.O. 1941. Submarine Topography off the California Coast. Canyons and Tectonic Interpretations, Geol. Soc. America Spec. Paper 31, 171 pp.

CANYON

*** SUBMARINE CANYON**

A relatively narrow, deep depression with steep sides, the bottom of which generally has a continuous slope, developed characteristically on some continental slopes.

e.g.: Hudson Canyon.

Ref.: SHEPARD, F.P. and DILL, R.F., 1966. Submarine Canyons and other Sea Valleys, Rand McNally and Co., Chicago, 381 pp.

CHANNEL

(See SEACHANNEL)

CONE

(See FAN)

CONTINENTAL BORDERLAND

(See BORDERLAND)

CONTINENTAL MARGIN

The zone, generally consisting of shelf, slope and rise, separating the continent from the abyssal plain or deep sea bottom.

BORDE CONTINENTAL

Región sumamente irregular, bastante más profunda que una plataforma continental, que suele ocupar o bordear una plataforma adyacente a un continente.

Ejem.:

Ref.: SANDOVAL, H., COMINGUEZ, A.H. y DEL CASTILLO, L., 1976-1977. Modelo geodinámico de la estructura del Golfo de México. Anales del Instituto de Geofísica. V.22-23, pp 153-165.

CAÑÓN SUBMARINO

*** CAÑÓN**

Depresión profunda, relativamente angosta y de paredes abruptas, en la que la pendiente de su fondo suele ser continua. Es característica de algunos taludes continentales.

Ejem.: Cañón de Blanes.

Ref.: CANALS, M. 1985. Estructura sedimentaria y evolución morfológica del talud y el glacis continentales del Golfo de León : fenómenos de desestabilización de la cobertura sedimentaria pliocuaternaria. Tesis Doctoral. Universidad de Barcelona. Facultad de Geología 618 p.

GONZÁLEZ, S.A., 1978. Anomalías gravimétricas y magnéticas de la Bahía de Todos los Santos. Resúmenes del VI Cong. Nacional de Oceanografía. Ensenada; B.C.N., México.

MORDOJOVIC, C. 1976. La plataforma continental de Chile entre Constitución y Guafo. Primer Cong. Geol. Chileno Santiago. V.3, pp 13-22.

MARGEN CONTINENTAL

Zona de separación entre el continente y la planicie abisal o fondo oceánico profundo que generalmente se compone de plataforma, talud y falda continental.

Ejem.: Margen continental de la Península Ibérica.

Ref.: BAKER, P., 1971. Arcos de islas volcánicas,

revista de Geofísica. V.30, pp 161-178.

CALDERÓN, R.G., COUCH, R.W. y NESS, G., 1978. Estudio geofísico del margen continental oeste de México. Actividades de la Secretaría de la marina en investigación oceanográfica. México, pp 3-11.

REY, J. y MEDIALDEA, T., 1989. Referencia citada.

DÍAZ DEL RÍO, V. 1989. Morfología, formaciones superficiales y evolución reciente del margen continental en la región del cabo de Palos. (entre cabo Tiñoso y el cabo Cervera), SE, de la península Ibérica. Tesis Doctoral. Universidad Complutense. Facultad de Geología. Madrid, 358 p.

CONTINENTAL RISE

A gentle slope rising from the oceanic depths towards the foot of a continental slope.

Ref.: HEEZEN, B.C., THARP, M. and EWING, M. 1959. The Floors of the Oceans, 1, the North Atlantic, Geol. Soc. Am Spec., Paper 65, 113 pp.

FALDA CONTINENTAL

- * **ASCENSO CONTINENTAL**
- * **PENDIENTE CONTINENTAL**
- * **GLACIS CONTINENTAL**

Suave pendiente que asciende desde las profundidades oceánicas hasta la base de un talud continental.

Ejem: Ascenso continental Gatalán.

Ref.: IGME. 1968-1969. Mapa geológico de la plataforma continental española y zonas adyacentes. Tortosa-Tarragona. 41-42. Centro de Publicaciones del Ministerio de Industria y Energía. Madrid.

CANALS, M., 1985. Referencia citada.

REY, J. y MEDIALDEA, T. 1989. Referencia citada.

AGUAYO, C.J.E. "Origen y distribución de sedimentos en el Golfo de California." Rev. Inst. Mex. del Petróleo. Vol. XIII, No. 3 (1981).

- * **CONTINENTAL SHELF**
(See SHELF)

- * **CONTINENTAL SLOPE**
(See SLOPE)

- * **DEEP SEA CONE**
- * **DEEP SEA FAN**
(See FAN)

- * **DEEP SEA TERRACE**
(See TERRACE)

ESCARPMENT SCARP

An elongated and comparatively steep slope separating or gently sloping areas.

e.g.: Mendocino Escarpment.

ESCARPE

- * **ESCARPA**
- * **ESCARPA DE FALLA**

Pendiente submarina muy abrupta y alargada que divide zonas llanas o suavemente pendientes.

Ref.: MENARD, H.W. and DIETZ, R.S., 1952.
Mendocino Submarine Escarpment, Journ. Geol., V.60,
pp 266-278.

Ejem: Escarpe de Falla, Escarpe Emile Baudot.

Ref.: MORDOJOIC, C., 1976. Referencia citada.

SANDOVAL, H. 1976-1977. Referencia citada.

REY, J. y SANZ, J.L., 1982. Estudio Geológico Submarino del Litoral Cantábrico con Sonar de barrido Lateral. Bol. Inst. Esp. Oceanogr., t.7, parte 1, N° 338, pp 87-96.

IGME 1979. Mapa geológico de la plataforma continental española y zonas adyacentes. Almería-Garrucha, Chella-Los Genoveses. Servicio de Publicaciones del Ministerio de Industria y Energía. Madrid

MALDONADO, A. y CANALS M., 1982. El margen continental sur-balear: un modelo deposicional reciente sobre un margen de tipo pasivo. Acta Geológica Hispánica. T. 17, 4, pp 241-254.

FAN CONE

- * **DEEP SEA FAN**
- * **DEEP SEA CONE**
- * **SUBMARINE FAN**
- * **SUBMARINE CONE**

A relatively smooth, fan-like, depositional feature normally sloping away from the outer termination of a canyon or canyon system.

e.g.: Delgada Fan, Ganges Cone.

Ref.: ERICSON, D.B., EWING, M., and HEEZEN, B.C., 1951. "Deep Sea Sands and Submarine Canyons", Bull. Geol. Soc. Amer., Vol. 62, pp 961-966.

ABANICO SUBMARINO

- * **CONO SUBMARINO**
- * **CONO**

Cuerpo sedimentario en abanico, de contornos relativamente suaves, extendido en declive a partir de la desembocadura de un cañón submarino o sistema de cañones submarinos.

Ejem.: Abanico submarino de Valencia.

Ref.: PALANQUES, A., 1984. La fosa de Valencia un sistema depocional profundo alimentado por aportes longitudinales y transversales. Tesis de licenciatura. Universidad de Barcelona. Facultad de Geología. 105 p.

MPODOZIS, C., 1980. Referencia citada.

VALLE, G.V. y OVIEDO, D.A., 1976. Referencia citada.

MALDONADO, A., 1984. Influencia de los procesos geológicos de larga duración a catastróficos sobre la morfoestratigrafía del margen continental: ensayo genético. I. Congreso Español de Geología. T. V, pp 35-52.

FRACTURE ZONE

An extensive linear zone of irregular topography of the sea floor, characterized by steep-sided or asymmetrical ridges, troughs or escarpments.

e.g.: Murray Fracture Zone.

Ref.: MENARD, H.W., 1964, op.cit.

ZONA DE FRACTURA

Vasta zona lineal de los fondos marinos cuya topografía irregular refleja sucesivas crestas abruptas o asimétricas, depresiones o escarpes.

Ejem.: Zona de fractura, Shackleton.

Ref.: PAYO SUBIZA, G., 1970. Formación y movimientos de la corteza oceánica. Una nueva era en

las Ciencias de la Tierra, Revista de Geofísica, V.29, pp 101-105.

FERRARIS, F. y ALDUNATE, R., 1979. Referencia citada.

GAP

*** ABYSSAL GAP**

A narrow break in a ridge or a rise.

e.g.: Theta Gap.

Ref.: HEEZEN, B.C., THARP, M., and EWING, M. 1959, op.cit.

GUYOT

*** TABLEMOUNT**

A seamount having a comparatively smooth flat top.

e.g.: Welker Guyot.

Ref.: HESS, H.H. (1946), Drowned ancient islands of the Pacific Basin, Am-Jour. Sci., Vol. 244, pp 772-791.

HAMILTON, E.L. (1956), Sunken Islands of the Mid-Pacific Mountains, G.S.A., Memoir No. 64.

HILL

A small isolated elevation (see also Abyssal Hills).

HOLE

A small depression of the sea floor.

PASO

*** PASO ABISAL**

Pasaje estrecho a través de una cresta, dorsal oceánica ó elevación.

Ref.: PALOMO, C., ACOSTA, J., DE ANDRES, J.R., DÍAZ DEL RIÓ, V., HERRANZ, P., REY, J. y SANZ, J.L., 1983. resultados preliminares de la campaña de Geología Marina Hércules-80 en el estrecho de Gibraltar. Trab. Inst. Esp. Oceanogr. N° 43, pp 1-11.

GUYOT

Monte submarino cuya cima es relativamente plana y de suave relieve.

Ref.: DAÑOBEITIA, J.J., 1988. Reconocimiento geofísico de estructuras submarinas situadas al norte y sur del Archipiélago Canario. Rev. Soc. Geol. España. V.1 (1- 2), pp 143-155.

RÜEGG, W., 1962. Referencia citada.

COLINA

*** COLINA SUBMARINA**

*** LOMA SUBMARINA**

*** CERRO SUBMARINA**

Pequeña elevación aislada (ver también Colinas Abisales).

Ref.: MELNIK, V.I. y ZERMETSKI, B.F., 1969. Nuevos datos sobre la geología del Golfo de México y el Mar Caribe. Acad. Ciencias Cuba. Serie Oceanológica, N° 5, pp 3-12.

MALDONADO, A. y CANALS, M. 1982. Referencia citada.

CANALS, M., 1985. Referencia citada.

HOYO

*** HOYA**

Pequeña depresión en el fondo marino.

Ref.: GUEVARA, V., P.I. Foraminíferos del Hoyo de Bonaire, Mar Caribe. Estación de Investigaciones marinas de Margarita, Fundación La Salle de Ciencias Naturales. Venezuela. Contribución N° 85, pp 87-94.

* **INSULAR SHELF**

* **ISLAND SHELF**

(See SHELF)

* **ISLAND SLOPE**

(See SLOPE)

KNOLL

A relatively small isolated elevation of a rounded shape.

e.g.: Cantabria Knoll.

