

ANÁLISIS DEL IMPACTO DEL PASO DE LOS CICLONES TROPICALES EN EL MAR CARIBE SOBRE COSTA RICA EN LAS ÚLTIMAS DÉCADAS.

Analysis of the Caribbean Sea Tropical Cyclone occurrences in the last four decades and their impacts in Costa Rica.

Eric J. Alfaro 1,2,3 y Adolfo Quesada 1*

RESUMEN

El estudio de la actividad de los ciclones tropicales así como su caracterización histórica en la región centroamericana, es una prioridad para mitigar el impacto que estos fenómenos provocan en las diversas zonas del istmo. Tomando lo anterior en consideración y dentro de las actividades realizadas en el proyecto IAI-CRN2-050, se definieron en este trabajo los años de alto o bajo impacto en Costa Rica por el paso de Ciclones Tropicales en el Caribe al considerar variables asociadas a la trayectoria del evento; la velocidad máxima alcanzada por los vientos del ciclón y la frecuencia de los fenómenos en la cuenca, información obtenida de la base de datos HURDAT. Además, Costa Rica posee una base rica en información sobre desastres naturales que afectaron directamente los centros poblacionales y diversos sectores socioeconómicos como el agropecuario, energía y transporte, entre otros, lo que permitió el detallar los desastres sufridos en Costa Rica por Ciclones Tropicales durante las últimas cuatro décadas, reportados a la base de datos DesInventar. El análisis mostró que la tendencia encontrada en el reporte anual de impactos por eventos hidrometeorológicos no puede ser explicada totalmente por efectos climáticos, por lo que se hace necesario incluir variables socioeconómicas para hacerlo.

ABSTRACT

The study of the tropical cyclones activity, and their historic characterization in the Central American region, is a basic element to mitigate their impact over different regions of the isthmus. As a part of the project IAI-CRN2-050, were defined years with high and low tropical cyclone impacts in Costa Rica, considering variables like trajectory, maximum wind velocity and the annual occurrence of cyclones in the basin, according with the HURDAT data base. Additionally, Costa Rica has a good natural disasters data base, related with events that affected specific locations and several socioeconomic sectors like agriculture, energy and transport. This data base, called DesInventar, allowed the study of disasters in Costa Rica related with tropical cyclones during the last four decades. The analysis showed a trend in the annual number of impacts related with hydrometeorology causes that can not be explained by climate trends only. That means that socioeconomic variables should be included in the analysis.

Palabras Clave: Huracanes, Ciclones Tropicales, Impactos, Desastres Naturales, Mar Caribe, Centroamérica, Variabilidad Climática.

* 1-Centro de Investigaciones Geofísicas, 2-Escuela de Física, 3-Centro de Investigaciones en Ciencias del Mar y Limnología, Universidad de Costa Rica. Teléfono: (506) 25115096. Fax: (506) 22342703. Correos electrónicos: erick.alfaro@ucr.ac.cr, adolfo.quesada@gmail.com.

Keywords: Hurricanes, Tropical Cyclones, Impacts, Natural Disasters, Caribbean Sea, Central America, Climate Variability.

INTRODUCCIÓN

Costa Rica posee una base relativamente rica en información sobre desastres naturales que afectaron directamente los centros poblacionales y diversos sectores socioeconómicos como el agropecuario, salud, educación, energía, alcantarillado, acueductos, transporte (vías de comunicación, puentes, etc.). Esta base, llamada DesInventar según La Red (2008), se define como un desarrollo conceptual y metodológico sobre los desastres de todas las magnitudes y sobre diversidad de entornos: locales, nacionales y regionales. Además, sintetiza la información obtenida de periódicos, comités de emergencias y otras fuentes.

Son diversas las variables que pueden ser estudiadas mediante DesInventar, a la vez es de subrayar que el método se depura a razón de mayores fuentes de información y al crecimiento poblacional; ya que en parte, el aumento en las masas de personas en el país desatarán una serie de mayores desastres naturales relacionados con la construcción de viviendas cerca de áreas vulnerables y la densidad poblacional en unidades de terrenos menores.

Por otro lado, los desastres naturales son fenómenos con los que el ser humano debe lidiar de manera frecuente. El estudio de la dinámica de los ciclones tropicales así como su caracterización histórica en la región centroamericana y del Caribe (Alfaro 2007; Alvarado y Alfaro 2003)., es una prioridad para mitigar el impacto que estos fenómenos provocan en las diversas zonas del istmo y las Antillas.

