

## EL NIÑO, LA OSCILACION DEL SUR Y SUS EFECTOS EN COSTA RICA: UNA REVISION

Walter Fernández\*  
Patricia Ramírez\*\*

**S**e hace una revisión de las características del fenómeno de El Niño y de la Oscilación del Sur, haciendo énfasis en la interrelación entre el océano y la atmósfera; como complemento se menciona también La Niña. Los patrones de lluvia sobre el Pacífico tropical son descritos, así como algunos aspectos climáticos sobre América Central y el Caribe. Finalmente, se discuten los efectos de El Niño-Oscilación del Sur (ENOS) en Costa Rica.

### INTRODUCCION

El nombre de El Niño se refirió originalmente a una corriente marina tibia, con dirección suroeste, que aparece anualmente, durante el verano del Hemisferio Sur, justo después de Navidad (de ahí su nombre), a lo largo de la costa del Ecuador<sup>6</sup>. En casos excepcionales, esta corriente penetra más hacia el sur, a lo largo de la costa de Perú. Más recientemente, el término El Niño se ha reservado para estas condiciones excepcionales. Actualmente, se sabe que éste, El Niño de América del Sur, es parte de un conjunto de interrelaciones entre los cambios del tiempo y las condiciones oceánicas, en una escala mucho mayor (aproximadamente la mitad del planeta, afectando toda la cuenca del Pacífico). Por esto, el nombre científico

preferido es el de ENOS para El Niño-Oscilación del Sur, ya que enfatiza el aspecto de que el fenómeno resulta de un acople entre el océano y la atmósfera. No obstante, el término de El Niño se usa frecuentemente como sinónimo de ENOS y popularmente, se le asocia con desastres ecológicos y económicos.

### LA OSCILACION DEL SUR

Se llama Oscilación del Sur a los cambios interanuales —con una escala de tiempo de varios años— de las condiciones atmosféricas sobre los Océanos Pacífico e Índico ecuatoriales<sup>13, 14</sup>. En una de las fases de la Oscilación del Sur (fase positiva), hay una presión atmosférica relativamente alta en la parte sureste del Océano Pacífico y una presión atmosférica relativamente baja en el Pacífico Occidental. Esta condición se mide generalmente con el Índice de la Oscilación del Sur (IOS)<sup>12</sup>, el cual es la diferencia de la presión atmosférica en superficie entre Tahití (18°S, 150°W) y Darwin (12°S, 131°E). Durante ENOS, los valores medios mensuales del IOS se reducen e incluso pueden tomar valores negativos durante varios meses (fase negativa de la Oscilación del Sur); el

\* Escuela de Física y Centro de Investigaciones Geofísicas, Universidad de Costa Rica, San José.

\*\* Instituto Meteorológico Nacional, Ministerio de Recursos Naturales, Energía y Minas, San José.

*La Oscilación del Sur es causada por las variaciones interanuales de la temperatura superficial del mar en el Pacífico tropical*

ENOS de 1982-1983 es un caso bien marcado al respecto.

La Oscilación del Sur es causada por las variaciones interanuales de la temperatura superficial del mar en el Pacífico tropical, pero dichas variaciones son, a su vez, causadas por los cambios en los vientos de superficie asociados con la Oscilación del Sur. Esto llevó a Jacob Bjerknes<sup>4,5</sup>, en la década comprendida entre 1960 y 1970, a inferir que las interacciones entre el océano y la atmósfera son el punto clave de la Oscilación del Sur; y el océano y la atmósfera están acoplados.

#### EL NIÑO-OSCILACION DEL SUR

En respuesta al campo de presión, en la fase positiva de la Oscilación del Sur, los vientos soplan hacia el noroeste en la parte tropical; estos vientos persistentes son los llamados vientos Alisios. Ellos mantienen corrientes oceánicas que transportan agua tibia hacia el oeste. Esto resulta en que las temperaturas superficiales del mar sean altas en el Pacífico Occidental tropical. En contraste, las temperaturas en el Pacífico Oriental son muy bajas durante la mayor parte del año, debido a factores que producen surgencia ecuatorial y advección de aguas frías (la corriente fría del Perú). Al comienzo del otoño boreal, hay un calentamiento anual de esa lengua de agua fría, a consecuencia de factores dinámicos y no a los cambios en el flujo de calor superficial<sup>6</sup>.