Ref.: MENARD, H.W., 1964, op.cit.

LEVEE

A depositional embankment bordering a canyon, valley or deep-sea channel.

Ref.: BUFFINGTON, E.C., 1952. Submarine "Natural Levees". Journ. Geol. V. 60, pp 473-479.

MEDIAN VALLEY

* **RIFT**

* **RIFT VALLEY**

The axial depression of the mid-oceanic ridge system.

Ref.: WISEMAN, J.D.H. and SEWELL R.B.S., 1937. The Floor of the Arabian Sea. The Geological Magazine, V.74, pp 219-230.

MOAT

* **SEA MOAT**

An annular depression that may not be continuous, located at the base of many seamounts, islands and other isolated elevations.

Ref.: VENING MEIMESZ, F.A., 1948. Gravity Expeditions at Sea, V.4, Netherlands Geod. Comm., Delft.

MOUNTAINS

A large and complex grouping of ridges and seamounts.

LOMA SUBMARINA

* **MONTECILLO**

* **CERRO SUBMARINO**

* **DOMO**

Elevación aislada, relativamente pequeña y de forma redondeada.

Ref.: MALDONADO, A y CANALS M., 1982. Referencia citada.

BORDO

* **ALBARDON**

* **CABALLON**

* **LOMO**

Terraplén deposicional bordeando un cañón o valle submarino o cualquier acanalamiento abisal.

Ref.: CANALS, 1985. Referencia citada.

VALLE AXIAL

* **VALLE DORSAL AXIAL**

* **GRIETA**

Depresión axial del sistema de dorsales medio-oceánicas.

Ref.: PAYO SUBIA, G., 1970. referencia citada.

FOSO

* **FOSO SUBMARINO**

Depresión anular, continua o no, rodeando frecuentemente la base de muchos montes submarinos, islas u otros promontorios aislados.

MONTAÑAS

* **MONTAÑAS SUBMARINAS**

Vasto y complejo agrupamiento de crestas y montes submarinos.

Ejem.: Montañas submarinas Canarias.

PEAK

A prominent elevation either pointed or of a very limited extent across the summit.

e.g. Confederation Peak.

PINNACLE

Any high tower or spire-shaped pillar of rock, or coral, alone or cresting a summit.

PLAIN

(see ABYSSAL PLAIN)

PLATEAU

A flat or nearly flat area of considerable extent, dropping off abruptly on one or more sides.

e.g.: Blake Plateau.

Ref.: AGASSIZ, A, 1988. Three Cruises of the Blake. Bull. Museum Comp. Zool., Harvard Univ., V.14 and 15. (Note however that Agassiz called what is now the "Blake Plateau" the "Pourtales Plateau").

Ref.: MARTEL SANGIL, M., 1951. Génesis del Archipiélago Canario, Estudios Geológicos, V.7, pp 69-79.

DAÑOBEITIA, J.J., 1988. Referencia citada.

PICO

* AGUJA

* PITON

Elevación notable terminada en punta o de cima muy estrecha.

Ref.: RÜEGG, W., 1962. Rasgos morfológicos-geológicos intramarinos y sus contrapartes en el suelo continental Peruano, Bol. Soc. Geol. del Perú, v.38, pp 7-142.

SERRA RAVENTOS, J., MALDONADO, A., y RIBA, O., 1982. Caracterización del margen continental de Calaluña y Baleares.

Acta Geológica Hispánica. Homenaje a Luis Soléi Sabaris. T.14, pp 491-504.

PINACULO

* AGUJA

Cualquier bloque de roca o de coral en forma de pilar o de punta, aislado o coronando una cima.

Ref.: MALDONADO, A y CANALS, M. 1982. Referencia citada.

PALOMO, C., ACOSTA, J., HERRANZ, P., SANZ, J.L. y SAN GIL, C., 1983. Características geomorfológicas en la parte occidental del Estrecho de Gibraltar. En Campañas Oceanográficas de Geología Marina en el Estrecho de Gibraltar. Trab. Inst. Esp. Oceanogr., N° 43, pp 51-73.

MESETA SUBMARINA

* MESETA

Zona llana o casi llana de extensión considerable con una brusca ruptura de pendiente por uno o más lados.

Ref.: REY, J. y MEDIALDEA, T., 1989. Referencia citada.

SANZ, J.L. y PALOMO, C., 1983. Características morfológicas del umbral del Estrecho de Gibraltar. En campañas Oceanográficas de Geología Marina en el Estrecho de Gibraltar. Trab. Inst. Esp. Oceanogr., N° 43, pp 13-16.

PROVINCE

A region identifiable by a group of similar physiographic features whose characteristics are markedly in contrast with surrounding areas.

Ref.: HEEZEN, B. C., THARP, M., and EWING, M., 1959. - op.cit.

REEF

Rock lying at or near the sea surface that may constitute a hazard to surface navigation.

Ref.: DARWIN, C., 1842. The Structure and Distribution of Coral Reefs, Smith, Elder and Co., London, 214 pp.

RIDGE

(Several meanings)

- (a) A long, narrow elevation with steep sides.

e.g.: The Wyville Thomson Ridge (Roberts 1975).

Ref.: The term appears on the bathymetrical maps by Sir John Myrray which accompany the Challenger Report, Summary of results, Part I, published in 1985.

- (b) A long, narrow elevation often separating ocean basins.

e.g.: Walvis Ridge.

Ref.: SCHOTT, G., 1942. Geographie des Atlantischen Ozeans, Hamburg, C. Boysen, 438 pp.

- (c) The major oceanic mountain systems of global extent. (Also called Mid-oceanic Ridge).

e.g.: Mid-Atlantic Ridge.

* RIFT

* RIFT VALLEY

(See MEDIAN VALLEY)

RISE

(Several meanings)

PROVINCIA FISIOGRAFICA

* PROVINCIA

* REGIÓN SUBMARINA

Región identificable por un conjunto de rasgos fisiográficos semejantes, cuyas características contrastan marcadamente con los de las zonas circundantes.

ARRECIFE

Rocas que emergen de la superficie del mar o se encuentran a muy poca profundidad y que pueden constituir un peligro para la navegación de superficie.

Ref.: CASAL, P.S., 1946. El literal argentino y las islas. En: Geografía de la República Argentina, GAFA, t.III, Buenos Aires, pp. 199-356.

CORDILLERA SUBMARINA

DORSAL (VARIOS SIGNIFICADOS)

* CRESTA

- (a) Elevación larga y angosta con flancos escarpados.

Ref.: MELNIK, V.I. y ZERNETSKI, B.F., 1969. Referencia citada.

PAYO SUBIZA, G., 1970. Referencia citada.

IGME. 1979. Referencia citada.

- (b) Elevación larga y angosta que frecuentemente separa cuencas oceánicas.

Ejem: Dorsal de Menorca; Dorsal Canaria.

Ref.: BRAVO CRUZ, M.C. y UDIAS, A., 1973. Referencia citada.

DAÑOBEITIA, J.J., 1988. Referencia citada.

MALDONADO, A. y CANALS, M., 1982, Referencia citada.

- (c) El gran sistema montañoso oceánico de extensión mundial. (También llamado Cordillera centro-oceánica).

Ejem: Cordillera submarina Meso-Atlántica.

Ref.: LOPEZ-RAMOS, E., 1981. Referencia citada.

ELEVACIÓN OCEÁNICA (VARIOS SIGNIFICADOS)

(a) A broad elevation that rises gently and generally smoothly from the sea floor.

e.g.: Argentine Rise.

Ref.: MARRY (ibid) mapped the "Dolphin Rise", which later was found by "Challenger" to be the Mid-Atlantic Ridge.

(b) A synonym for RIDGE definition (c).

e.g.: East Pacific Rise.

Ref.: MENARD, H.W., 1960, East Pacific Rise, Science, Vol. 132, pp 1737-1746.

SADDLE

A broad pass, resembling in shape a riding saddle, in a ridge or between contiguous seamounts.

e.g.: Hawke Saddle (Labrador Shelf).

SCARP

(See ESCARPMENT)

SEACHANNEL

* **CHANNEL**

A continuously sloping, elongated depression commonly found in cones or abyssal plains and customarily bordered by levees on one or both sides.

SEA MOAT

(See MOAT)

* **EMINENCIA OCEÁNICA**

* **FALDEO OCEÁNICO**

(a) Amplia elevación del fondo oceánico que se alza de forma regular y gradual en la mayoría de los casos.

Ejem.: Elevación del Pacífico Este ó de CORDILLERA CENTRO-OCEANICA.

(b) Un sinónimo de CORDILLERA SUBMARINA, definición (c).

SILLA

* **PORTILLO**

* **COLLADO**

Paso ancho entre montes submarinos adláteres o a través de una dorsal, cuya morfología recuerda la de una silla de montar.

CANAL SUBMARINO

* **CANAL**

Depresión alargada de pendiente continua, frecuente en abanicos y planicies abisales, generalmente flanqueadas por bordos en ambos o uno de sus lados.

Ejem: Canal submarino de Valencia.

Ref.: MALDONADO, A, RUIZ-ORTIZ, P., 1982. Modelos de sedimentación turbidítica antiguos y modernos: la formación Cerrajón (Cretácico Inferior); Cordilleras Béticas y los abanicos submarinos del Mediterráneo Noroccidental. Cuadernos de Geología Ibérica. V.8, pp 499-525.

IGME. 1989. Mapa Geológico de la Plataforma Continental Española y zonas adyacentes. Barcelona. Escala 1:200,000. Servicio de Publicaciones del Ministerio de Industria y Energía. Madrid.

CARABALLO, M., L.F., 1973. Estudio Fisiográfico-sedimentológico y geología histórica de la Ensenada Grande del Obispo (Estado Sucre, Venezuela), Bol. Inst. Oceanogr. Uni. Oriente, Venezuela, V.12, N° 2, pp 29-77.

SEAMOUNT

A large isolated elevation characteristically of conical form.

Ref.: MURRAY, H.W., 1941. Submarine Mountains in the Gulf of Alaska, Bull. Geol. Soc. Amer., V.52, pp 333-362. Sir John Murray (ibid, 1989) makes reference to "numerous volcanic cones" on the sea floor.

SEAMOUNT CHAIN SEAMOUNTS

Several seamounts in a line.

e.g.: Kelvin Seamounts, Emperor Seamounts.

Eef.: NORTHROP, J. and FROSCHE, R.A., 1954. Seamounts in the North American Basin, Deep Sea Research, Vol. 1, pp 252-257

DIETZ, R.S., 1954. Marine Geology of the Northwestern Pacific. Description of the Japanese Bathymetric Chart 6901. Bull. Geod. Soc. Amer., Vol. 65, pp 1199-1224.

SEA VALLEY (See VALLEY)

SHELF

- * CONTINENTAL SHELF
- * ISLAND SHELF
- * INSULAR SHELF

A zone adjacent to a continent (or around an island) and extending from the low water line to a depth at which there is usually a marked increase of slope towards oceanic depths.

e.g.: Scotian Shelf.

