

# Corrientes marinas en algunas playas de Costa Rica

Omar G. Lizano Rodríguez<sup>549</sup>

Palabras clave: Corrientes marinas, sumersión, muertes, corrientes de resaca, playa.

## Resumen

La mayoría de las muertes accidentales en Costa Rica son las muertes por sumersión, superando aún, las muertes accidentales por accidentes de tránsito. Los ríos constituyen la primera causa de muertes por sumersión, seguida por ahogados en el mar. Entre 50 y 70 personas se ahogan en el mar, la mayoría de estas muertes están asociadas a las corrientes de resaca que se generan en la costa. Estadísticas del Organismo de Investigación (OIJ) muestran que la mayoría de las muertes por sumersión se dan en las playas mas visitadas en nuestro país, y no necesariamente las más peligrosas. Usualmente las playas expuestas a mar abierto son las que reportan mas accidentes. Dominical, Esterillos, Manuel Antonio, Banderas, Ballena y Jacó. Esto está en relación con olas de alta energía que alcanzan sus costas. Entre estas playas siempre está presente Playa Jacó, donde observaciones muestran la presencia frecuente de estas corrientes y es a la vez, una de las playas mas visitadas, dada su cercanía a los centros poblacionales grandes y facilidades que ofrece. Estas corrientes pueden ser fácilmente identificadas por su color café oscuro dada la carga de sedimentos que transportan hacia mar afuera. Sin embargo en aquellas playas donde los sedimentos son gruesos y pesados no es fácil identificar estas corrientes y se constituyen en playas aún más peligrosas. La generación de estas corrientes está en relación a la presencia de oleaje de gran altura, usualmente generadas por tormentas locales y remotas. Dado que la marea puede intensificar estas corrientes, es necesario estar vigilante de las épocas de mares grandes y la presencia de oleaje alto. Un esfuerzo adicional sobre investigación de este fenómeno en nuestras playas y mas información para los usuarios de mar, podría disminuir el número de muertes por sumersión en nuestras costas, que constituye hoy en día, la mayor causa de muertes accidentales en nuestro país y que genera un enorme impacto social en nuestra población cada año.

## Introducción

Varias son las corrientes marinas que se pueden encontrar cerca de la costa. Entre ellas se pueden mencionar: corrientes generadas por la marea, por el viento, por cambios de densidad (salinidad y/o temperatura), por las descargas de ríos y por el oleaje. El oleaje produce varios tipos de corrientes. El mismo movimiento oscilatorio de estas, genera un transporte neto, llamado "transporte de Stokes",<sup>550</sup> hacia la costa que es el causante de que objetos, partículas, sedimentos, organismos, etc., sean comúnmente depositados en las playas. Las olas al romper pueden generar corrientes a lo largo de la

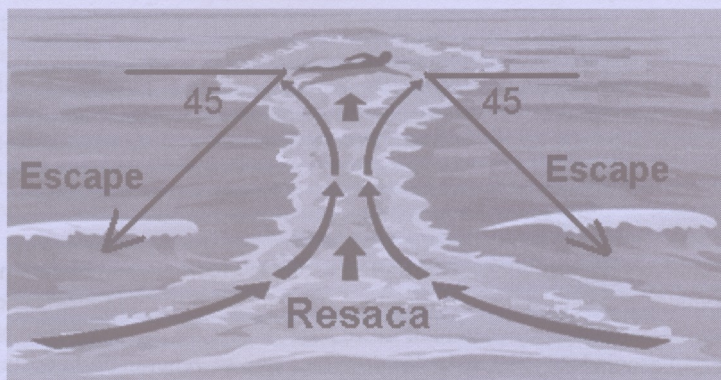
549/ Centro de Investigación en Ciencias del Mar y Limnología, Centro de Investigaciones Geofísicas, Departamento de Ciencias Atmosféricas, Oceánicas y Planetarias, Escuela de Física, Universidad de Costa Rica. olizano @cariari.ucr.ac.cr

550/ Komar, P.D. (1976). *Beach processes and sedimentation*. Prentice-Hall, Inc. Nueva Jersey. p. 429.



costa, corrientes hacia la costa y corrientes de retorno hacia mar adentro. Estas últimas son la conocidas como corrientes de resaca. Se podría definir entonces, que una corriente de resaca es una corriente fuerte de agua que fluye desde la costa hacia mar abierto como muestra Figura 1.