La visión convencional para que ocurra el ENOS, dada por Wyrki<sup>23</sup>, es que los vientos Alisios, que soplan desde el sureste, deben primero incrementar su intensidad, durante al menos un año, y luego colapsar o desaparecer. Cuando los Alisios son excepcionalmente fuertes, la circulación del giro subtropical del Pacífico Sur se intensifica, en particular la Corriente Ecuatorial del Sur. Como consecuencia se

acumula agua tibia en el Pacífico Occidental, siendo el nivel del mar en esta región mayor que en las costas de América del Sur. Cuando los vientos Alisios se debilitan o desaparecen, el agua acumulada en el Pacífico Occidental se desplaza hacia el este, principalmente en la forma de ondas sub-superficiales, llamadas **ondas ecuatoriales internas de Kelvin**. Las más rápidas de estas ondas pueden tener una velocidad de unos 11,4 kilómetros por hora (3 metros por segundo) y pueden tardar menos de tres meses en atravesar el Océano Pacífico<sup>6</sup>. El resultado neto, incluyendo los factores locales del calentamiento anual, es una acumulación de agua tibia frente a Perú y Ecuador. Como lo ha mencionado Cane<sup>6</sup>, la teoría lineal indica que cuando una onda Kelvin incide en el límite oriental, su reflexión está compuesta de la suma de un número infinito de ondas, llamadas **ondas largas de Rossby**, que dependen fuertemente de la latitud. Las más rápidas son las que se propagan cerca del Ecuador geográfico y tienen una velocidad tres veces menor que la de las ondas Kelvin mencionadas; ellas transportan hacia el oeste la mayor parte de la masa y la energía, traída por las ondas Kelvin. Bajo las condiciones de ENOS, las temperaturas superficiales del mar son altas, los vientos Alisios son débiles y las diferencias en la presión superficial a lo largo del Pacífico tropical son pequeñas<sup>17</sup>. Como la acumulación de agua tibia, frente a Perú y Ecuador es excesiva y la surgencia de agua rica en nutrientes cesa aparentemente, el ecosistema marino se altera, los recursos pesqueros desaparecen y las aves costeras que se alimentan de especies marinas mueren en forma masiva.

Sin embargo, el caso del evento ENOS de 1982-1983 fue diferente a la visión convencional mencionada arriba<sup>18</sup>. En este caso, los vientos Alisios no se incrementaron durante un período prolon-

*Un aspecto, todavía no resuelto, es que la formación de regiones con temperaturas superficiales del mar elevadas no siempre resultan en el debilitamiento de los Alisios y la producción de El Niño.*

gado y el calentamiento superficial se manifestó primero en el Pacífico Central y luego se expandió hacia el este.

Eugene Rasmusson (citado por Edelson<sup>8</sup>) ha manifestado que hay evidencia para que un evento ENOS pueda empezar de una de dos formas:

1. Si el debilitamiento de la Oscilación del Sur es causada por un decrecimiento de la presión atmosférica en Tahití en noviembre, se tiene El Niño en su forma más usual (por ejemplo el evento de 1976-1977), manifestándose primero afuera de Perú y moviéndose hacia el oeste; cerca de la costa el evento se manifiesta normalmente de enero a setiembre. En los primeros meses es difícil distinguirlo del calentamiento normal que ocurre cada invierno boreal, pero después la anomalía caliente se propaga, primero hacia el noroeste y luego hacia el oeste a lo largo del ecuador, hasta el Pacífico Central, a una velocidad de cerca de 3,6 kilómetros por hora (un metro por segundo).
2. Si el debilitamiento se debe a un incremento de la presión atmosférica en Darwin, se tiene el patrón donde el agua tibia se expande de oeste a este (por ejemplo, el evento de 1982-1983); el evento empieza en junio y tiene su pico en noviembre y diciembre.