Ref.: MURRAY, Sir John and HJORT, J., 1912. The Depths of the Ocean, Macmillan, London, 821 pp. Murray uses the term earlier than this, however. See MURRAY, Sir John, 1899. present Condition of the Floor of the Ocean; Evolution of the Continental and Oceanic Areas, Rept. of Brit. Assoc. Advancement of Sci., 1899, pp 789-802.

MONTE SUBMARINO

* MONTAÑA SUBMARINA

Elevación grande y aislada de forma cónica característica.

Ejem.: Monte submarino de los Genoveses.

Ref.: CERDA D'AMICO, R., 1977. Pesca exploratoria con espinelles en los montes submarinos situados entre Valparaíso y Archipiélago de Juan Fernández, Ciencia y Tecnología del Mar. CONA. V.3, pp 3-8.

EGME. 1979. Referencia citada.

CADENA DE MONTES SUBMARINOS

* CADENA DE MONTAÑAS

Varios montes submarinos alineados.

Ejem.: Cadena de montes submarinos de Juan Fernández.

Ref.: VERSARA, H. y VALENZUELA, E., 1982. Morfología submarina del Guyot O'Higgins, extremo oriental del Cordón Asismico Juan Fernández. III Congr. Geol. Chileno. Concepción Chile, pp. C132-145.

PLATAFORMA CONTINENTAL

- * PLATAFORMA
- * PLATAFORMA INSULAR

Zona adyacente a un continente (o rodeando una isla) que se extiende desde la línea de bajamar hasta una profundidad en la que generalmente hay un incremento marcado de las pendientes hacia las profundidades oceánicas.

Ejem.: Plataforma Continental Mediterránea.

Ref.: REY, J. y DÍAZ DEL RÍO, V., 1983. Aspectos geológicos, sobre la estructura poco profunda de la plataforma continental del Levante español. En Estudio Oceanográfico de la Plataforma Continental. Seminario científico. Cádiz. De. Josefina Castellvi y Piulachs, pp 53-74.

MORDOJOIC, C., 1976. Referencia citada.

VALLE, G.V. y OVIEDO, D.A., 1976. Referencia citada.

GROEBER, P., 1948. Las Plataformas submarinas: su

edad. Ciencia e Investigación. Buenos Aires. N° 6, pp 224-231.

SHELF-EDGE SHELF BREAK

A narrow zone at the outer margin of a shelf along which is a marked increase of slope.

Ref.: MURRAY, Sir John and HJORT, J., 1912, op-cit.

BORDE DE PLATAFORMA

- * **REBORDE CONTINENTAL**
- * **BORDE DE CONTINENTE**
- * **RUPTURA DE PENDIENTE DE LA PLATAFORMA**

Estrecha zona en el margen exterior de una plataforma, a lo largo de la cual hay un marcado aumento de la pendiente.

Ref.: FUENZALIDA VILLEGAS, H., 1965. Referencia citada.

REY, J. y DÍAZ DEL RÍO, V., 1983. Referencia citada.

MPODOIS, C. y DAIDSON, J., 1980. Estructuras de origen gravitacional en los Andes del Norte Chico de Chile. Revista Geológica de Chile. N° 10, pp 17-31.

REY, J., ALONSO, M., BIANCHI, T., CAL, R.M., SANTIAGO, G., DÍAZ DEL RÍO, V., FERNÁNDEZ, M.A., GARCÍA, C., GONZÁLEZ, M.G., LOPEZ-JAMAR, E., MIRANDA, A., RICE, D., 1989. Características y resultados preliminares de la campaña Breogan 485 en la plataforma continental de Galicia. Geología. Inf. Tec. Inst. Esp. Oceanogr. N° 71, 39 p.

SHOAL

An offshore hazard to surface navigation composed of unconsolidated material.

e.g.: Georges Shoal.

Ref.: SHAKESPEARE, W, 1608, op.cit.

BAJO

- * **ALTO FONDO**

Accidente del fondo constituido por materiales no consolidados que representa un peligro para la navegación de superficie.

Ref.: CARABELLO, M., L.F., 1973. Referencia citada.

IGME. 1979. Mapa Geológico de la Plataforma Continental. Referencia citada.

REY, J. y MEDIALDEA, T., 1989. Referencia citada.

SILL

A submarine ridge of relatively shallow depth separating basins.

Ref.: SVERDRUP, H.U., JOHNSON, M.W. and FLEMING, R.H., 1946. The Oceans, Prentice-hall, New York, 1987 pp.

UMBRAL

Una dorsal submarina de profundidad relativamente somera que separa cuencas.

Ejem: Umbral de Gibraltar.

Ref.: HERRERA, L.E. y FEBRES-ORTEGA, G., 1975. Procesos de surgencia y de renovación de aguas en la Fosa de Cariaco. Mar Caribe. Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente. Venezuela. V.14, pp 31-44.

MATEU, G., 1984. Nanoplankton calcáreo pliocuaternario del Mar Balear (Mediterráneo

Occidental): implicaciones crono estratigráficas y paleobiogeográficas. Revista Española de Micropaleontología V. XVII, N° 2, pp 167-200.

Características Morfológicas y Geofísicas de la parte centro-oriental del Estrecho de Gibraltar. 1988. Referencia citada.

BUSTAMANTE BRINGAS, J.M., 1979. Corrientes en el Estrecho de Gibraltar, Bol. Inst. Español de Oceanogr., t. 5, parte 2, No. 272, pp. 1-191.

SLOPE

- * **CONTINENTAL SLOPE**
- * **ISLAND SLOPE**

The slope seaward from the shelf edge to the beginning of a continental rise or the point where there is a general reduction in slope.

Ref.: MURRAY, Sir John and HJORT, J., 1912, op.cit.

SPUR

A subordinate elevation, ridge, or rise, projecting outward from a larger feature.

- * **SUBMARINE CANYON**
(See CANYON)
- * **SUBMARINE CONE**
- * **SUBMARINE FAN**
(See FAN)

SUBMARINE VALLEY
(See VALLEY)

TABLEMOUNT
(See GUYOT)

TERRACE
BENCH

- * **DEEP SEA TERRACE**

A relatively flat horizontal or gently inclined surface, sometimes long and narrow, which is bounded by a steeper

TALUD CONTINENTAL

- * **TALUD**
- * **TALUD INSULAR**

Declive hacia las grandes profundidades que se extiende desde el borde de la plataforma hasta el comienzo de una falda continental o hasta el punto donde hay una disminución general de la pendiente.

Ref.: CARABELLO, M., L.F., 1973. Referencia citada.

REY, J. y MEDIALDEA, T., 1973. Referencia citada.

NAGERA, J.J., 1927 Mar Libre. Humanidades XIV. Buenos Aires, pp 95-102.

ESPOLÓN

- * **LOMO**
- * **PROMONTORIO**

Relieve secundario, cresta o elevación oceánica que se extiende en forma saliente desde un rasgo morfológico mayor.

Ref.: CANALS, M. 1985. Referencia citada.

TERRAZA

- * **TERRAZA SUBMARINA**

Zona relativamente plana, horizontal o ligeramente inclinada, a veces larga y angosta, limitada por una pendiente ascendente de un lado y por otra pendiente descendente más

ascending slope on one side and by a steeper descending slope on the opposite side.

e.g.: Meriadzek Terrace.

Ref.: DAY, A.A., 1959. The Continental Margin between Brittany and Ireland, Deep Sea Research, V.5, pp 249-265.

TRENCH

A long narrow, characteristically very deep and asymmetrical depression of the sea floor, with relatively steep sides.

e.g.: Marianas Trench; Tonga Trench.

Ref.: FISHER, R.L. and REVELLE, R., 1955. "Trenches of the Pacific", Sci. Amer., Vol. 193, pp 36-41.

FISHER, R.L., and HESS, H.H., 1963. "Trenches", in M.N. Hill (ed.), The Sea, Vol. 3, pp 411-436, John Wiley, New York

TROUGH

A long depression of the sea floor characteristically flat bottomed and steep sided and normally shallower than a trench.

e.g.: Rockall Trough.

marcada en el lado opuesto.

Ejem: Terrazas del Ebro.

Ref.: DÍAZ, J.I., ALONSO, B., FARRAN, M., GIRO, S., MALDONADO, A. y VÁZQUEZ, A., 1984. Tipos Geomorfológicos en las plataformas continentales de los márgenes pasivos del Mediterráneo español. I Congreso Español de Geología. Torno I, pp 313-325.

REY, J. y DÍAZ DEL RÍO, 1984. Algunos aspectos morfoestructurales del cuaternario submarino en la plataforma continental del Mediterráneo español. Thalassas. V.2 N° 1, pp 23-29.

IGME. 1968-69. Referencia citada.

IGME. 1989. Referencia citada.

CARBALLO M., L.F., 1973. Referencia citada.

TRINCHERA FOSA

Depresión del fondo marino, larga, angosta, cacterísticamente muy profunda y asimétrica con flancos relativamente escarpados.

Ejem: Fosa de Perú Chile; Fosa de Valencia.

Ref.: PAYOSUBIZA, G., 1970. Referencia citada.

LOPEZ-RAMOS, E., 1981. Referencia citada.

SCHWEIGGER, E., 1947. La Fosa de Lima, Bol. Soc. Geol. del Perú. V-20, pp 35-50.

ZUTA, S. y GUILLEN, O. 1970. Oceanografía de las aguas costeras del Perú. Callao. V.2, N° 5, pp 157-324.

SERRA-RAVENTOS, J. y MALDONADO, A., 1982. Referencia citada.

MALDONADO, A y RUIZ-ORTIZ, P., 1982. Referencia citada.

ARTESA DEPRESIÓN * SURCO * SENO * CUBETA

Depresión alargada del fondo marino caracterizada por su fondo plano y flancos empinados y generalmente menos profunda que una trinchera o fosa.

Ref.: SANZ, J.L. y PALOMO, C., 1983. Referencia citada.

VALLEY
SUBMARINE VALLEY
SEA VALLEY

A relatively shallow, wide depression, the bottom of which usually has a continuous gradient. This term is generally not used for features that have canyon-like characteristics for a significant portion of their extent.

e.g.: Natal Valley.

Ref.: SHEPARD, R.F. and DILL, R.F., 1966.
Submarine Canyons and other Sea Valleys, Rand McNally, Chicago, 381 pp.

VALLE SUBMARINO

*** VALLE**

Depresión ancha y relativamente poco profunda cuyo fondo generalmente presenta un gradiente continuo. Por lo general este término no se utiliza en aquellos rasgos que presenten las características de un cañón a lo largo de tramos significativos de su recorrido.

Ejem.: Valle de Valencia.

Ref.: MORDOJOVIC, C., 1976. Referencia citada.