**Figura 1**



**Esquema de una corriente de resaca.**

Fuente: Modificada de Rip Currents NOAA, [www.ripcurrents.noaa.gov](http://www.ripcurrents.noaa.gov)

La generación e intensidad de ellas depende de la forma de la costa, de la pendiente de la playa, de la presencia de barras de arena hacia la playa y de las variaciones batimétricas frente a la costa.<sup>551</sup> Su estudio es reciente. Aún hay preguntas sin respuestas a estos procesos, algunos de los cuales son aún, pobremente entendidos.<sup>552</sup> Shepard, Emery y Lafond,<sup>553</sup> fueron unos de los primeros en reportar las velocidades de estas corrientes y encontrar que estaban influenciadas por las olas. Shepard e Inman<sup>554</sup> denominaron a estas corrientes como corrientes a lo largo de la costa e identificaron celdas de circulación. Bowen<sup>555</sup> y Bowen y Inman<sup>556</sup> mostraron que estas celdas de circulación son producidas por variaciones en las alturas de las rompientes de las olas conforme se aproximan a la playa. Estas variaciones producen también variaciones en el apilamiento del agua sobre la costa, y estas diferencias de nivel del agua, generan un gradiente diferencial de la presión de agua hacia la costa. La diferente altura de rompimiento también genera un empuje diferencial (definido también como un exceso de flujo de momento a lo largo de la cresta llamado “esfuerzo de radiación” de la ola (en inglés: “radiation

551/ Chandramohan, P., V.S. Kumar & B.K. Jena. (1997). *Rip current zones along beaches in Goa, west coast of India*. J. of Wtrwy., Port, Coast, and Oc. Engrg., ASCE, 123 (6): pp.322-328.

552/ Thornton, E., T. Darlymple, T. Drake, S. Elgar, E. Gallagher, B. Guza, A. Hay, R. Colman, J. Kaihatu, T. Lippmann & T. Ozkan-Haller. (2000). *State of Nearshore Processes Research: II. Technical Report NPS-OC-00-001*. Naval Postgraduate School, Monterrey, California 93943. (Downloaded: march 7, 2005, <http://www.oc.nps.navy.mil/~thornton>).

553/ Shepard, F.P., K.O. Emery y E.C. La Fond. (1941). *Rip currents: A process of Geological Importance*. J. Geology, 49(4). pp. 337-369.

554/ Shepard, F.P. y D.L. Inman. (1950). *Nearshore circulation related to bottom topography and wave refraction*. Trans. Am. Geophys. Union. 31(4): pp. 555-565.

555/ Bowen, A.J. (1969). *Rip currents I. Theoretical investigations*, J. Geophys. Res., 74(23): pp. 5467-5478.

556/ Bowen, A.J. y D.L. Inman. (1969). *Rip currents, 2. Laboratory and field observations*. J. Geophys. Res. 74: pp. 5470-5490.



stress”).<sup>557</sup> Estas son las fuerzas necesarias y suficientes para generar una corriente de resaca.<sup>558</sup> La variación del empuje de las olas a lo largo de la cresta, es ligada a varios procesos. Entre ellos se apuntan:<sup>559</sup> a) variaciones batimétricas,<sup>560</sup> b) presencia de grupos o paquete de olas,<sup>561</sup> c) interacciones con las corrientes promedio generadas por ellas mismas,<sup>562</sup> d) interacciones con ondas de mayor frecuencia tales como las ondas límite.<sup>563</sup>

Las variaciones batimétricas pueden ser permanentes o temporales. La topografía del fondo marino más allá de las rompientes (permanentes) producen refracción de oleaje sobre la costa, cuyos patrones pueden generar convergencia (mayor altura de las olas) o divergencia (menor altura) según las olas se aproximan a la costa.<sup>564</sup> Estos patrones de oleaje cambian por supuesto, según cambio la dirección del oleaje incidente. El oleaje fuerte generado por tormentas remotas o locales, al romper sobre la costa genera acumulaciones (temporales) de sedimentos (barras de arena) y hondonadas o trincheras. Estas acumulaciones y canales aparecen y desaparecen, no siempre en el mismo lugar.<sup>565</sup> Estos cambios en profundidad producen variaciones en la altura de la ola y en la posición del rompimiento, las cuales son suficientes para que se genere una corriente de resaca.