Modelos simples, en los que el océano y la atmósfera están acoplados, revelan la existencia de varios modos de oscilación: unos tienen fase de propagación hacia el este, otros tienen fase de propagación hacia el oeste y otros son estacionarios<sup>3,11</sup>. Las propiedades de un modo, tal como la dirección de propagación, dependen de los procesos que determinan las variaciones en la temperatura superficial del mar.

Los resultados con modelos han demostrado que una fuente de calor en la atmósfera inferior, por ejemplo una región

de agua caliente, produce una circulación anómala en la atmósfera superior, formada por células alternadas de circulación ciclónica y anticiclónica, desde la fuente térmica hacia latitudes más altas. Esta configuración circulatoria distintiva produce aparentemente las llamadas "teleconexiones" de las anomalías del tiempo y el clima en regiones alejadas de la fuente de calor.

Un aspecto, todavía no resuelto, es que la formación de regiones con temperaturas superficiales del mar elevadas no siempre resultan en el debilitamiento de los Alisios y la producción de El Niño.

## LA NIÑA

La fase de la Oscilación del Sur asociada a El Niño, es precedida y seguida por períodos en los cuales las temperaturas superficiales del mar son usualmente bajas en el Pacífico Central y Oriental y los vientos Alisios son muy fuertes. A esta fase de la Oscilación del Sur se le llama La Niña<sup>13,14</sup>; Trenberth y colaboradores<sup>21</sup> encontraron que la ocurrencia de condiciones excepcionalmente intensas de La Niña durante 1988 pudieron haber contribuido a la sequía que ocurrió sobre Norteamérica en el verano de ese año. Sin embargo, generalmente, los períodos de La Niña no están asociados con consecuencias climáticas tan desastrosas como las que se conocen produce El Niño.

## PATRONES DE LLUVIA SOBRE EL PACIFICO

En los trópicos, aire húmedo converge en las regiones más calientes, donde asciende causando condensación del vapor de agua y formando nubes convectivas (cumulonimbus), cuyos topes pueden alcanzar los 15 km. Se han propuesto varias razones para explicar por qué la

*De acuerdo con Covey y Hastenrath, los años de ENOS se caracterizan por presiones al nivel del mar anormalmente bajas sobre la parte este del Pacífico Austral y anomalías positivas de la presión al nivel del mar sobre el Atlántico*

convección atmosférica ocurre sobre las aguas más calientes; ellas son discutidas, por ejemplo, por Philander<sup>13</sup>. Tales zonas convectivas, caracterizadas por lluvias intensas, se desplazan estacionalmente en respuesta a los cambios en las temperaturas superficiales. Estos desplazamientos toman lugar predominantemente en la dirección norte-sur, según la posición de la Tierra en relación con el Sol. Ellos se pueden dar también en la dirección este-oeste, como ocurre especialmente durante los eventos ENOS en el Pacífico Occidental y el Sureste de Asia. En este caso, la zona convectiva del Pacífico Occidental tropical se corre hacia el este, como consecuencia del incremento de la temperatura superficial del mar en el Pacífico tropical Central y Oriental. En la región donde se encontraban originalmente estas zonas convectivas hay un decrecimiento de la lluvia y un aumento de la presión, mientras que las zonas hacia donde se corren, como el Pacífico Oriental, por ejemplo, experimentan un incremento de la lluvia y un decrecimiento de la presión. Durante La Niña la situación se invierte.