La magnitud del impacto de los ciclones tropicales sobre un sitio de interés depende de variables, tales como la posición del ciclón respecto a ese sitio, su intensidad o el tiempo de permanencia del mismo cercano al área de estudio (Alfaro 2007; Taylor y Alfaro 2005; Alvarado y Alfaro 2003).

Para el estudio de estos impactos, se pueden definir dos grandes regiones que afectan diversos espacios geográficos en el continente americano: 1. el Mar Caribe y 2. el Golfo de México. Ambas regiones se conocen como los mares Intra-Americanos.

Este trabajo analiza los impactos de los ciclones tropicales sufridos en Costa Rica, en sus años de mayor y menor impacto. Estos años se definen según la interrelación de variables como la trayectoria y nivel de acercamiento que tuvo el ciclón tropical al istmo; según su latitud y longitud, la velocidad máxima alcanzada por los vientos del fenómeno y la frecuencia anual de fenómenos observados en el Mar Caribe.

METODOLOGÍA

Se realizó un compendio de los ciclones tropicales que han afectado a la región del Mar Caribe (posiciones con latitudes menores a 24 °N y longitudes mayores a 60 °W), extrayendolos del gran sistema de ciclones tropicales que es el Océano Atlántico, esto desde 1944 hasta 2007 (Fig. 1). Teniendo en cuenta sus características físicas como trayectoria, vientos y tiempo de residencia en la cuenca; se filtraron los ciclones tropicales que podían haber tenido mayor influencia en los posibles impactos hidrometeorológicos que se presentaron en Costa Rica para los distintos años de estudio. Estas variables asociadas a los ciclones tropicales fueron obtenidas de la

base de datos del proyecto HURDAT (<http://www.aoml.noaa.gov/hrd/hurdat/>, Landsea et al. 2004).

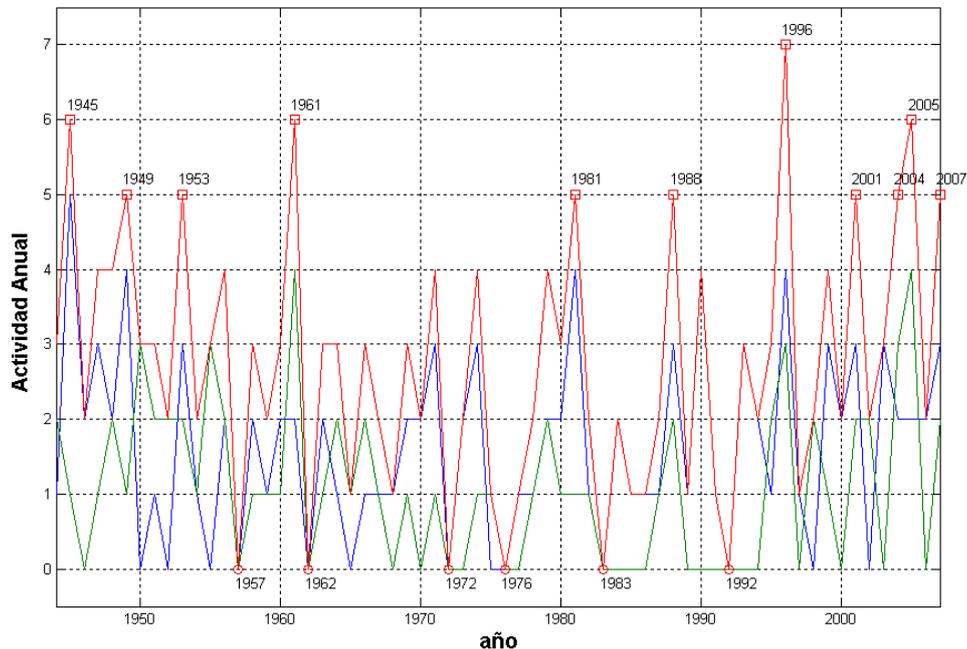


Figura 1. Frecuencia anual de ciclones tropicales en el Mar Caribe, de acuerdo a la base de datos HURDAT, entre 1944 y el 2007. La línea verde representa la ocurrencia de ciclones tropicales menores, es decir, tormentas tropicales y huracanes cuya categoría máxima no fue superior a tres. La línea verde son los huracanes que alcanzaron una categoría superior a tres y la línea roja es la suma de las anteriores. Se resaltan los once años de mayor actividad y los seis años con cero actividad.