Las olas en realidad pueden viajar desde diferentes direcciones y en grupos, llamados paquetes de energía.<sup>566</sup> Estos grupos pueden tener variaciones espaciales a lo largo de la costa que producen diferencias en la altura de rompimiento de las olas, y esto puede generar corrientes de resaca.

Por otro lado, las corrientes producidas por las mismas olas hacia la playa, y desde la playa, producen interacción con las olas incidentes, cambiando la pendiente de la ola, lo cual modifica el tipo de rompimiento y la posición de este. Esto también genera una diferencia espacial de apilamiento de agua sobre la costa, la cual es la causa principal de generación de corrientes de resaca.

Se sabe que las olas al romper sobre la costa pueden generar reflexiones sobre la misma playa o bordes de la costa. Estas reflexiones se propagan en otras direcciones respecto de las incidentes. Estas interactúan según la teoría de superposición de ondas, esto es, donde dos crestas se encuentran, su altura se suma, y donde una cresta y un valle se encuentran sus alturas se restan. Esto también genera variaciones a lo largo de la cresta al romper la ola. Algunas de estas ondas atrapadas, llamadas “ondas límite” han sido identificadas<sup>567</sup> como causantes de estas alturas diferenciales de las olas al romper.

---

557/ Komar, P.D. (1976). *Beach processes and sedimentation*. Prentice-Hall, Inc. Nueva Jersey. p. 429.

558/ Komar, P.D. & R.A. Holman. (1986). *Coastal processes and the development of shoreline erosion*. *Ann. Rev. Earth Planet. Sci.* 14: pp. 237-265.

559/ Johnson, D. & C. Pattiaratchi. (2004). *Transient rip currents and nearshore circulation on a swell-dominated beach*. *J. Geophys. Res.* 109 (C2), C02026. (Downloaded : may 2, 2005, [http://www2.cwr.uwa.edu.au/~johnson/content/field\\_work/2003JC001798.pdf](http://www2.cwr.uwa.edu.au/~johnson/content/field_work/2003JC001798.pdf))

560/ Bowen, A.J. (1969). *Rip currents I. Theoretical investigations*, *J. Geophys. Res.*, 74(23): pp. 5467-5478.

561/ Dalrymple, R.A. (1975). *A mechanism for rip current generation on an open coast*. *J. Geophys. Res.*, 80: 3485-3487.

562/ Dalrymple, R.A. & C.J. Lozano. (1978). *Wave-current interaction models for rip currents*. *J. Geophys. Res.*, 83: pp. 6063-6071.

563/ Bowen, A.J. (1969). *Rip currents I. Theoretical investigations*, *J. Geophys. Res.*, 74(23): pp. 5467-5478; Hino, M. (1974). *Theory of the formation of rip-current and cuspidal coast*. En: Proc. 14<sup>th</sup> Int. Coastal Eng. Conf. ASCE: pp. 901-919.

564/ Knauss, J.A. (1978). *Introduction to physical oceanography*. Prentice-Hall, Inc. Nueva Jersey. p. 338.

565/ Short, A.D. (1985). *Rip Current type, spacing and persistence, Narrabeen Beach, Australia*. *Marine Geology*, 65: p. 47-71; Chandramohan, P., V.S. Kumar & B.K. Jena. (1997). *Rip current zones along beaches in Goa, west coast of India*. *J. of Wtrwy., Port, Coast, and Oc. Engrg., ASCE*, 123 (6): p.322-328; Stanley, D.J. & D.J.P. Swift.(1976). *Marine sediment transport and environmental management*. John Wiley & Sons. Nueva York. p. 592.

566/ Knauss, J.A. (1978). *Introduction to physical oceanography*. Prentice-Hall, Inc. Nueva Jersey. p. 338.

567/ Komar, P.D. (1976). *Beach processes and sedimentation*. Prentice-Hall, Inc. Nueva Jersey. p. 429.