#### ASPECTOS CLIMATICOS GENERALES DE LOS EVENTOS ENOS SOBRE AMERICA CENTRAL Y EL CARIBE

De acuerdo con Covey y Hastenrath<sup>7</sup>, los años de ENOS se caracterizan por presiones al nivel del mar anormalmente bajas sobre la parte este del Pacífico Austral y anomalías positivas de la presión al nivel del mar sobre el Atlántico; los vientos Alisios son más débiles que lo normal sobre el Pacífico y más fuertes sobre el Atlántico. Además, se ha notado que los vientos del oeste de la atmósfera superior en latitudes medias se intensifican durante los eventos ENOS<sup>2</sup>. Aceituno<sup>2</sup> encontró que las anomalías de la circula-

ción superior son más marcadas durante el período de noviembre a marzo, aunque una atmósfera tropical más cálida es una característica persistente durante los eventos ENOS (fase negativa de la Oscilación del Sur). En el semestre de abril a octubre, durante los eventos ENOS, las condiciones de temperaturas más cálidas, registradas en las estaciones meteorológicas sobre tierra, están asociadas con una tendencia hacia desviaciones positivas en la altura de los niveles de 500 y 200 hPa (hectopascales) sobre la América tropical<sup>12</sup>.

La lluvia sobre América Central y el Caribe está relacionada con la Oscilación del Sur<sup>1,10,19</sup>. Los estudios de Aceituno<sup>1</sup> y Roger<sup>19</sup> indican que durante los eventos ENOS, en el período de julio a diciembre, la precipitación decrece significativamente sobre América Central y la parte norte de Suramérica. En el período de enero a marzo, las cantidades de lluvia son bajas y la interpretación de la variabilidad de la lluvia es difícil; en el período de abril a junio, no existe una tendencia consistente de un decrecimiento de la lluvia, durante los eventos ENOS, sobre el Caribe y América Central<sup>19</sup>.

#### EFFECTOS DE LOS EVENTOS ENOS EN COSTA RICA

Normalmente, sobre Costa Rica, los vientos Alisios son más intensos en la estación seca (diciembre-abril); sin embargo, durante la ocurrencia del ENOS, se observan vientos Alisios más fuertes en algunos meses de la estación lluviosa (mayo-noviembre). Además, los datos del sondeo de la estación Juan Santamaría (10°00'N, 84°12'W)<sup>9,22</sup> muestran que en las últimas cuatro ocurrencias de ENOS, los vientos del oeste, que normalmente se observan en la estación seca entre 300 y 100 hPa aproximadamente, tienden a

*En Costa Rica, en los años de ENOS, el régimen de precipitación se altera con respecto a sus valores normales, tanto en las cantidades que se acumulan, como en su distribución*

persistir durante los meses de la estación lluviosa. Se ha dado el caso extremo (como ocurrió en 1972) en que esos vientos del oeste persistieron todo el año. Estas condiciones de la circulación atmosférica durante los eventos ENOS, producen ciertos patrones climáticos en Costa Rica<sup>15,16,20,22</sup>, los cuales se describirán a continuación.

En Costa Rica, en los años de ENOS, el régimen de precipitación se altera con respecto a sus valores normales, tanto en las cantidades que se acumulan, como en su distribución; en la mayor parte de la Vertiente del Pacífico se produce una disminución de la cantidad de precipitación. Los años más secos que se han dado en esta parte del país durante los últimos 25 años, a saber 1965, 1972, 1977, 1982 y 1986-1987, han sido reconocidos como años de ENOS.

Cuando se presenta el ENOS, la estación lluviosa es irregular y la estación seca siguiente es más cálida y seca que en los años en que no se presenta el fenómeno.

La estación lluviosa del Pacífico en esos años, se caracteriza por una disminución en la cantidad de precipitación, especialmente en los meses de julio y agosto, un aumento en el número de días sin lluvia y un final prematuro. En el caso del Pacífico Seco, la estación lluviosa puede acabar a principios de octubre, esto es, dos o tres semanas antes de lo normal.

En la zona más afectada por el ENOS (la región de Guanacaste), la estación lluviosa efectiva es muy corta. Las lluvias empiezan normalmente en la última década de mayo, se interrumpen a mediados de junio y se restablecen de nuevo con regularidad hasta el mes de setiembre.