Por otro lado la base de datos DesInventar por omisión contiene una serie de eventos y causas que sirven para ubicar el desastre natural según su condición de origen y desarrollo. Para definir la afectación directa e indirecta que un ciclón tropical podría tener en el territorio costarricense, se seleccionaron los eventos y causas que tenían mayor relación con un fenómeno de índole hidrometeorológica. Las causas de orden hidrometeorológico serían en este caso: Lluvias, Inundación, Deslizamiento, El Niño, Condición atmosférica, Depresión tropical, Desbordamiento, La Niña, Erosión, Inversión térmica, Neblina, Sequia, Tempestad, Vendaval.

Por otro lado, los eventos de índole hidrometeorológica serían: Inundación, Deslizamiento, Avenida, Lluvias, Vendaval, Marejada, Huracán, Sedimentación, Helada, Granizada, Sequia, Litoral, Aluvión, Alud, Tsunami, Licuación, Tormenta eléctrica, Nevada, Ola de calor, Tornado, Neblina. Para ambos casos en los que aparece Sequía, ésta no se incluyó en los análisis correspondientes a definir desastres naturales por causa de ciclones tropicales.

Según la metodología de DesInventar, se propone clasificar los eventos en seis categorías: fenómenos geodinámicos externos e internos, hidrológicos, atmosféricos, tecnológicos y biológicos. Sin embargo, para simplificar, a los fenómenos geodinámicos externos se les denominará coloquialmente como *deslizamientos* y

flujos y a los fenómenos geodinámicos internos se les identificará como eventos *sismo-tectónicos*. Se agruparán los fenómenos hidrológicos con los atmosféricos y se les denominará coloquialmente como *inundaciones y tormentas* e igualmente se agruparán los fenómenos tecnológicos y biológicos y se les identificará como *otros* eventos. De esta manera se utilizarán cuatro tipos de eventos (La Red 2008).

Para efectos propios de la investigación en curso, se establece utilizar el término de eventos hidrometeorológicos a los eventos contemplados como fenómenos geodinámicos y los hidrológicos; ahí ingresan eventos de relevancia para Costa Rica como son deslizamientos e inundaciones en una buena mayoría para el período en curso.

RESULTADOS

Según lo descrito en la sección anterior, los ocho años identificados de mayor impacto para Costa Rica fueron: 1971, 1980, 1988, 1996, 1998, 2001, 2004 y 2005. Por otro lado, los años de menor impacto fueron: 1981, 1982, 1984, 1986, 1990, 1992, 1997 y 2006. Estos años fueron seleccionados del periodo común con la base DesInventar, o sea, 1970-2007. Nótese de la Fig. 1, que no necesariamente estos años coinciden con años de mucha o poca actividad de ciclones tropicales en el Mar Caribe. Lo anterior se debe a que en este análisis se tomó en cuenta no solo el número de eventos, sino también su posición, vientos máximos y el tiempo de residencia en la cuenca.

De acuerdo a DesInventar, para los años de mayor impacto se presentaron más reportes de desastres naturales en contraste con los de menor impacto (Fig. 2). Para los años de mayor impacto se observaron 2682 eventos hidrometeorológicos, mientras que los años de menor impacto se presentaron 870 casos, 76 vs. 24% del total de estos años.