## **El caso de Costa Rica**

En nuestro país es muy frecuente escuchar sobre ahogados en el mar, especialmente para las épocas de vacaciones y Semana Santa. Las muertes por sumersión constituyen aún hoy en día, la mayor causa de muerte accidental, superando incluso, las muertes accidentales por accidentes de tránsito. Es necesario aclarar aquí, que se habla de las muertes por accidentes de tránsito “accidentales”, no las muertes totales por accidentes de tránsito, que en su mayoría son dolosas o culposas, y que por supuesto, es la mayor causa de muertes en Costa Rica. En el presente trabajo se realiza una recopilación estadística sobre muertes accidentales por sumersión en el país, de manera que con ello se pueda sensibilizar a los organismos de emergencias, centros turísticos y población civil en general, sobre un tema que es ignorado a veces, y ocultado en otras por conveniencias e intereses económicos, pero que enluta muy periódicamente a familias costarricenses. Este artículo pretende llenar un completo vacío de información que sobre este fenómeno existe en nuestro país, pues no se conoce ningún trabajo publicado sobre esta temática. La ignorancia y falta de información es el enemigo número uno de este problema social. Se presenta también información sobre observaciones de corrientes de resaca que se han realizado en playas tanto del Pacífico como del Caribe de Costa Rica. Se incluye en un apéndice las reglas de seguridad y acciones en caso de emergencia ante una corriente marina como estas.

## **Materiales y métodos**

Las estadísticas de muertes por sumersión fueron extraídas básicamente del Organismo de Investigación Judicial (OIJ) del Poder Judicial de Costa Rica por medio de informes anuales y desde su página web (<http://www.poder-judicial.go.cr/>). Algunos datos fueron rescatados de informes (no publicados) de estudiantes y de proyectos realizados por universidades públicas. Información se extrajo también mediante consulta digital al Periódico La Nación de Costa Rica (<http://www.nacion.com/>).

Datos de oleaje sobre las costa de Costa Rica fueron obtenidos de la base de datos de pronósticos de oleaje y re-análisis de pronóstico de oleaje de la Nacional Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) y de Lizano.<sup>568</sup>

Se realizaron observaciones en varias playas del Pacífico y Caribe de Costa Rica donde se reportan con frecuencia muertes por sumersión. Un estudio mas detallado y prolongado se realizó en Playa Doña Ana y Playa Jacó, sitios que históricamente han sido señalados como de los más peligrosos de nuestro país. Información sobre predicciones de mareas para los días de observaciones, fue consultada desde tablas distribuidas por Gilca, la Casa del Pescador en San José, Costa Rica, y que son publicadas por la NOAA.

## **Resultados**

### **Estadísticas de muertes accidentales en Costa Rica.**

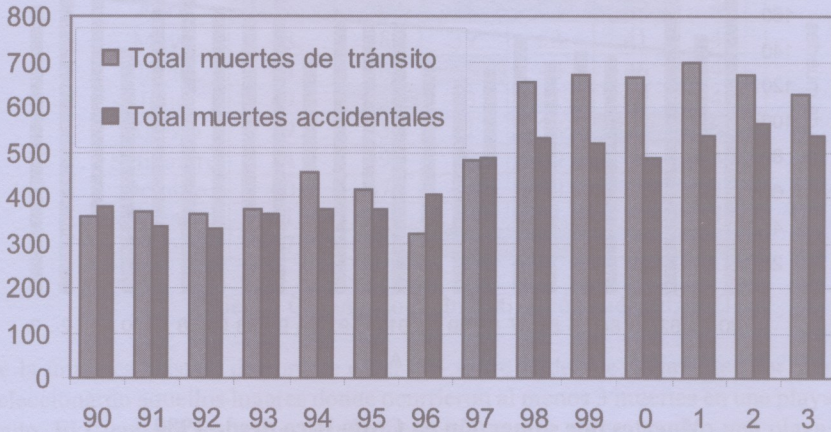
En Costa Rica según el OIJ (Organismo de Investigación Judicial) las muertes de tránsito constituyen la mayor causa de muerte. Estas han ido en aumento según pasan los años, como muestra la Figura 2. En ella también se muestra la variación del total de muertes accidentales en nuestro país, que como se nota, también aumenta en el tiempo, y ha sido comparable algunos años, con el total de muertes de tránsito. Es menester aclarar en este momento, que las muertes de tránsito pueden ser culposas, dolosas

568/ Lizano, 0.6. 2002a. “Las variables oceanográficas y su aplicación a la construcción de estructuras costeras”. CIMAR, Universidad de Costa Rica, Código Biblioteca Demetrio Tinoco (UCR): 551.470.2.1789v.



o accidentales. Cuando dos vehículos chocan y se producen muertes sin premeditación, pero donde media la falta de pericia, negligencia, imprudencia, etc., alguien es culpable. Habría dolo donde se producen muertes con premeditación. Las accidentales es cuando se producen muertes de personas sin que medie culpa o dolo de una segunda o tercera persona. Una muerte de un choque de dos bicicletas con conductores, es generalmente culposa o dolosa. Una muerte accidental con bicicletas es cuando un conductor choca contra otra bicicleta que no la conducía persona alguna, que estaba estacionada.