El aumento del número de días secos varía entre diferentes partes de la Vertiente del Pacífico. Así por ejemplo, en el Pacífico Norte y Pacífico Central se dan hasta

sesenta días secos más que en un año normal, en el Valle Central Occidental y en la región de los Santos se dan hasta cuarenta días secos más, en Buenos Aires de Osa y el Valle de El General hasta treinta días más y en el Valle de Coto se dan hasta veinte días más. Las faldas de la Cordillera Central no son tan afectadas, pues reciben algunas lluvias provenientes del Caribe.

La disminución de la precipitación en la vertiente del Pacífico de Costa Rica, durante los eventos ENOS, es debida principalmente a los efectos del flujo, ya que los parámetros termodinámicos presentan variaciones interanuales de menor magnitud. La existencia de una cortante vertical fuerte, originada en algunos meses de la estación lluviosa por vientos del este en niveles inferiores y vientos del oeste en niveles superiores, es una condición adversa para el desarrollo de la convección profunda en su etapa inicial. Además, cuando los vientos Alisios son fuertes, los efectos térmicos debidos a la orografía se reducen, lo cual repercute también adversamente en el desarrollo de la convección. Grandoso<sup>9</sup> utilizó estos factores para explicar los patrones de precipitación en Costa Rica. Algunos ejemplos mencionados por él corresponden a casos de ENOS (aunque no los discute en ese contexto) y son relevantes para nuestros propósitos. En el mes de julio de 1977, la velocidad máxima de los Alisios, debajo de los 700 hPa, fue de 10,8 m/s (21 nudos) contra un promedio de 7,2 m/s (14 nudos) y la cortante vertical (diferencia vectorial entre 200 y 800 hPa) fue de 12,4 m/s (24 nudos) contra un promedio de 5,1 m/s (10 nudos); la cantidad de lluvia en San José fue 55 mm contra un promedio para el período 1972-1979 de 190 mm. Como se mencionó anteriormente, durante todo 1972 persistieron vientos del oeste en la atmósfera superior. Consecuencia de

*El impacto económico de ENOS en Costa Rica se ha observado principalmente en cuatro actividades de importancia económica: el abastecimiento de agua, la producción agrícola y pecuaria, la pesca y la generación hidroeléctrica.*

este factor adverso para el desarrollo de la convección, fue una disminución de la precipitación en San José: 199 mm en junio (contra un promedio de 295 mm), 188 mm en agosto (contra un promedio de 275 mm), 191 mm en setiembre (contra un promedio de 336 mm), 277 mm en octubre (contra un promedio de 305 mm) y 79 mm en noviembre (contra un promedio de 117 mm); la precipitación anual fue de 1492 mm (contra un promedio de 1865 mm)<sup>9</sup>.

En la Vertiente del Caribe, durante los eventos ENOS, se ha notado que los meses de julio y agosto tienen una tendencia a mucha precipitación e incluso a que se produzcan "temporales". Esto está relacionado con la intensificación de los Alisios en la troposfera inferior (perpendiculares a la cordillera), junto a inestabilidad potencial y humedad altas, también en la troposfera inferior, y valores bajos de estabilidad potencial en la troposfera superior<sup>9</sup>.

En los años que ocurre ENOS, tanto en el Pacífico como en el Caribe, las lluvias muestran una tendencia a ser de carácter corto y violento, aumentando el número de casos de desbordamiento de los ríos.

Otro efecto climático se observa en las temperaturas. En cinco eventos ENOS analizados, se encontró que las temperaturas medias mensuales del aire aumentaron en más de un grado Celsius por encima de lo normal, durante varios meses, produciendo una estación seca más cálida de lo normal. Estadísticas de las temperaturas extremas registradas en los últimos 40 años en la estación de San José, muestran que las temperaturas más altas que se han registrado en ese período han sucedido en los meses de marzo y abril de los años de ENOS. Las anomalías de la temperatura media en varias estaciones de la Vertiente del Pacífico, indican que durante todo el período de ENOS son mayores que el promedio.