ALONSO, B. y MALDONADO, A., 1988. Sistemas distributarios profundos en el Mediterráneo Noroccidental ensayo de clasificación genética. II Congreso Geológico de España. Granada. V.I., pp 427-429.

INDICE ALFABETICO ESPAÑOL de los términos españoles que figuran en la lista anterior de los "TÉRMINOS Y DEFINICIONES", con referencias a los términos ingleses correspondientes.

NOTA: Los términos en "negrita" se definen y sugieren para su uso en los mapas. Los términos marcados con asterisco (*), son los términos sinónimos y descriptivos comunmente utilizados en la literatura.

ABANICO SUBMARINO.....	FAN; CONE	*CAÑON.....	CANYON
AGUJA.....	PEAK; PINNACLE	CAÑON SUBMARINO.....	CANYON
*ALBARDON.....	LEVEE	*CERROS ABISALES.....	ABYSSAL HILLS
*ASCENSO CONTINENTAL.....	CONTINENTAL RISE	*CERRO SUBMARINO.....	HILL; KNOLL
*ALTO FONDO.....	SHOAL	COLINA.....	HILL
ARRECIFE.....	REEF	*COLINA SUBMARINA.....	HILL
ARTESA.....	TROUGH	COLINAS ABISALES.....	ABYSSAL HILLS
BAJO.....	SHOAL	*COLINAS SUBMARINAS.....	ABYSSAL HILLS
BANCO.....	BANK	*COLLADO.....	SADDLE
BORDE CONTINENTAL.....	BORDERLAND	*CONO.....	FAN; CONE
BORDE DE PLATAFORMA.....	SHELF-EDGE	*CONO SUBMARINO.....	FAN; CONE
*BORDE DE CONTINENTE.....	SHELF-EDGE	CORDILLERA SUBMARINA.....	RIDGE
BORDO.....	LEVEE	*CRESTA.....	RIDGE
*CABALLON.....	LEVEE	CUBETA.....	TROUGH
CADENA DE MONTES SUBMARINOS.....	SEAMOUNT CHAIN; SEAMOUNT	CUENCA.....	BASIN
*CADENA DE MONTAÑAS.....	SEAMOUNT CHAIN	*CUENCA MARINA.....	BASIN
*CANAL.....	SEACHANNEL	*CUENCA OCEÁNICA.....	BASIN
CANAL SUBMARINO.....	SEACHANNEL	DEPRESIÓN.....	TROUGH
		*DEPRESIÓN.....	TROUGH
		*DOMO.....	KNOLL

DORSAL.....	RIDGE	*PENDIENTE CONTINENTAL.....	CONTINENTAL RISE
ELEVACIÓN OCEÁNICA.....	RISE	PICO.....	PEAK
*EMINENCIA OCEÁNICA.....	RISE	PINACULO.....	PINNACLE
ESCARPE.....	ESCARPMENT;	*PITON.....	PEAK
SCARP		*PLANICIE.....	ABYSSAL PLAIN
*ESCARPA.....	ESCARPMENT;	*PLANICIE ABISAL.....	ABYSSAL PLAIN
SCARP		*PLATAFORMA.....	SHELF
*ESCARPA DE FALLA.....	ESCARPMENT;	PLATAFORMA CONTINENTAL.....	SHELF
SCARP		*PLATAFORMA INSULAR.....	SHELF
ESPOLON.....	SPUR	*PORTILLO.....	SADDLE
FALDA.....	APRON	PRECONTINENTE.....	CONTINENTAL MARGIN
FALDA ARCHIPELAGICA.....	ARCHIPELAGIC	*PROMONTORIO.....	SPUR
APRON		*PROMONTORIOS ABISALES.....	ABYSSAL HILLS
FALDA CONTINENTAL.....	CONTINENTAL	*PROVINCIA.....	PROVINCE
RISE		PROVINCIA FISIOGRAFICA.....	PROVINCE
*FALDEO OCEÁNICO.....	RISE	*REBORDE CONTINENTAL.....	SHELF-EDGE
FOSA.....	TRENCH	*REGION SUBMARINA.....	PROVINCE
FOSO.....	MOAT	*RUPTURA DE PENDIENTE	
*FOSO SUBMARINO.....	MOAT	DE LA PLATAFORMA.....	SHELF-EDGE
*GLACIS CONTINENTAL.....	CONTINENTAL RISE	*SENO.....	TROUGH
*GRIETA.....	MEDIAN VALLEY	SILLA.....	SADDLE
GUYOT.....	TABLEMOUNT; GUYOT	*TALUD.....	SLOPE
HOYO.....	HOLE	TALUD CONTINENTAL.....	SLOPE
*HOYA.....	HOLE	*TALUD INSULAR.....	SLOPE
*LADERA.....	APRON	TERRAZA.....	TERRACE;
*LADERA ARCHIPELAGICA.....	ARCHIPELAGIC APRON	BENCH	
LLANURA ABISAL.....	ABISSAL	*TERRAZA SUBMARINA.....	TERRACE; BENCH
HILLS		TRINCHERA.....	TRENCH
LOMA SUBMARINA.....	KNOLL	UMBRAL.....	SILL
*LOMA SUBMARINA.....	HILL	VALLE AXIAL.....	MEDIAN
*LOMO.....	LEVEE; SPUR	VELLEY	
MARGEN CONTINENTAL.....	CONTINENTAL	*VALLE DORSAL-AXIAL.....	MEDIAN
MARGIN		VALLEY	
*MESETA.....	PLATEAU	*VALLE.....	VALLEY;
MESETA SUBMARINA.....	PLATEAU		SUBMARINE VALLEY;
MONTAÑAS.....	MOUNTAINS		SEA VALLEY
*MONTAÑAS SUBMARINAS.....	MOUNTAINS	VALLE SUBMARINO.....	VALLEY;
*MONTAÑA SUBMARINA.....	SEAMOUNT		SUBMARINE VELLEY;
*MONTECILLO.....	KNOLL		SEA VALLEY
MONTE SUBMARINO.....	SEAMOUNT	ZONA DE FRACTURA.....	FRACTURE ZONE
PASO.....	GAP		
*PASO ABISAL GAP			

SERIES DEL NIVEL DEL MAR

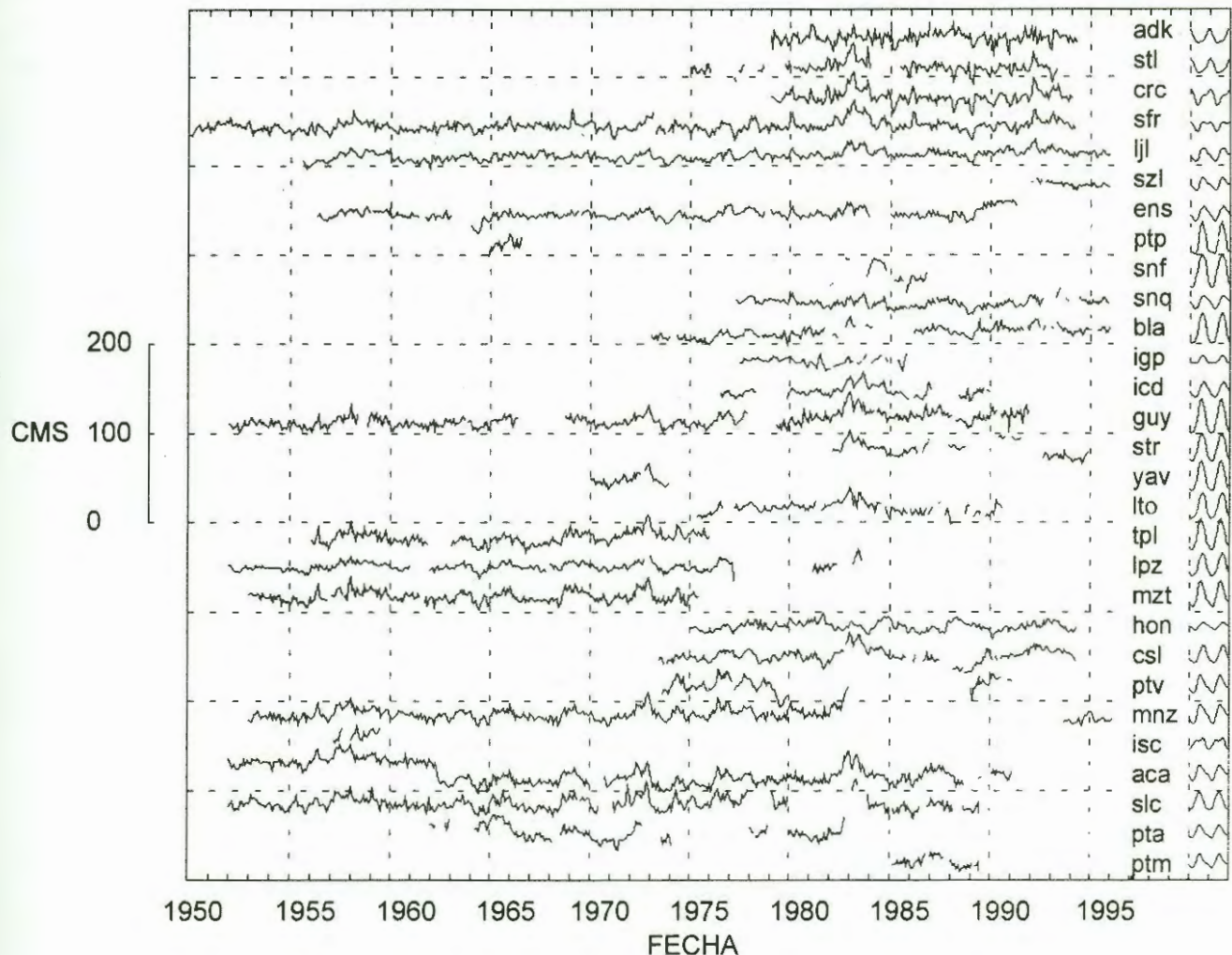
Juán Ignacio González, José Ochoa y Pedro Ripa.

Departamento de Oceanografía Física, CICESE.

Km. 107, Carret. Tijuana-Ensenada, Ensenada, B.C.

Recibido: Febrero 1996, Aceptado: Febrero 1996

Anomalía Mensual de Marea en el Pacífico Nororiental



La figura muestra series de tiempo de las anomalías mensuales del nivel del mar en 29 estaciones del Pacífico nororiental. Dos años del ciclo estacional, compuesto de las componentes armónicas anual y semianual, es también mostrado, en el extremo derecho. Un motivo para publicar esta figura es hacer notar la importancia de un cuidadoso mantenimiento de series largas. Una inspección visual del conjunto de series permite describir directamente ciertos fenómenos de interés.