**Figura 2**



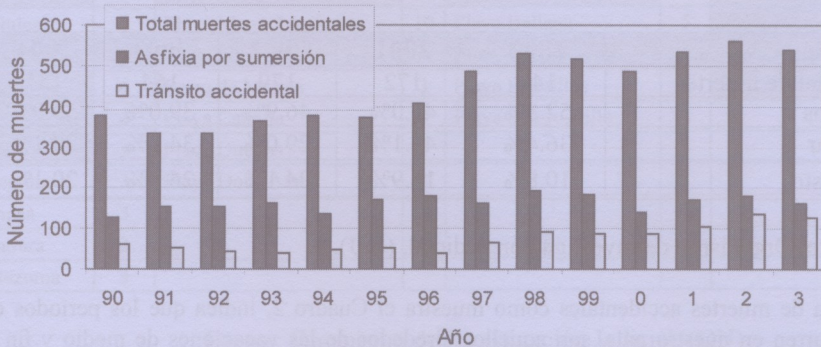
**Total de muertes por accidentes de tránsito y muertes accidentales.**

Fuente: Organismo de Investigación Judicial, (OIJ).

Dentro de las muertes accidentales hay una infinidad de causas de muerte que van desde choque de automóvil con automóvil, caídas de un techo, ahogamiento con semilla, ahogamiento en un balde de agua, cornada de toro, etc. Una lista detallada de estas causas se muestra en el Apéndice A.

Del total de muertes accidentales que muestra la Figura 3, un gran porcentaje de estas muertes lo representan las muertes por sumersión, superando las muertes accidentales por accidentes de tránsito.

**Figura 3**



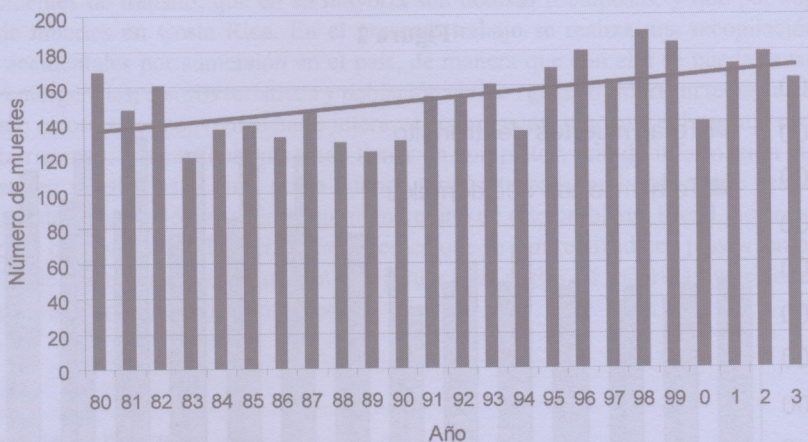
**Muertes accidentales, por sumersión y de tránsito accidental.**

Fuente: Organismo de Investigación Judicial, (OIJ).



La Figura.3 muestra la variación de las muertes por sumersión según los años cuyas estadísticas se pudo rescatar desde diferentes medios: OIJ, periódicos, etc. Aunque hay una cierta variabilidad, la serie muestra una leve tendencia positiva.

**Figura 4**



**Muertes por sumersión en Costa Rica desde 1980.**

Fuente: Organismo de Investigación Judicial, (OIJ).

De la única estadística existente en el OIJ entre los años 2001 a 2003, sobre las diferentes modalidades de muertes por sumersión, se pueden estimar los porcentajes de las principales causas, como lo muestra el Cuadro 1. La principal causa de muertes accidentales por sumersión son los ahogados en los ríos, seguido por los ahogados en el mar. Como muestra el Cuadro 1, las muertes por sumersión en los ríos son entre el 40 y 50% del total. Las muertes en el mar entre el 30 y 40%, correspondiendo al resto entre 10 y 25% del total.