El impacto económico de ENOS en Costa Rica se ha observado principalmente en cuatro actividades de importancia económica: el abastecimiento de agua, la producción agrícola y pecuaria, la pesca y la generación hidroeléctrica.

La disminución en las reservas de agua, producto de la irregularidad de las lluvias, ha repercutido en el abastecimiento del agua potable de las principales áreas urbanas del país.

La mala distribución de la lluvia durante los recientes años de ENOS, ha producido pérdidas considerables en la producción de granos, especialmente en la región del Pacífico Norte. Esto debido a los "veranillos" prolongados durante julio y agosto.

Datos de capturas durante los últimos quince años, muestran que en las ocurrencias de ENOS se ha producido un descenso en las capturas de especies de escama de valor comercial; además, durante 1986 y 1987, se observó una reducción significativa de capturas de camarón.

En el ENOS de 1986-1987, debido al descenso en el nivel del embalse Arenal, el Instituto Costarricense de Electricidad se vio obligado a reducir la generación con la planta de ese nombre. Como consecuencia, en 1987 fue necesario importar energía por varios millones de colones para la generación termoeléctrica.

En el campo de los recursos naturales, en los años 1982-1983 y 1986-1987, se observó un incremento en el número de casos de incendios forestales, lo cual podría asociarse al menor contenido de humedad de la vegetación, como resultado de una estación seca más cálida y prolongada, así como a las condiciones de temperatura y radiación más favorables para la producción de fuego espontáneo. ■

## LITERATURA CITADA

1. Aceituno, P. *On the functioning of the Southern Oscillation in the South America sector. Part I: Surface climate.* **Mon. Weather Rev.** 116:505-524. 1988.
2. Aceituno, P. *On the functioning of the Southern Oscillation in the South America sector. Part II: Upper air circulation.* **J. Climate** 2:341-355. 1989.
3. Battisti, D.S. y A.C. Hirst. *Interannual variability in the tropical atmosphere-ocean system: the influence of the basic state and ocean geometry.* **J. Atmos. Sci.** 46:1687-1712. 1989.
4. Bjerknes, J. *A possible response of the atmospheric Hadley circulation to equatorial anomalies of ocean temperature.* **Tellus** 18:820-829. 1966.
5. Bjerknes, J. *Atmospheric teleconnections from the equatorial Pacific.* **Mon. Weather Rev.** 97:163-172. 1969.
6. Cane, M.A. *El Niño.* **Ann. Rev. Earth Planet. Sci.** 14:43-70. 1986.
7. Covey, D.L. y S. Hastenrath. *The Pacific El Niño phenomenon and the Atlantic circulations.* **Mon. Weather Rev.** 106:1280-1287. 1978.
8. Edelson, E. *El Niño? No simple answer.* **Mosaic** 18-23. 1987.
9. Grandoso, H., A.V. de Montero y V. Castro. *Características de la atmósfera libre sobre Costa Rica y sus relaciones con la precipitación. Informe Semestral (enero-junio 1981),* Instituto Geográfico Nacional, San José, Costa Rica, págs. 11-52. 1981.
10. Hastenrath, S. *Variations in low-latitude circulation and extreme climatic events in the tropical Americas.* **J. Atmos. Sci.** 33:202-215. 1976.
11. Hirst, A.C. *Unstable and damped equatorial modes in simple coupled ocean-atmosphere models.* **J. Atmos. Sci.** 43:606-630. 1986.
12. Parker, D.E. *Documentation of a Southern Oscillation index.* **Meteorol. Mag.** 112:184-188. 1983.
13. Philander, G. *El Niño and La Niña.* **American Scientist** 77:451-459. 1989.
14. Philander, S.G. *El Niño, La Niña, and the Southern Oscillation.* Academic Press, San Diego, 1989.
15. Ramírez, P. *Estudio meteorológico de los veranillos en Costa Rica.* Nota de Investigación, Instituto Meteorológico Nacional. 1983.
16. Ramírez, P. *Efectos del fenómeno de El Niño en Costa Rica (en preparación).*
17. Rasmusson, E.M. y T.H. Carpenter. *Variations in tropical sea surface temperature and surface wind fields associated with the Southern Oscillation/El Niño.* **Mon. Weather Rev.:** 110:354-384. 1982.
18. Rasmusson, E.M. y J.M. Wallace. *Meteorological aspects of the El Niño/Southern Oscillation.* **Science** 222:1195-1202. 1983.
19. Rogers, J.C. *Precipitation variability over the Caribbean and tropical Americas associated with the Southern Oscillation.* **J. Climate** 1:172-182. 1988.
20. Suárez, M.E.; W. Fernández y H. Hidalgo. *An application of Palmer's drought index to a semi-arid tropical region.* **Rev. Geofísica** 27:13-33. 1987.