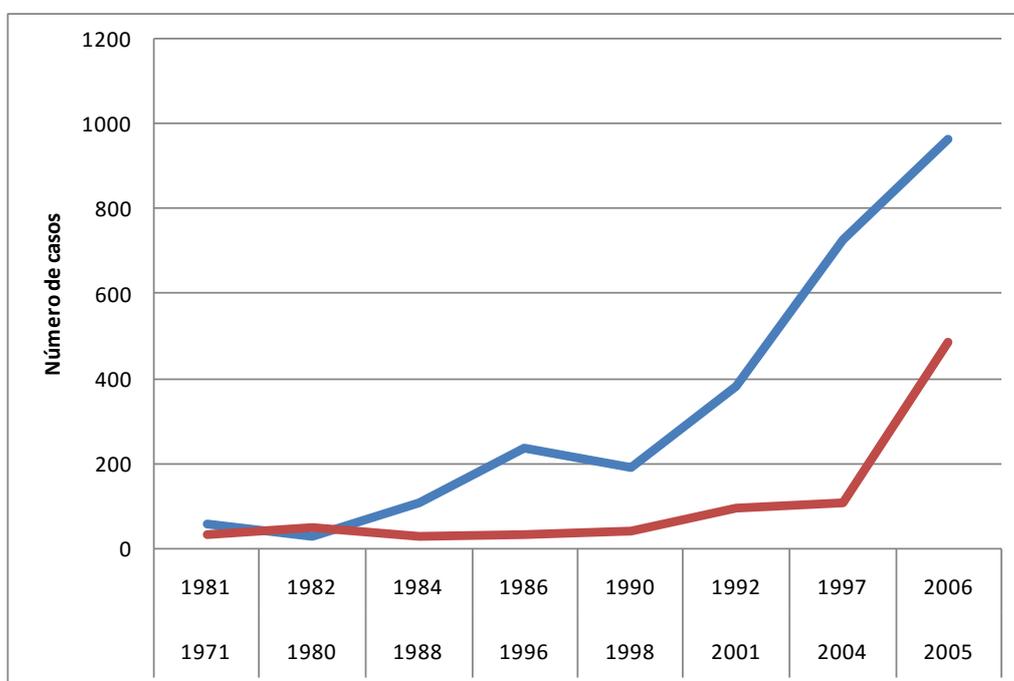


Figura 2. Número de eventos hidrometeorológicos en ambas categorías de impacto para los años de mayor impacto (línea azul) y los de menor impacto (línea roja).

Por otro lado, se encuentra que durante los años de mayor impacto hubo 764 casos de eventos asociados con ciclones tropicales, mientras tanto, en los años de menor impacto se presentaron 45 casos, 94 vs. 6% del total de estos años (Fig. 3).

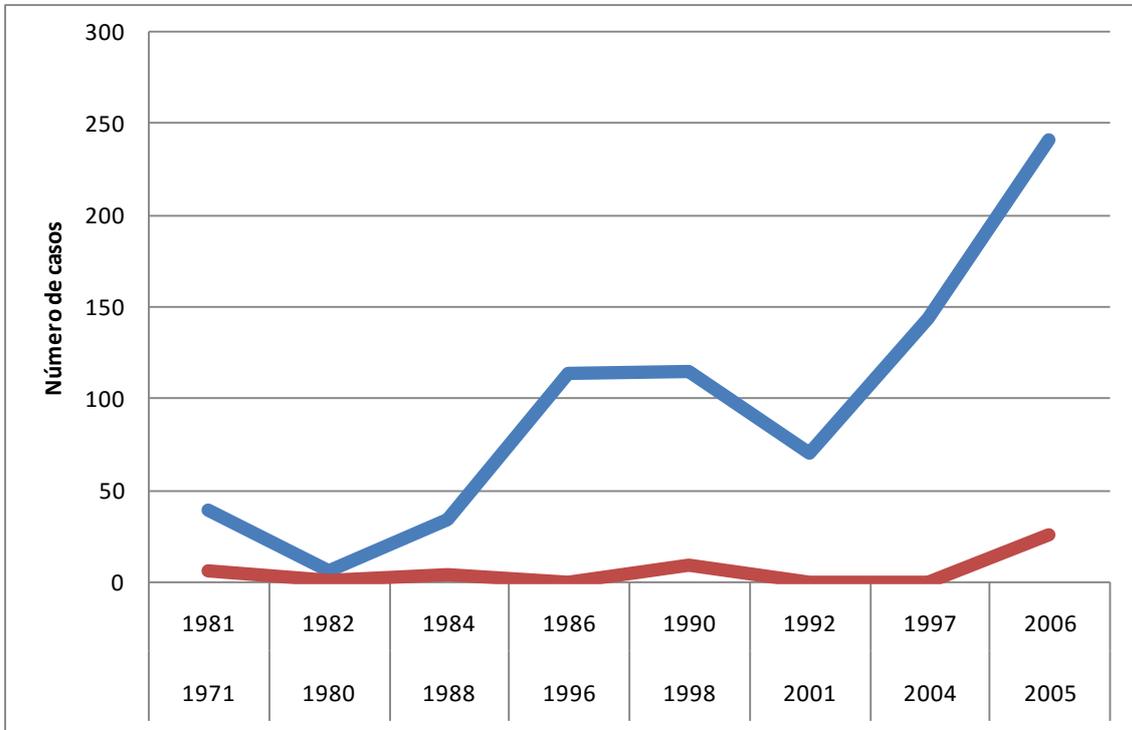


Figura 3. Número de eventos hidrometeorológicos relacionados a ciclones tropicales en ambas categorías de impacto para los años de mayor impacto (línea azul) y los de menor impacto (línea roja).