**Cuadro 1**

**Totales y porcentajes de muertes por sumersión según diversas causas.**

Año	2000	2001	2002	2003	2004
Total de muertes	140	172	179	164	155
Ríos	52.8%	43.0%	46.9%	39.0%	50.9%
Mar	36.4%	40.1%	29.0%	34.8%	20.1%
Resto	10.8%	16.9%	24.1%	26.8%	20.1%

Fuente: Organismo de Investigación Judicial, (OIJ).

La estadística de muertes accidentales como muestra el Cuadro 2, indica que los períodos en que más accidentes ocurren en nuestro país, son aquellos alrededor de las vacaciones de medio y fin de año. Es evidente un máximo alrededor de abril, asociado a la Semana Santa en ese mes, el cual como se sabe, además de ser un mes caluroso, es muy común que la población utilice estos días para visitar los ríos y los mares.



**Cuadro 2**  
**Número de muertes accidentales según año y mes.**

	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Enero	49	54	56	49	44	34
Febrero	35	27	38	45	48	41
Marzo	51	31	43	57	47	36
Abril	50	56	55	62	62	49
Mayo	48	28	39	53	41	41
Junio	45	36	53	44	46	47
Julio	49	52	43	41	41	43
Agosto	29	45	41	38	55	50
Setiembre	34	49	38	39	48	45
Octubre	40	47	34	30	37	48
Noviembre	41	27	43	51	34	40
Diciembre	47	35	52	51	34	64

Fuente: Organismo de Investigación Judicial, (OIJ).

De la única estadística disponible en el OIJ sobre el detalle de muertes por sumersión según lugar, se seleccionaron aquellos lugares donde ocurrieron al menos 3 muertes en una playa durante cada año mostrado. El Cuadro 3 resume esta información. Aparece en ese cuadro una playa que se repite todos los años con un número significativo de ahogados: Playa Jacó en el Pacífico central de Costa Rica. En al menos 2 años, aparece Playa Bonita en el Caribe. Playa Jacó, Playa Puntarenas y Playa Manuel Antonio son las que han registrado el mayor número de ahogados en esos 3 años. En cuanto a los ríos, el que aparece en los 3 años consecutivos, es el río Sarapiquí.

**Cuadro 3**  
**Playas con más de 3 ahogados según años con información en el OIJ**

2001		2002		2003		2004	
Playa Puntarenas	8	Playa Jacó	11	Playa Jacó	5	Playa Jacó	11
Playa Dominical	6	Playa Manuel Antonio	10	Playa Ballena	5	Playa Bandera	4
Isla Damas	4	Playa Puerto Viejo	4	Playa Bonita	4	Playa Manzanillo	3
Playa Bandera	4	Barra de Matina	3	Playa Esterillos	4	Playa Puntarenas	3
Playa Jacó	4	Playa Cahuita	3	Playa San Juanillo	3		
Playa Bonita	3	Playa Quepos	3				
Playa Cieneguita	3	Playa Doña Ana	3				
Playa Hermosa	3						
Playa Herradura	3						
Playa Montezuma	3						