Uno de ellos es la intensificación del ciclo estacional en las estaciones interiores al Golfo de California, y una

disminución en la amplitud en las estaciones alejadas de la plataforma continental (p. ej. Isla Socorro, Isla Guadalupe y Honolulu). Esta intensificación resulta del forzamiento atmosférico y la naturaleza semicerrada de tal cuenca (Ripa, 1996). Otros aspectos de los ciclos estacionales son la importancia de la componente semianual y un desfase de casi 180° de la componente anual para las estaciones mas al norte de San Francisco, respecto las otras. Otro fenómeno evidente es la influencia de El Niño, manifestado por aumentos del nivel fácilmente distinguibles en los eventos de 1972-1973, 1976 y 1982-1983. Estos aumentos son más pronunciados hacia el ecuador. También se observa un aumento generalizado y sin

modulación espacial de 1956 a 1961. Observando la figura con mucha inclinación se aprecia para las estaciones de Guaymas, Bahía de los Ángeles, Ensenada, La Jolla y San Francisco un paulatino aumento en todo el período exhibido. Por último, la estación de Acapulco muestra un cambio permanente debido a una sucesión de movimientos sísmicos del 11 al 19 de mayo de 1962, que Grivel (1967) estima elevaron en 0.227 m la estación mareográfica. Grivel-Villegas et al. (1992) y Ortiz et al. (1996) reportan casos similares para las estaciones de Ensenada en el evento del 12 de junio de 1989, y de Manzanillo en el evento del 9 de octubre de 1995, respectivamente.

REFERENCIAS

- Grivel, F., 1967. Anomalías en el nivel medio del mar en Acapulco, Gro., México. *Notas Regionales, Geofísica Internacional*, 7, 53-61.
- Grivel-Villegas, J.F., Grivel P.F., y Devese, R., 1992. Evidencia de un Asentamiento de Corteza Terrestre en Ensenada B.C. Reporte Técnico Comunicaciones Técnicas. Series datos, instrumentación y desarrollo, ISSN 0188-0519, Instituto de Geofísica, UNAM.
- Ripa, P., Towards a physical explanation of the seasonal dynamics and thermodynamics of the Gulf of California. Enviado al *Journal of Physical Oceanography*, abril de 1995.
- Ortiz, M., J.I. González, J.I., Reyes J., y Nava, C., 1996. Efectos Costeros del Tsunami del 9 de octubre de 1995 en la Costa de Colima y Jalisco. Informe Técnico. Comunicaciones Académicas, en prensa. CICESE.

Fuente	Etiqueta	Nombre de la estación	latitud (N)	longitud (O)
NOAA	adk	Adak	51°51'	176°37'
NOAA	stl	Seattle	47°36'	122°20'
NOAA	crc	Crescent City	42°44'	124°29'
NOAA	sfr	San Francisco	37°48'	122°27'
NOAA	ljl	La Jolla	32°52'	117°16'
CICESE	szl	El Sauzal	31°52'	116°40'
UNAM	ens	Ensenada	31°51'	116°38'
UNAM	ptp	Pto. Peñasco	31°18'	113°33'
CICESE	snf	San Felipe	31°01'	114°59'
CICESE	snq	San Quintín	30°29'	115°59'
CICESE	bla	Bahía de los Ángeles	28°57'	113°33'
CICESE	igp	Isla Guadalupe	28°53'	118°18'
CICESE	icd	Isla de Cedros	28°11'	115°13'
UNAM	guy	Guaymas	27°55'	110°53'
CICESE	str	Santa Rosalía	27°18'	112°16'
UNAM	yav	Yavalos	26°42'	109°30'
CICESE	lto	Loreto	26°01'	111°20'
UNAM	tpi	Topolobampo	25°36'	133°33'
CICESE	lpz	La Paz	24°09'	110°20'
UNAM	mzt	Mazatlán	23°12'	106°25'
CICESE	csi	Cabo San Lucas	22°53'	109°54'
NOAA	hon	Honolulu	21°18'	122°20'
CICESE	ptv	Puerto Vallarta	20°37'	105°15'
UNAM	mnz	Manzanillo	19°03'	104°20'
UNAM	isc	Isla Socorro	18°44'	111°01'
UNAM	aca	Acapulco	16°50'	99°55'
UNAM	slc	Salina Cruz	16°09'	95°12'
UNAM	pta	Puerto Ángel	15°30'	96°30'
UNAM	ptm	Puerto Madero	14°42'	92°26'
Iniciales		Institución		
UNAM		Universidad Nacional Autónoma de México		
CICESE		Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada		
NOAA		National Ocean and Atmospheric Administration		

NOTA: Todos los datos procesados consisten de series de alturas horarias, con excepción de San Francisco, Crescent City, Seattle, Adak y Honolulu, que son series de promedios mensuales. Los datos de 1995 en adelante son versiones preliminares y aún no entran al banco de datos permanentes de la NOAA.

SISMICIDAD DEL NOROESTE DE MÉXICO

GRUPO RESNOM

CICESE, División Ciencias de la Tierra, Departamento de Sismología.
Apdo. Postal 2732, Ensenada, Baja California, (e-mail resnor@cicese.mx)

Este Boletín de Información Sísmica tiene como objetivo difundir las localizaciones de los sismos registrados por la Red Sísmica del Noroeste de México (RESNOM), en la región norte de Baja California y áreas adyacentes con magnitudes $M \geq 3.5$ en el periodo comprendido entre noviembre de 1995 y enero de 1996.

La localización de los temblores se realiza con el programa HYPO71 (Lee y Lahr, 1995), en combinación con los modelos de corteza propuestos por Reyes (1979) para el Valle de Mexicali y por Nava y Brune (1982) para el Macizo Roco en Baja California Norte. La profundidad de los eventos (PROF) se reporta en kilómetros y cuando la fija el operador se indica con un asterisco. El error cuadrático medio (RMS) lo calcula el programa HYPO71 con los residuales de los tiempos de viaje. En la tabla de coordenadas epicentrales también se indica el número de lecturas empleadas para la localización de los eventos. La magnitud MD se estima con la duración del registro usando las relaciones empíricas propuestas por Gonzalez y García (1986).

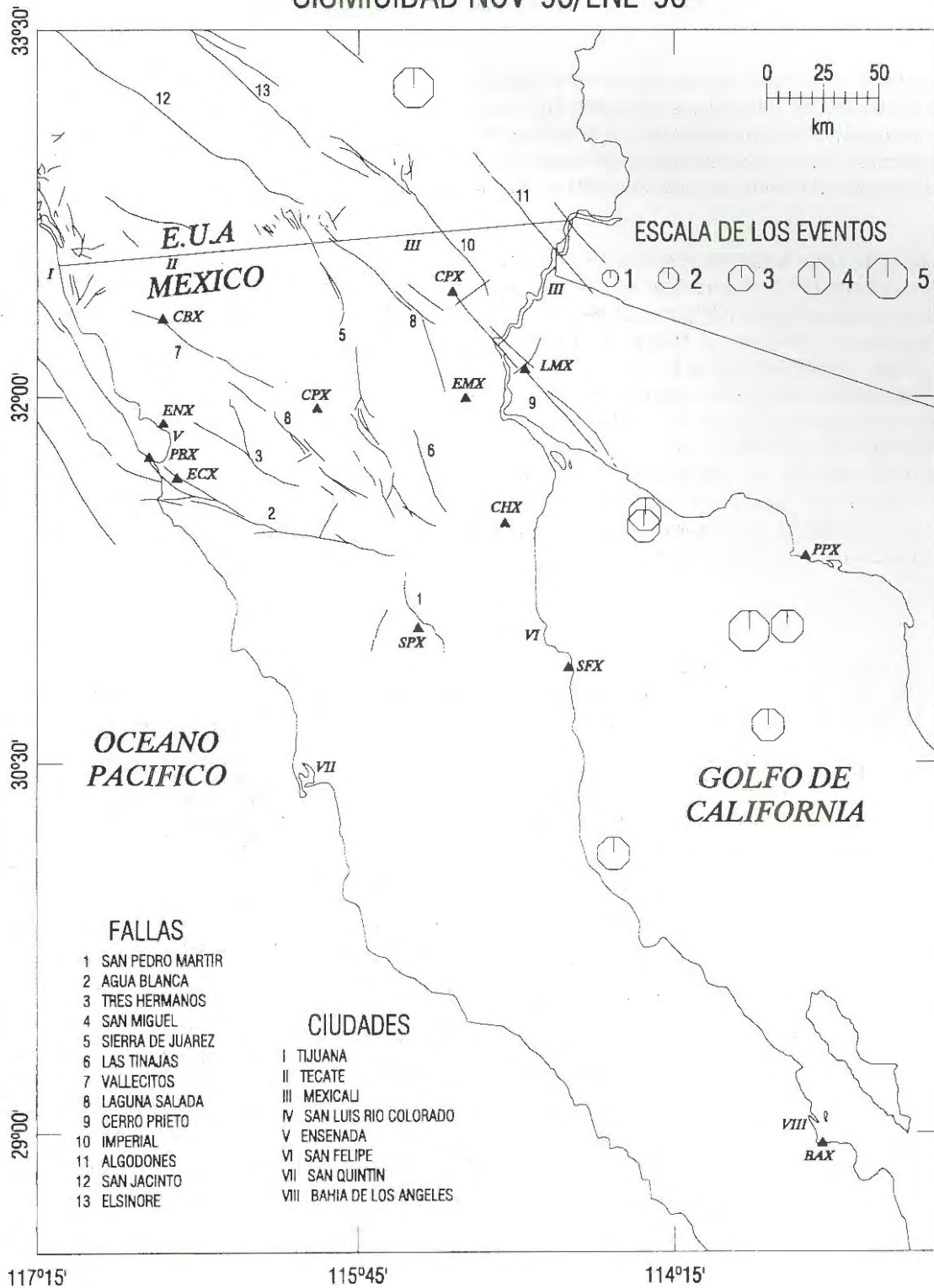
REFERENCIAS

- González-G., J. J. y García-A, R., 1986, Escala de magnitud-coda para estaciones sismográficas en el norte de Baja California, Resumen extenso en Memorias de la Reunión 1986 de la Unión Geofísica Mexicana, p. 399-406.
- Lee, W. H., and Lahr, J. C., 1975, HYPO 71 (revised): A computer program for determining hypocenter, magnitude, and first motion pattern of local earthquakes, U. S. Geological Survey, Open-file rept., 75-311.
- Nava, F. A. and Brune, J.N. 1982, An earthquake-explosion reversed refraction line in the peninsular ranges of Southern California and Baja California, Bulletin of the Seismological Society of America, 72, 1195-1206.
- Reyes, A, 1979, Estudio de microsismicidad del sistema de fallas transformadas Imperial-Cerro Prieto, Informe Técnico GEO79-01, CICESE, 114 p.