Se buscó contrastar la información de las trayectorias de los ciclones tropicales según sus fechas de acción con los desastres naturales acaecidos al mismo tiempo en Costa Rica, de esta forma se les podían achacar una influencia directa o indirecta en la activación o generación de impactos. Se determinaron casos específicos de cantones que presentaron a lo largo de los años una tendencia mayor a reportar impactos que se identifican como de índole hidrometeorológica y de fuerte relación con los ciclones tropicales ocurridos en el Mar Caribe (Fig. 4).

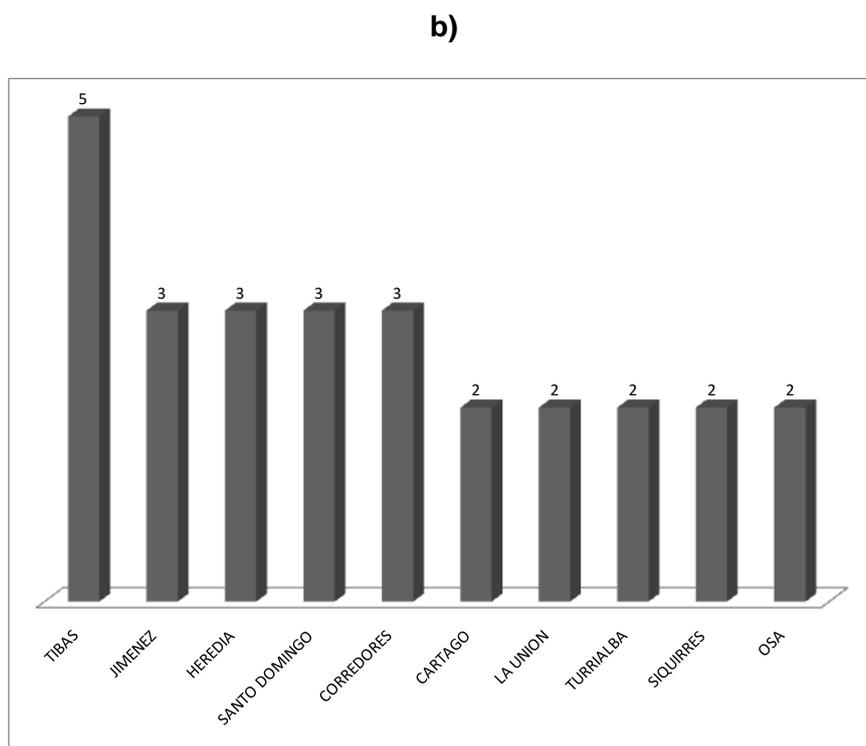
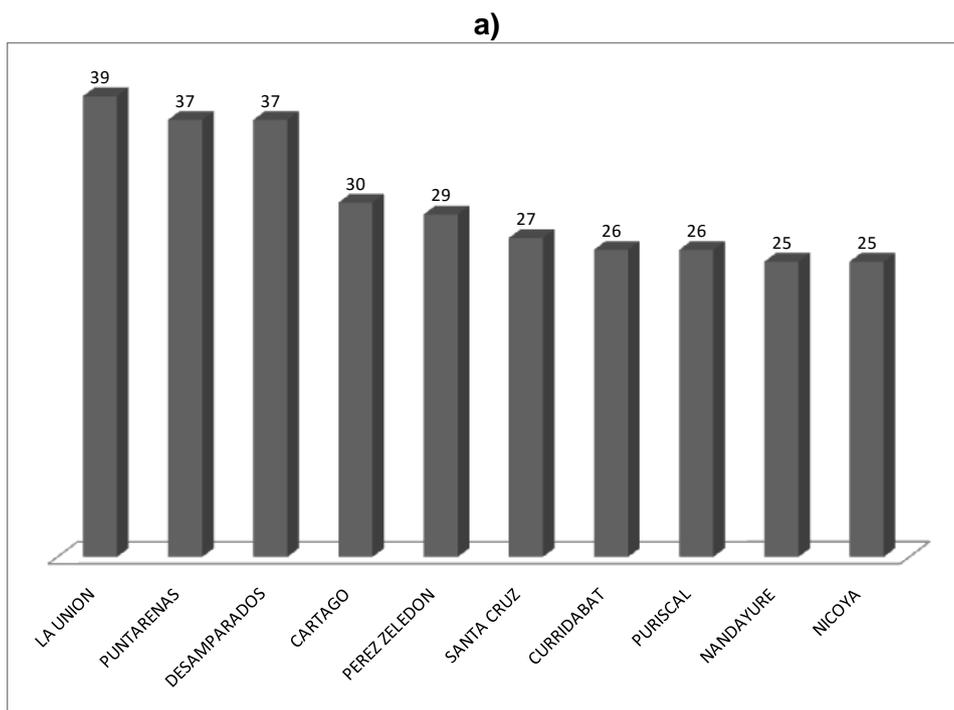