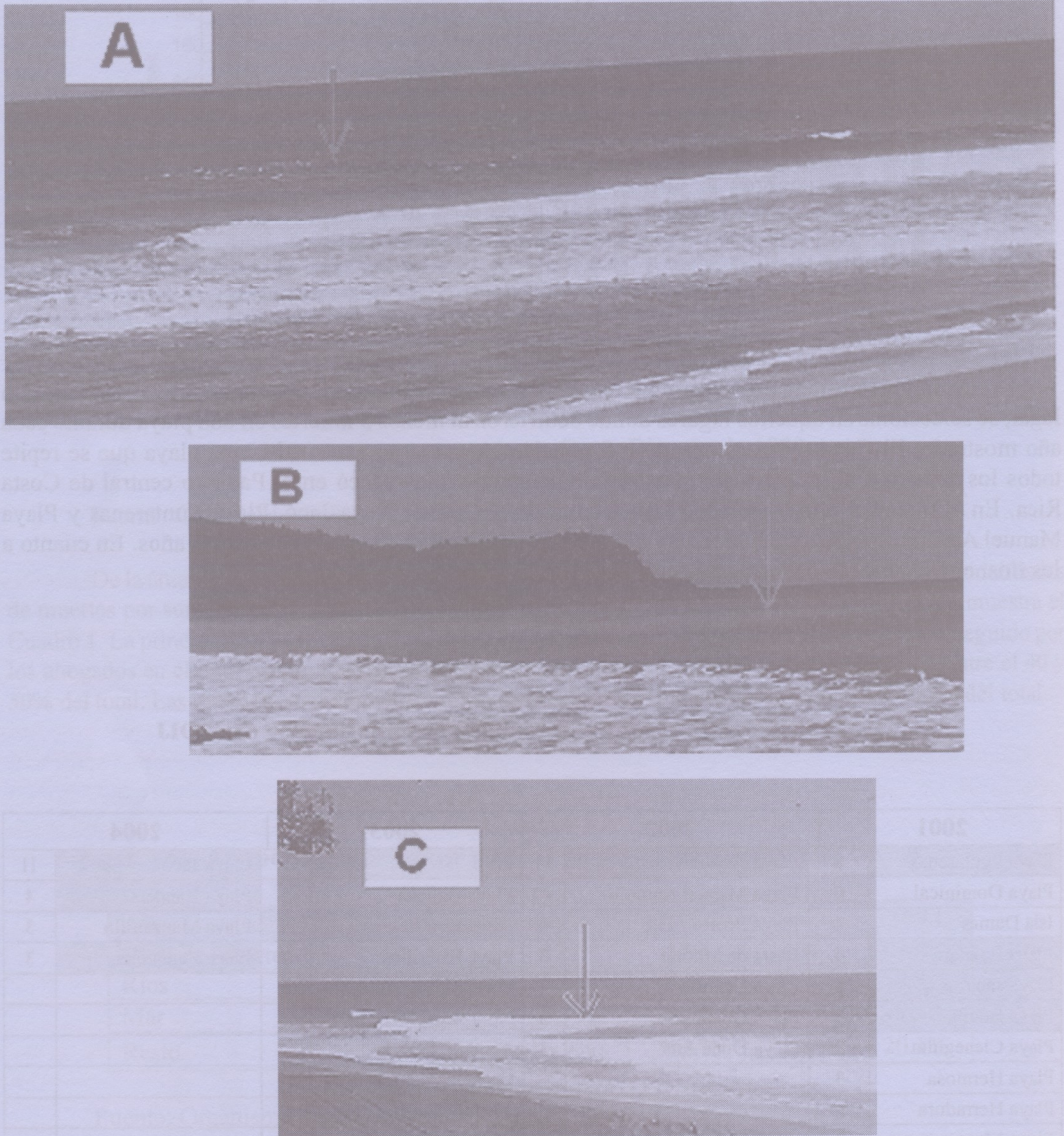
Fuente: Organismo de Investigación Judicial, (OIJ).



## Observaciones de corrientes de resaca en algunas playas de Costa Rica.

Desde 1997 el autor ha venido realizando una serie de observaciones sobre el comportamiento y generación de estas corrientes de resaca en nuestras playas. Especialmente las observaciones se centraron en Playa Jacó en virtud de la gran cantidad de accidentes que ocurren en este lugar.

Figura 5



Fotografías de corrientes de resaca en A: Playa Jacó en la mañana y B: por la tarde del 15 de mayo de 1998; y en C: Playa Hermosa, en el Pacífico central de Costa Rica el 16 de mayo de 1998.

Fuente: Lizano O.G.



La Figura 5-A muestra una corriente de resaca en Playa Jacó al noroeste de la playa. Es notable el color “chocolate oscuro” de la corriente de resaca, que corresponde a sedimento que ha puesto en suspensión al romper las olas anteriores sobre la costa y que una vez que se genera la corriente, es transportado hacia mar adentro. Se nota también el cambio de rugosidad de la superficie marina, principalmente al frente de la misma, conocida como “cabeza”. Pequeñas crestas blancas se pueden observar en esta región como producto de la convergencia de la corriente, que va hacia fuera, y el oleaje pequeño (mar de viento local) que se dirige hacia la playa. La longitud de esta corriente desde la costa, es de unos 30 metros. Es posible a veces distinguir acumulaciones en la superficie del agua de debris marino: partículas o materia orgánica en descomposición, al frente de la corriente, donde celdas de convergencia suelen generarse. Esto es debido a la presencia de diferentes masas de agua constituidas por la corriente de resaca y el agua en su entorno. La Figura 5-B muestra la coloración que toma una corriente de resaca al finalizar la tarde. Se nota el color “chocolate claro” producto del sedimento hacia mar adentro. El largo de esta corriente puede ser de unos 50 metros. Estas corrientes en Playa Jacó fueron fotografiadas durante una época de formación extraordinaria de corrientes de resaca en esta región (15 de mayo de 1998). Estas se presentaron intensas y visibles usualmente luego del arribo de oleaje fuerte ( $> 1.5$  m de altura) sobre esta playa. Este oleaje estuvo asociado a tormentas lejanas desde el Pacífico sur de nuestro planeta, como se pudo identificar para estas épocas, utilizando los pronósticos de oleaje de la NOAA. La Figura 5-C muestra una corriente de resaca recién iniciada en Playa Hermosa (al sureste de Playa Jacó). La fotografía muestra la espuma que dejó el rompimiento de la ola anterior y que va penetrando mar adentro. Esta es otra forma también, de identificar estas corrientes de resaca.