21. Trenberth, K.E.; G.W. Branstator y P.A. Arkin. *Origins of the 1988 North American drought. Science* 242:1640-1645. 1988.

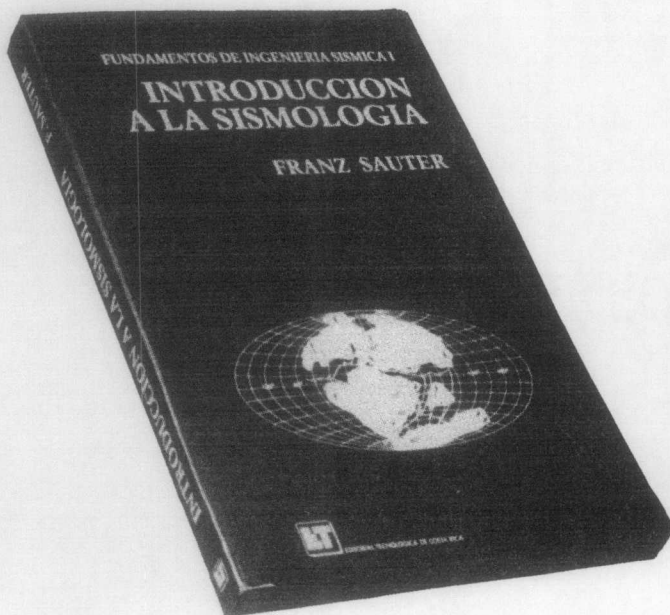
22. Vega, N. *The effects of El Niño in Costa Rica, 1982-83. University of Miami/*

*Tropical Ocean-Atmosphere News Letter* 39:1-4. 1987.

23. Wyrski, K. *El Niño-the dynamic response of the equatorial Pacific Ocean to atmospheric forcing. J. Phys. Oceanogr.* 5:572-584. 1975.



## EDITORIAL TECNOLOGICA DE COSTA RICA INSTITUTO TECNOLOGICO DE COSTA RICA



### FUNDAMENTOS DE INGENIERIA SISMICA I INTRODUCCION A LA SISMOLOGIA

Autor: Franz Sauter  
272 páginas, ilus.

Rústica, ISBN 9977-66-038-7

Con un tratamiento serio y riguroso pero de lectura muy agradable, el Ing. Sauter presenta conceptos relacionados con la estructura y dinámica de la tierra, las características y efectos de los movimientos sísmicos y los avances en la predicción de terremotos y su pronóstico a largo plazo.

La información contenida en este volumen constituye el contexto necesario para el segundo: LAS BASES DEL DISEÑO SISMORRESISTENTE, que el autor tiene en preparación.

Adquiera esta obra en las principales librerías del país o en la

**EDITORIAL TECNOLOGICA  
DE COSTA RICA**

Apdo. 159-7050

Cartago, Costa Rica

☎ 51 53 33 Telex 8013 ITCR CR

Fax 51-5348