Figura 4. Los diez cantones con mayor número de impactos relacionados a los ciclones tropicales en Costa Rica, según DesInventar, para los años a) de mayor impacto y b) de menor impacto. Periodo de análisis 1970-2007.

Nótese de la Fig. 4a que 9 de los 10 cantones que reportaron mas impactos, se ubicaron en la vertiente Pacífica de Costa Rica, lo que sugiere que la mayoría de estos impactos se deben al efecto indirecto de los Ciclones Tropicales sobre el país, esto al

inducir una circulación en bajo nivel que acarrea aire húmedo y cálido desde el Océano Pacífico el cual provoca generalmente precipitación de tipo estratificado, asociada también con temporales, sobre la vertiente Pacífica de Costa Rica. Por otro lado, el número de reportes hechos durante los años de menor impacto fue apreciablemente menor, 27 vs. 301 (Fig. 4b), siendo el cantón de Cartago el único identificado dentro de los diez cantones con más reportes durante los años de mayor y menor impacto.

La conexión social con el fenómeno natural

Con gran afán se ha intentado estudiar la relación que existe entre la recurrencia de los desastres naturales y la vulnerabilidad social ante el embate de estos procesos del medio. El desarrollo de la estadística, sociología, matemática y toda una serie de ciencias que dan con la búsqueda de un concepto multidisciplinario para entender la vulnerabilidad social ante los eventos naturales (Cardona 1996)

El Ministerio de Planificación de Costa Rica (MIDEPLAN) diseñó en 2007 un índice que canaliza una serie de variables socioeconómicas que pueden determinar limitantes o virtudes de las diversas unidades territoriales del país a nivel de distrito o cantón (MIDEPLAN 2007). Entre los ejes de estudio utilizados para la elaboración de dicho índice, se usaron valores económicos, de participación social, salud y de educación. La Fig. 5 muestra cuales son las variables utilizadas para calcular el Índice de Desarrollo Social 2007.