DIA	TIEMPO			COORDENADAS		PROF.	M _D	RMS	NO	REGION
	HR	MN	SEG	LAT. N	LON. O					
NOV 1995										
01	18	54	37.58	31 01.77	113 54.15	11.72	4.1	0.11	9	LOCALIZADO A 48 KM AL SUROESTE DE PPX. (NORTE DEL GOLFO DE CALIFORNIA).
01	19	43	39.89	31 03.26	113 43.08	1.86	3.9	0.15	10	LOCALIZADO A 32 KM AL SUR DE PPX. (NORTE DEL GOLFO DE CALIFORNIA).
06	10	58	19.85	30 38.57	113 48.87	8.00	3.9	0.05	10	LOCALIZADO A 77 KM AL SUR DE PPX. (NORTE DEL GOLFO DE CALIFORNIA).
19	10	49	28.00	24 41.82	115 51.54	10.00	4.2	1.10	50	LOCALIZADO POR USGS-NEIC AL OESTE DE LA BAJA CALIFORNIA SUR (ESCOLLOS ALIJOS).
19	18	54	15.77	30 07.31	114 32.46	12.35	3.7	0.25	13	LOCALIZADO A 85 KM AL SUR DE SFX. (GOLFO DE CALIFORNIA).
DIC 1995										
05	10	45	19.26	31 27.54	114 23.81	19.21	3.6	0.15	11	LOCALIZADO A 62 KM AL ESTE DE CHX. (NORTE DEL GOLFO DE CALIFORNIA).
06	3	27	31.89	31 30.89	114 23.31	15.57	3.7	0.23	11	LOCALIZADO A 63 KM AL ESTE DE CHX. (NORTE DEL GOLFO DE CALIFORNIA).
25	23	40	5.99	33 15.40	115 29.25	14.45	4.2	0.17	14	LOCALIZADO A 95 KM AL NORTE DE CPX. (NORTE DE LA FALLA ALGODONES, EUA.).

GRUPO RESNOM: Cecilio J. Rebollar Bustamante, Luis Orozco León, Julia del Carmen Sánchez Rodríguez, Oscar Gálvez Valdez, Francisco J. Farfán Sánchez, Ignacio Méndez Figueroa, Luis Inzunza Romero, Ruth Eaton Montaña

SISMICIDAD NOV-95/ENE-96



DE LA COMUNIDAD CIENTÍFICA

CREACIÓN DE LA FEDERACIÓN DE SOCIEDADES CIENTÍFICAS DE MÉXICO (FESOCIME)

A iniciativa de la Sociedad Mexicana de Física, se han reunido, desde abril de 1995, diez sociedades científicas con la finalidad de crear una Federación de Sociedades Científicas de México (FESOCIME), la cual tendría como objetivos fundamentales influir en la política educativa y de ciencia, así como buscar que las sociedades tengan el apoyo oficial por parte del gobierno federal, en materia de presupuestos, programas e instalaciones.

Después de tener diferentes reuniones de trabajo, el conjunto de sociedades científicas y tecnológicas, conscientes de que el avance de ciencia es parte sustancial del patrimonio cultural y convencidos de que la ciencia y la tecnología son vitales para la soberanía de México, decidieron constituir una Federación de Sociedades Científicas de México.

Las sociedades fundadoras son:

Unión Geofísica Mexicana, AC

(Dr. Enrique Gómez Treviño)

Sociedad Mexicana de Bioquímica

(Dr. Alfonso Cárabez)

Sociedad Química de México

(Dr. Germán Espinosa Chavarría)

Sociedad Matemática Mexicana

(Dr. José C. Gómez Larrañaga)

Sociedad Mexicana de Ingeniería Biomédica

(Ing. Genaro Rodríguez Rossini)

Sociedad Mexicana de Ciencia de Superficies y Vacío

(Dr. Orlando Zelaya Angel)

Academia Mexicana de Óptica

(Dr. Javier Sánchez Mondragón)

Academia Mexicana de Ciencia de Materiales

(Dr. Lorenzo Martínez)

Asociación Mexicana de Microscopía

(Dr. Alfonso Cárabez)

Sociedad Mexicana de Física

(Dr. José Luis Morán López)

El día 10 de julio de 1995 se reunieron los presidentes de las diez sociedades para nombrar al primer presidente de la FESOCIME. En esta reunión fue electo por unanimidad el Dr. José Luis Morán López, el cual a su vez nombró como secretario general al Dr. José Carlos Gómez Larrañaga y como tesorero al Dr. Germán Espinosa Chavarría.

Declaración de Principios de la FESOCIME

1. Las actividades de investigación científica y tecnológica tienen como finalidad un mejor entendimiento e interacción con nuestro mundo.
2. Las actividades de investigación científica y tecnológica

deben ser impulsadas y fortalecidas en un marco de fraternidad y libertad académica.

3. Estas actividades profesionales deben conducir a la promoción de la paz, la fraternidad, el bienestar de la humanidad, y un mejor equilibrio con su entorno natural.
4. El ejercicio libre y responsable de las actividades anteriores, por un individuo o grupos de individuos, no debe coartarse por razones de raza, sexo, credo religioso, opiniones políticas o jerarquía.
5. El intercambio y las aplicaciones de los resultados de la investigación científica y tecnológica no debe condicionarse a posturas ideológicas o profesionales.
6. La enseñanza de las ciencias es fundamental en la formación de los recursos humanos indispensables para el desarrollo integral del país.

Para promover e intensificar la filosofía plasmada en los puntos anteriores, las sociedades firmantes de este documento se constituyen en las sociedades fundadoras de la Federación de Sociedades Científicas de México, para ello contará con estatutos que traduzcan estos principios en normas y reglas de operación de la misma.

Estatutos de la Federación de Sociedades Científicas de México

Capítulo 1: Nombre, Duración, Sede y Fines

Artículo 1. Se constituye una asociación civil sin fines de lucro, con el nombre de Federación de Sociedades Científicas de México (FESOCIME) la cual estará regida por los presentes estatutos.

Artículo 2. Su duración será de 99 años.

Artículo 3. La sede de la FESOCIME estará ubicada en la sede de la Sociedad a la que pertenezca el Presidente; mientras no se disponga de una sede permanente.

Artículo 4. El fin de la FESOCIME es el de promover coordinadamente el desarrollo de las ciencias en México para contribuir al progreso, fomentando particularmente:

- » El vínculo entre la ciencia básica y la innovación tecnológica.
- » El intercambio entre los científicos del país por medio de reuniones, conferencias y otras actividades de carácter nacional.
- » La difusión conjunta de publicaciones especializadas y de divulgación.
- » El apoyo de tareas específicas de interés con fin para las diversas regiones del país.
- » El registro de los boletines de todas las sociedades

miembros de la FESOCIME.

» El mejoramiento de la enseñanza de las ciencias en el país.

» La defensa y mejoramiento de las condiciones de trabajo de los científicos mexicanos en un ambiente de seguridad y tranquilidad.

» La relación de la FESOCIME con sus similares de Latinoamérica, de otras regiones del mundo y con las organizaciones internacionales.

» La defensa del patrimonio cultural, científico y tecnológico, nacional.

» Dar asesorías, a través de una o más sociedades de la Federación, a organismos públicos o privados que lo requieran, en temas de la competencia de sus miembros.

» Promover la incorporación a la Federación de más Sociedades Científicas y Tecnológicas que compartan la declaración de principios y los presentes fines.

Artículo 5. Son fundadores de la FESOCIME, cuyos Presidentes integran el Consejo Fundador, las siguientes sociedades:

Academia Mexicana de Ciencia de Materiales
Academia Mexicana de Óptica
Asociación Mexicana de Microscopía
Sociedad Matemática Mexicana
Sociedad Mexicana de Bioquímica
Sociedad Mexicana de Ciencias de Superficies y Vacío
Sociedad Mexicana de Física
Sociedad Mexicana de Ingeniería Biomédica
Sociedad Química de México
Unión Geofísica Mexicana

que serán miembros de la federación una vez que se ratifiquen estos estatutos.

Capítulo II: Composición

Artículo 6. Serán miembros de la FESOCIME, todas las Sociedades o Asociaciones Nacionales legalmente constituidas que representen a las comunidades de científicos del país, que manifiesten su deseo de afiliarse y que sean presentados por uno de los miembros fundadores para ser aceptados por el Consejo Fundador.

Capítulo III: Gobierno

Artículo 7. El gobierno de la FESOCIME estará a cargo de:

- » Asamblea de Representantes.
- » Consejo Fundador.
- » Comité Directivo.

Artículo 8. La Asamblea de Representantes será la máxima autoridad de la FESOCIME y estará constituida por los Presidentes de todas las Sociedades miembros.

Artículo 9. La Asamblea de Representantes deberá tener al menos una reunión por año para aprobar el plan anual de trabajo y el presupuesto. La Agenda del encuentro incluirá otros temas propuestos por los miembros de la Asamblea de Representantes y el Comité Directivo, así como acordar la fecha de la próxima reunión. En caso de que la Asamblea de Representantes no se pueda reunir en ese periodo, podrá aprobar estos documentos así como tomar otros acuerdos a través de los votos y posiciones remitidas por los representantes de las sociedades, actividad que será coordinada por el Comité Directivo. Igual tratamiento se dará a cualquier acción urgente. En este último caso se debe contar con la aprobación de la mayoría absoluta de los representantes.

Artículo 10. El Consejo Fundador definido en el Artículo 5 de los presentes estatutos tendrá las siguientes funciones:

- » Garantizar la observancia de la Declaración de Principios de la FESOCIME.
- » Aceptar nuevas sociedades en la FESOCIME.
- » Definir la política de cuotas de la FESOCIME.

Artículo 11. El Comité Directivo estará constituido por:

- » Un Presidente.
- » Un Secretario General.
- » Un Tesorero.

Artículo 12. El Presidente del Comité Directivo será elegido por votación directa de la Asamblea de Representantes por un periodo de dos años, tres meses antes de concluir el periodo vigente. En caso de que alguno de los miembros del Comité Directivo concluya su gestión al frente de una de las Sociedades miembros antes de que concluya su periodo como miembro del Comité Directivo de la FESOCIME, su lugar en la Asamblea de Representantes será ocupado por el nuevo Presidente de la Sociedad a la que pertenecen.

Artículo 13. El Presidente del Comité Directivo tendrá las obligaciones y facultades siguientes:

- » Tener la representación legal de la FESOCIME.
- » Tener a su cargo la dirección general y la administración de la FESOCIME.
- » Convocar y presidir las reuniones de la Asamblea de Representantes.
- » Autorizar, de acuerdo con el Tesorero, los gastos que demandan las actividades de la FESOCIME.
- » Cuidar del cumplimiento de estos estatutos, de los acuerdos de la Asamblea de Representantes, así como de los planes de trabajo del Comité Directivo y de la FESOCIME.
- » Representar a la FESOCIME ante aquellas organizaciones Nacionales e Internacionales con las que se establezcan relaciones.
- » Rendir un informe anual sobre el estado de la

FESOCIME.