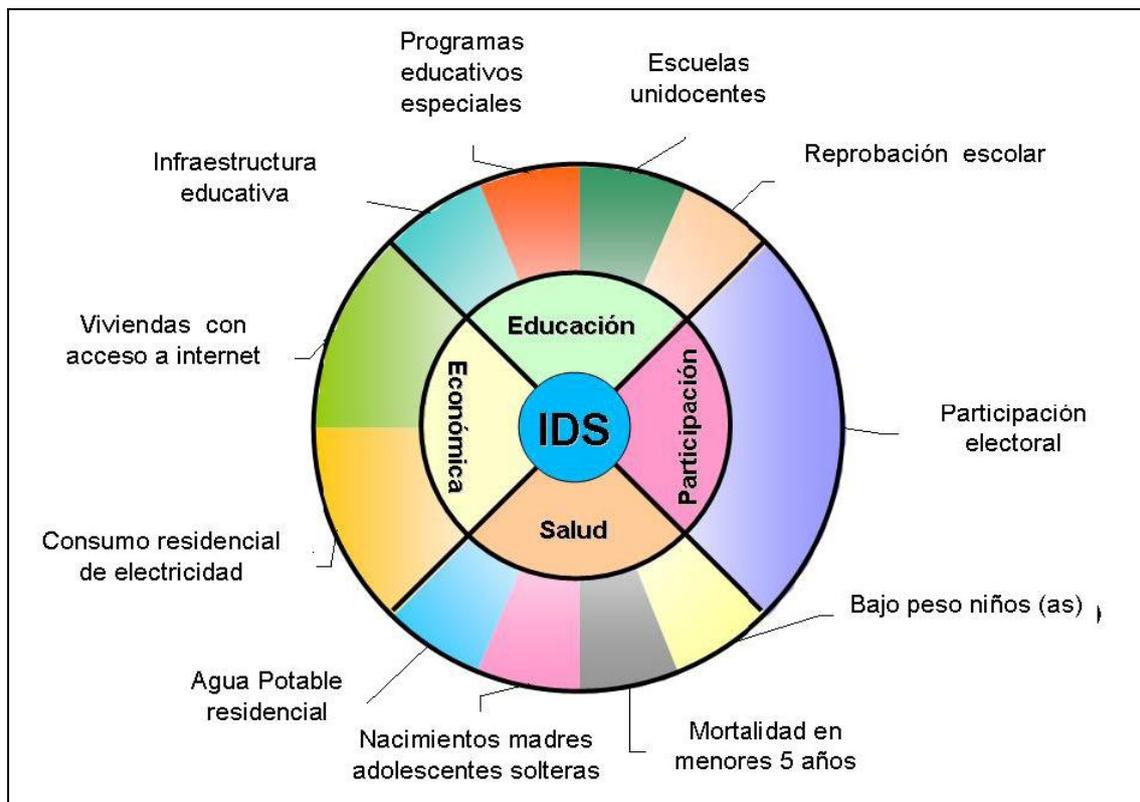


Figura 5. Composición del Índice de Desarrollo Social 2007. (MIDEPLAN 2007, <http://www.mideplan.go.cr/sides/social/indx10.htm>)

Este índice puede ayudar al estudio comparativo histórico del impacto de ciclones tropicales en Costa Rica, al buscar indicar la correlación entre vulnerabilidad de la población en casos del accionar de fenómenos naturales. Por otro lado, dicho índice al igual que otros de carácter social podrán facilitar la interpretación de la conexión entre el crecimiento poblacional y las particulares de esas poblaciones como pobreza, limitaciones educativas, viviendas en lugares de alto riesgo y otros patrones de la población que está siendo afectada por la naturaleza de los eventos hidrometeorológicos y de influencia ciclónica.

Según los resultados a nivel cantonal del Índice de Desarrollo Social (MIDEPLAN 2007), los cantones que están en los niveles inferiores de la evaluación nacional, son los que tienen lejanía del Gran Área Metropolitana (GAM) y por ende su dependencia socioeconómica a una mayoría de actividades del sector primario como ganadería y agricultura, son limitantes en el desarrollo propio de cada cantón como tal. A su vez, las limitantes educativas son mayores ya que la calidad de la educación decae al existir menor demanda del servicio por parte de la población local, así como el grado de capacitación de los docentes es menor. Por otra parte, el patrón de asentamiento de la población es disperso y genera dificultades en la calidad de algunos servicios básicos como electricidad y agua potable; por tanto la atención médica ante esta situación es de menor alcance que en áreas donde la población posee patrones de asentamiento mayormente aglutinados.

Los cantones fronterizos presentan particulares problemas y se presentan como los de menor desarrollo social en el país; Talamanca, Coto Brus, Los Chiles, Golfito y Upala son los cinco cantones menos desarrollados para este índice.

Al comparar los cantones más afectados sea por ciclones tropicales o eventos hidrometeorológicos en general con los cantones con menores índices de desarrollo social a nivel provincial, se observa como ciertos cantones contrastan en ésta correlación. Para el caso de la provincia de San José los cantones con mayores casos de desastres naturales causados por eventos hidrometeorológicos o ciclónicos no se relacionan con los cantones con índices sociales bajos. Para Alajuela tampoco se observa una relación directa IDS – casos de desastres naturales. Para el caso de la provincia de Cartago, en cuanto a eventos hidrometeorológicos o ciclónicos Turrialba tiene el tercer lugar pero a nivel de IDS el cantón posee el nivel más bajo de la provincia como el número 66 del país. Para el caso de Heredia, Sarapiquí se presenta como el cantón menos desarrollado en el IDS y a su vez es el segundo más afectado por eventos hidrometeorológicos y de índole ciclónica. En el caso Guanacasteco los cantones con bajo IDS y los afectados por eventos hidrometeorológicos o ciclónicos no concuerdan. En la provincia de Puntarenas, Golfito es el segundo más afectado por eventos hidrometeorológicos o ciclónicos y el segundo con el menor índice de desarrollo social en la provincia. Para el caso de Limón, el cantón central de Limón y Matina son recurrentes en sus apariciones tanto por su afectación por eventos hidrometeorológicos o ciclónicos y por su bajo posicionamiento en el Índice de Desarrollo Social.