» Designar al Secretario General y al Tesorero de entre los miembros de la Asamblea de Representantes.

Artículo 14. El Presidente saliente colaborará con el Presidente en funciones en los trabajos de la FESOCIME, en las tareas que este último le solicite, con la aprobación de la Asamblea de Representantes.

Artículo 15. El Secretario General de la FESOCIME ejecutará las acciones aprobadas por el Comité Directivo y mantendrá el archivo de la Federación. Atenderá la correspondencia de la FESOCIME y los demás trabajos que le sean asignados por el Presidente.

Artículo 16. El Tesorero será el encargado del manejo de los fondos pertenecientes a la FESOCIME y tendrá la obligación de firmar, junto con el Presidente, todas las autorizaciones de cobros, gastos y demás documentos relacionados con el movimiento de fondos de la FESOCIME. Llevará la contabilidad de la Federación.

Capítulo IV: Régimen Económico

Artículo 17. La administración de los bienes y recursos económicos de la FESOCIME será hecha por el Presidente, apoyado por el Tesorero, que está autorizado a realizar el movimiento de sus fondos.

Artículo 18. La FESOCIME contará con los siguientes ingresos:

» Las cuotas anuales de las Sociedades miembros. Estas cuotas serán fijadas anualmente por el Comité Directivo, previa consulta a la Asamblea de Representantes, y será aprobadas por el Consejo Fundador.

» Las donaciones de personas e instituciones.

» Las provenientes de actividades de la FESOCIME.

Capítulo V.- Disposiciones finales

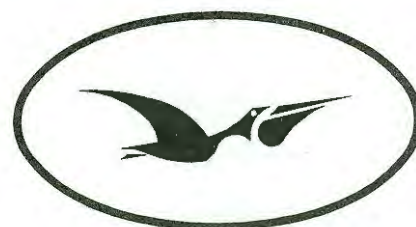
Artículo 19. El cambio de los estatutos de la FESOCIME requerirá el voto aprobatorio por escrito o personalmente ante la Asamblea de Representantes de al menos dos tercios de sus sociedades miembros y el envío de las enmiendas propuestas por lo menos con un mes de anticipación a la reunión que tratara esta revisión.

Disposiciones Transitorias

Artículo 20. El Consejo Fundador elegirá de entre sus miembros al primer Presidente de la FESOCIME.

Ma. Luisa Marquina, SMF.

POSGRADO



CICESE

MAESTRIA Y DOCTORADO EN CIENCIAS DE LA TIERRA

SISMOLOGIA

Peligro y Riesgo Sísmico
Propagación de Ondas
Simulación Numérica
Problemas Inversos
Fuentes Sísmicas
Sismotectónica

GEOFISICA APLICADA

Exploración Geofísica
Simulación Numérica
Problemas Inversos
Electromagnetismo
Geofísica Marina
Geohidrología

GEOLOGIA

Geología Estructural
Geología Marina
Geocronología
Vulcanología
Petrología
Tectónica

Pide tu folleto informativo:

CICESE

Dirección de estudios de Posgrado
Apartado Postal 2732
Km. 107 Carret. Tijuana-Ensenada,
Ensenada, Baja California
C.P. 22800, México.
Tel. (617) 450-50 Ext. 2050
Fax. (617) 448-80.

TRAMITAMOS TU BECA

Centro de Investigación Científica
y de Educación Superior de
Ensenada.

PARA EGRESADOS DE CARRERAS DE CIENCIAS E INGENIERIA:

FÍSICOS
QUÍMICOS
MATEMÁTICOS
OCEANÓLOGOS
GEÓLOGOS
GEOFÍSICOS

CIVIL
MEC. Y ELEC.
GEODESIA
ELECTRÓNICA
COMPUTACIÓN
SISTEMAS

ATLAS NACIONAL DE MEXICO

Obra en tres tomos que presenta la UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO, donde la labor de más de 300 especialistas quedará reunida en una colección de 160 cartas (alrededor de 600 mapas) editados a todo color por el Instituto de Geografía.

Volumen I

I. Mapas Generales

- 1.- Mapas Generales
- 2.- Desarrollo histórico de la expresión cartográfica
- 3.- Desarrollo histórico del levantamiento cartográfico

II. Historia

- 1.- Epoca prehispánica
- 2.- Epoca colonial
- 3.- Siglo XIX
- 4.- Movimientos armados
- 5.- Historia de las divisiones político-administrativa

III. Sociedad

- 1.- Distribución de las poblaciones y características demográficas
- 2.- Migraciones
- 3.- Sistema urbano
- 4.- Vivienda
- 5.- Educación
- 6.- Cultura
- 7.- Salud
- 8.- Tipología sociodemográfica

Volumen II

IV. Naturaleza

- 1.- Geología
- 2.- Tectónica
- 3.- Relieve
- 4.- Clima
- 5.- Agroclimatología
- 6.- Hidrogeografía
- 7.- Edafología
- 8.- Biogeografía
- 9.- Oceanografía
- 10.- Regionalización física

V. Medio ambiente

- 1.- Influencia del hombre en el medio ambiente
- 2.- Estado de los componentes naturales del medio ambiente
- 3.- La población y el medio ambiente
- 4.- Evaluación del patrimonio natural y cultural
- 5.- Síntesis del medio ambiente

Volumen III

VI. Economía

- 1.- Energía, agua y suelo, bases de la actividad económica
- 2.- Agricultura
- 3.- Ganadería
- 4.- Actividad forestal
- 5.- Pesca
- 6.- Energía Eléctrica
- 7.- Economía petrolera
- 8.- Minería
- 9.- Industria
- 10.- Transporte y comunicación
- 11.- Turismo
- 12.- Comercio y servicios
- 13.- Asimilación económica del territorio
- 14.- Regionalización económica

VII. México en el mundo

- 1.- Relaciones internacionales
- 2.- Comercio internacional
- 3.- México en el mundo

Informes y ventas:

Instituto de Geografía, UNAM
Circuito Exterior
Ciudad Universitaria
Apartado Postal 20-850
México, 01000, D.F.
Tel.: 548-9779
Fax: 548-4086

INSTRUCCIONES PARA LOS AUTORES DE ARTICULOS DE INVESTIGACION

POLÍTICA EDITORIAL

GEOS es el boletín informativo de la Unión Geofísica Mexicana, se publica trimestralmente y en él caben artículos y notas de investigación, comentarios, noticias opiniones, anuncios y aspectos relevantes para la vinculación y difusión de las actividades científicas y docentes de las Ciencias de la Tierra. Los manuscritos de investigación publicados en *GEOS* deberán ser originales y podrán estar relacionados con cualquier área de las Ciencias de la Tierra, donde son particularmente bienvenidas todas aquellas contribuciones que coadyuven a su enseñanza.

Para facilitar su arbitraje, todos los manuscritos de investigación sometidos a *GEOS* deberán ser enviados en original y dos copias, escritos a doble espacio con un tipo de 12 puntos. Todas las contribuciones deberán ser sometidas en Español y dirigidas al Editor de *GEOS*. Si el manuscrito sometido es relevante, el Editor Principal lo enviará a un miembro del Comité Editorial del boletín, quien seleccionará dos o tres especialistas para revisar el manuscrito. Los revisores remitirán sus comentarios al editor de área, quien los enviará al Editor Principal, junto con su recomendación. El Editor Principal puede rechazar, aceptar, o solicitar modificaciones al manuscrito, para lo cual remitirá a los autores los comentarios de los revisores y del editor de área.

Publicar en *Geos* es gratis, sin embargo, se recomienda que los manuscritos no excedan 12 paginas en el formato de la revista (una página es equivalente a aproximadamente 3 cuartillas a doble espacio). Todas las contribuciones deberán incluir: título, resumen, introducción, una sección de métodos, una sección de resultados y una sección de discusión y conclusiones.

Cuando el autor reciba la noticia de aceptación, se le solicitará que envíe su manuscrito en disquette. Sugerimos que se utilicen los procesadores de textos WORD o WORD PERFECT, aunque también se aceptarán en ASCII. Las ilustraciones que acompañen el manuscrito podrán ser enviadas en disquette, en cualquiera de los siguientes formatos: TIF, EPS, BMP, PS, DWG y WMF.

RESUMEN

Al preparar su resumen tome en cuenta que éste deberá marcar los objetivos de la investigación, los resultados más importantes y las conclusiones alcanzadas. En el resumen no se deberán incluir citas bibliográficas.

INTRODUCCIÓN

En la introducción se deberá presentar la naturaleza del problema, incluyendo una revisión adecuada de los antecedentes sobre el tema. El objetivo de la introducción es enmarcar el problema dentro del estado general del conocimiento en el área que le corresponde, y su función es la de motivar al lector en cuanto a la importancia del trabajo.

de sus resultados. Los pies de figura deberán ser lo suficientemente explicativos para resaltar la importancia de los resultados sin necesidad de referirse al texto.

METODOLOGÍA

La metodología empleada en el trabajo deberá ser descrita con suficiente detalle, para que otros miembros de la comunidad puedan asimilar la metodología presentada. Secciones de interés marginal deberán ser diferidas a un apéndice.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Esta sección deberá incluir los principios, relaciones y generalizaciones inferidas a partir de los resultados. En esta sección se discutirán acuerdos y desacuerdos con trabajos publicados previamente, así como las implicaciones teóricas y las aplicaciones prácticas del trabajo.

RESULTADOS

Usualmente, los resultados de la aplicación de cualquier metodología, pueden ser presentados en forma de tablas o figuras. Evite la redundancia mediante una adecuada selección

BIBLIOGRAFÍA

Todas las referencias deberán ser agrupadas en orden alfabético de autores, bajo el encabezado REFERENCIAS. Si un autor es referenciado más de una vez el mismo año, utilice el sufijo, a, b, etc. para distinguir referencias. Aquellos manuscritos que no han sido aceptados para publicación no deberán incluirse en las referencias. Solamente cuando el manuscrito sea de divulgación, se permitirá utilizar referencias

no citadas en el texto.

Formato para citas

Para cada autor o co-autor, escriba con mayúscula únicamente la primera letra de los apellidos y después las iniciales. Utilice letras mayúsculas solo en la primera letra del título y para los nombres propios. Incluya el nombre completo de la revista o editorial que la publicó, volumen y páginas. Por ejemplo:

Alvarez-Borrego, S., 1996, Satellite derived photosynthetic pigment surveys: A review of marine phytoplankton biomass and productivity, *Geofísica Internacional*, 35, 51-61.

Lomnitz, C., 1995, Diez años después: Una reinterpretación de la catástrofe de 1985, en: F. Medina-Martínez, L. A. Delgado-Argote y G. Suárez-Reynoso, editores, *La Sismología en México: 10 años después del temblor de Michoacán del 19 de Septiembre de 1985 (M=8.1)*, Unión Geofísica Mexicana, Monografía No. 2, 61-67.