CONCLUSIONES

En nuestro análisis exploratorio, se notó que los años considerados inicialmente como de mayor impacto tuvieron un número también mayor de desastres naturales reportados en la base de datos DesInventar, esto al compararlo con los años considerados inicialmente como de menor impacto.

En la lectura de los eventos hidrometeorológicos que afectaron Costa Rica en el período en mención, Figs. 2 y 3, se llega a la conclusión de que existe un crecimiento en su cantidad según el avance de los años posiblemente relacionado a dos causas: la primera, la mejora en la capacidad nacional para adquirir información referente a eventos de este tipo; segunda, el crecimiento poblacional que busca áreas de alto riesgo ante la falta de un ordenamiento territorial eficiente que prevenga este tipo de problemáticas.

En la Fig. 4, se expresa la recurrencia de casos de desastres naturales relacionados ciclones tropicales en el Mar Caribe y su impacto a unidades territoriales más específicas, para este trabajo se utilizan cantones de Costa Rica. Se establece que cantones en su mayoría de la vertiente pacífica son los más afectados.

Al no haber una tendencia clara en la ocurrencia de ciclones tropicales en la región (Fig. 1), se podría postular que la tendencia positiva en los eventos de desastres naturales reportados (Figs. 2 y 3) podría estar explicado además por otros factores socioeconómicos.

El IDS 2007 de MIDEPLAN (2007) podría ayudar a entender como ciertos cantones con un desarrollo relativo bajo podrían tener también una relación directa con los impactos de eventos hidrometeorológicos y que a su vez están relacionados a ciclones tropicales. Sin embargo, esto es algo que se debe explorar más a fondo como trabajo futuro, ya que por lo general, las series de tiempo asociadas a estos índices son muy cortas.

Al analizar los datos de la base de datos DesInventar en el período entre 1970 y 2007, en los términos que contemplan los eventos hidrometeorológicos y los eventos que se suscriben dentro de la afectación sea directa o indirecta de los ciclones tropicales; el desarrollo del estudio de estos fenómenos queda restringido a las condiciones netamente de las ciencias de la información y los esfuerzos actuales por obtener información de calidad por parte de las instituciones tanto del Estado, privadas y de investigación.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se realizó gracias al apoyo de los proyectos VI 805-A7-002, Universidad de Costa y del IAI-CRN2050.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

Alfaro, E., 2007. Escenarios climáticos para temporadas con alto y bajo número de huracanes en el Atlántico. *Revista de Climatología*, **7**, 1-13.

Alvarado, L. y E. Alfaro, 2003: Frecuencia de los ciclones tropicales que afectaron a Costa Rica durante el siglo XX. *Tópicos Meteorológico y Oceanográficos*, **10**(1), 1-11.

Cardona, O. 1996. Manejo Ambiental y prevención de desastres: dos temas asociados. In: *Ciudades en Riesgo*. María Augusta Fernández (comp.). La Red (Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres Naturales). Ciudad de Panamá, Panamá. 57-74.

Landsea C, *et al.* (2004): The Atlantic Hurricane database Re-analysis Project. In *Hurricanes and Typhoons, past, present and future* (R. Murnane & K. Liu, Eds.), Columbia University Press, New York, pp. 178-221.

La Red (Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres Naturales), 2008. Inventario DesInventar para Costa Rica, años 1968-2007. DesInventar 6 (versión 6.3.5a). (www.desinventar.org)

MIDEPLAN (Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica de Costa Rica, Área de análisis del desarrollo), 2007: Índice de Desarrollo Social 2007. San José, Costa Rica. 143pp. (<http://www.mideplan.go.cr/sides/social/indx10.htm>)

Taylor, M. and **E. Alfaro**, 2005: Climate of Central America and the Caribbean. In: *Encyclopedia of World Climatology*. John E. Oliver (ed.), Springer, Netherlands. 183-189.