Ripa, P., y Velázquez, G., 1993, Modelo unidimensional de la marea en el Golfo de California, *Geofísica Internacional*, 32, 41-56.

Sánchez-Sesma, F.J., and Luzón, F., 1994, Seismic response of three-dimensional alluvial valleys for incident P, S, and Rayleigh waves, *Bulletin of the Seismological Society of America*, 85, 269-284.

Unidades

Con algunas excepciones, todas las unidades físicas deberán expresarse en el Sistema Internacional de unidades (SI). Las siguientes excepciones son aceptables:

densidad en g/cm³

presión en bar

intensidad del campo magnético en gammas

Expresiones matemáticas

Escriba sus ecuaciones en la forma más simple posible, utilizando signos de puntuación. Utilice itálicas para todos los símbolos, exceptuando las letras griegas. Vectores y matrices se escribirán con tipo resaltado. Numere en forma consecutiva y utilice paréntesis para todas las ecuaciones que aparezcan en el texto.

Figuras

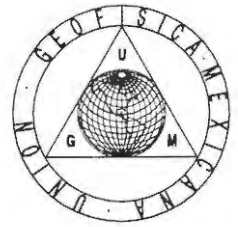
Por consideraciones de costo, únicamente se publicarán figuras en blanco y negro. Si las ilustraciones son elaboradas a mano, utilice tinta negra sobre papel albanene o mylar. Si las ilustraciones son elaboradas en computadora utilice una impresora laser.

Una vez concluido el proceso de arbitraje, el manuscrito será devuelto al primer o único autor con los comentarios de los árbitros y del editor de área. El manuscrito corregido en forma final será editado por el Editor Técnico de *GEOS*. No se enviarán pruebas de galera.

Cualquier cambio a la política editorial de *GEOS* se publicará en el primer número del año.

GEOS

FORMA DE ARBITRAJE (cualquier tipo de trabajo)



AUTOR (ES): _____

TITULO: _____

	1	2	3
1.- ¿Contiene el trabajo datos o ideas originales que ameriten su publicación en una revista especializada? ¿Como la clasificaría? 1) Investigación, 2) Divulgación, 3) Noticia	☐	☐	☐
	SI	NO	
2.- ¿Son válidas las observaciones y conclusiones?	☐	☐	
3.- ¿Son pertinentes y comprensibles el título y el resumen?	☐	☐	
4.- ¿Son necesarias y adecuadas las tablas y figuras presentadas?	☐	☐	
5.- ¿Son buenas la organización y presentación del trabajo?	☐	☐	
6.- ¿Es correcto el lenguaje científico?	☐	☐	
Sugerencias al (los) autor (es):	☐	☐	
a) Indicadas en hoja aparte	☐	☐	
b) Anotadas sobre el manuscrito	☐	☐	
Recomendación al Editor:	☐	☐	
a) El trabajo es aceptable en su forma actual	☐	☐	
b) El trabajo es aceptable con correcciones menores	☐	☐	
c) El trabajo puede ser aceptable después de ser corregido y evaluado de nuevo	☐	☐	
d) Comentarios confidenciales al editor en hoja aparte	☐	☐	

NOMBRE Y FIRMA
(opcional)

Recordamos a todos los miembros de la Unión Geofísica Mexicana que la cuota para 1996 es de N\$ 75.00 (SETENTA Y CINCO NUEVOS PESOS 00/100 M.N.).

Favor de hacer llegar su cuota a:

ó

Favor de hacer llegar su cuota a:

Juan García Abdeslem
División de Ciencias de la Tierra
Km. 107 Carr. Tijuana-Ensenada
Ensenada, 22860, Baja California

Ana Pereda
Instituto de Geofísica, UNAM
Ciudad Universitaria
México, D.F., Del. Coyoacán,
C.P. 04510

Con un cordial saludo.

M.C. Luis A. Delgado Argote
Secretario de Difusión

GEOS, revista a la venta en:

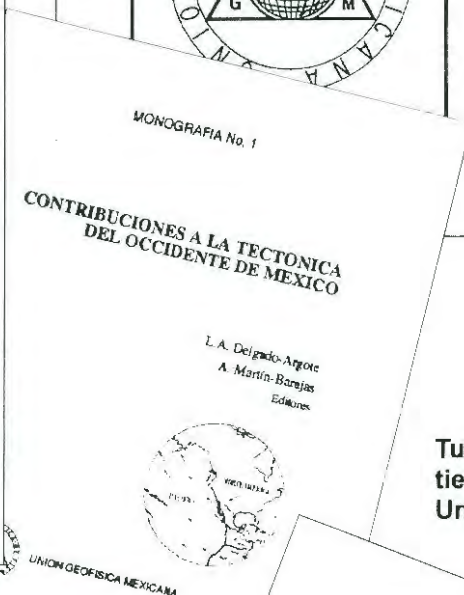
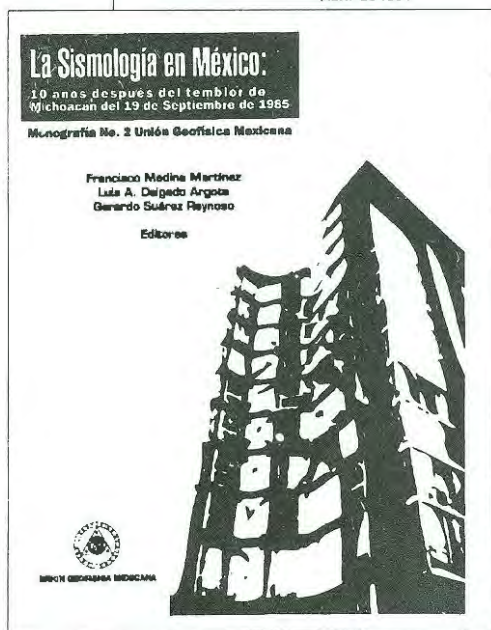
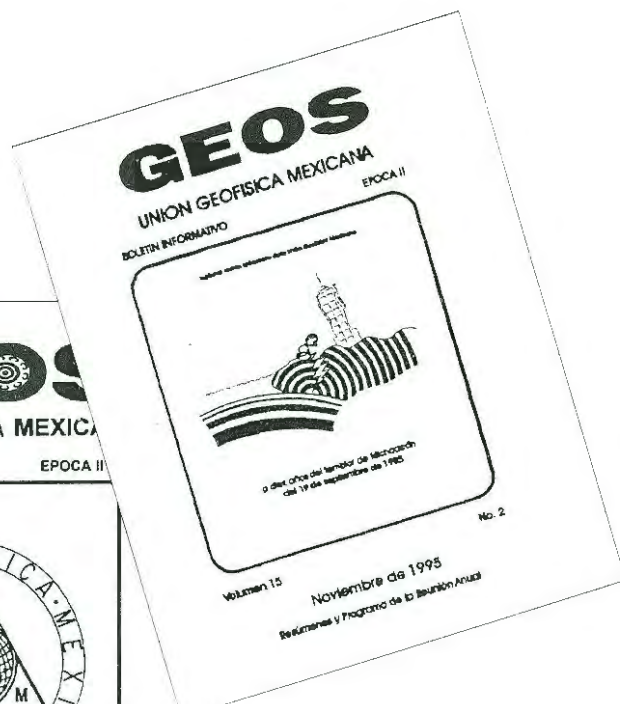
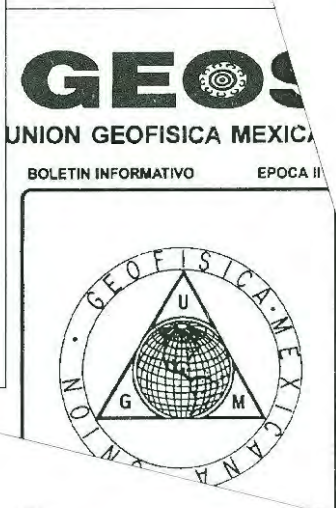
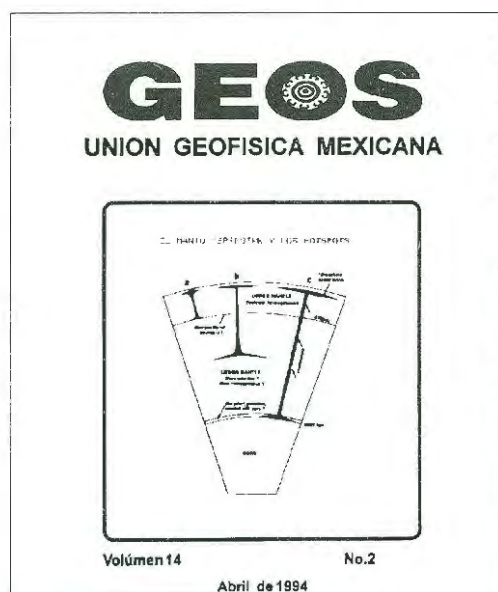
ó

CICESE:

Instituto de Geofísica-UNAM
Sección Editorial,
At'n: Ana Pereda

División de Ciencias de la Tierra
Departamento de Geología
At'n: Maru García

Costo del ejemplar N\$ 20.00



Tus trabajos de investigación y divulgación tienen cabida en estos foros de la Unión Geofísica Mexicana

geofísica internacional
CONTENTS
Volumen 34, 2, April - June, 1995

J. ADRIÁN, V. M. MENDOZA and R. E. VILLANUEVA: Numerical prediction of the sea surface response to the Pacific and Atlantic oceans.	149
L. CAMBLÉNGE y V. RABINOVICH: Influencia de la serie vertical de calor en la estimación de las tectónicas profundas de la corteza continental de Argentina (subducción).	161
M. R. BELUCHI: Origen y evolución de las cuencas sedimentarias en el noroeste de Argentina.	173
J. URRUTIA-FUQUERO: Preliminary light fly Hesperian paleogeography of the Colorado Plateau, Mexico.	187
J. URRUTIA-FUQUERO and R. MOLINA-GARCÍA: Magnetic tectonics and reconstruction of the Xalapa basin, southern Mexico: implications for the emplacement mode.	201
E. G. MARTÍNEZ, M. VILLACRAN and J. HAYESKOV: Magnetism for local earthquake calibration with the El Salvador seismic network.	213
G. J. GONZÁLEZ-PONFERRADA and C. VALDÉS-GONZÁLEZ: Seismicity of the State of Puebla, Mexico 1986-1989.	221
A. PASCUAL, D. DELGADO and N. FUENTES: Determinación de la conductividad eléctrica de los sedimentos de la cuenca de Cúcuta.	233
M. R. BELUCHI and L. CAMBLÉNGE: Paleogeografía y paleogeotectónica de la zona de Tarija, Argentina, desde el Plioceno.	239