## Conclusión

No hay duda de que la primera causa de muerte en Costa Rica es la de accidentes de tránsito, que se muestra en la Figura 1, oscilan entre 300 y 700 por año. Las muertes por accidentes de tránsito accidentales oscilan entre 40 y 135 por año, constituyendo entre el 10 y 20% del total de las muertes de tránsito.

Las muertes por sumersión superan las muertes por accidentes de tránsito accidentales, aún en el 2003. Oscilan entre 140 y 190 por año. Estas como muestra la Figura 3 han sido variables, pero presentan un incremento o tendencia positiva con el tiempo. La mayoría de muertes por sumersión ocurren en los ríos, seguidas por ahogamientos en el mar. Estos últimos constituyen entre un 30 y 40% del total de muertes por sumersión, esto es, entre 50 y 70 ahogados en el mar por año, como puede deducirse del Cuadro 1.

Una mayoría de ahogados en ríos y playas se da durante las vacaciones de medio y fin de año y una cantidad alarmante de entre 50 y 60, se ahogan durante el mes de abril, mes en que se celebra la Semana Santa en nuestro país. Esto es una consecuencia de la mayor cantidad de vacacionistas durante esas épocas.



En las playas donde ocurre el mayor número de ahogados, no necesariamente son las más peligrosas, pero si tal vez, las más visitadas. Playa Jacó es una de estas playas, que además de ser una playa donde se observan frecuentemente estas corrientes, es también una de las más visitadas de nuestro país. Es posible observar en esta playa hasta 5-8 celdas de circulación o corrientes de resaca a la vez, en posiciones separadas 200-400 m. Algunas se repiten en el mismo lugar, pero otras aparecen y desaparecen en diferentes lugares. Los salvavidas de la zona tienen identificados los lugares donde se dan frecuentemente estas corrientes, por lo que una obligación de los usuarios de esta playa debería ser preguntar a estas personas, o a los lugareños, administradores, empleados de restaurantes u hoteles que conocen la dinámica del lugar. El número de rescates que realiza la Cruz Roja, por ejemplo, en esta playa durante una Semana Santa, pueden superar las 60 personas.

La mayoría de las playas que muestran el mayor número de muertes por año (Cuadro 3), son playas expuestas a mar abierto, como Manuel Antonio, Quepos, Dominical, Esterillos, Bandera, e Isla Damas. Estas playas son alcanzadas directamente por el oleaje de gran energía generado por tormentas locales y remotas. Un gran porcentaje del oleaje alto que rompe sobre la costa del Pacífico de Costa Rica es generado por tormentas en el Pacífico sur de nuestro planeta,<sup>569</sup> especialmente durante el invierno en ese hemisferio. Tormentas de invierno se generan al frente de Nueva Zelanda cuyas características frecuentemente dirigen el oleaje hacia las costas de Centroamérica. Estas tormentas comienzan a ser evidentes en nuestras costas desde el mes de mayo. Históricamente hay evidencias de impactos costeros importantes en el Pacífico, como el ocurrido en mayo de 1981 y mayo del 2002,<sup>570</sup> eventos que impactaron estructuras costeras, como Puerto Caldera, con enormes pérdidas. Tormentas remotas y locales son generadoras de oleaje en esta región hasta octubre. Este oleaje de tormentas modifica el fondo marino, generando barras o acumulaciones de arena y canales que propician la generación de corrientes de resaca. Por otro lado, el oleaje que rompe persistentemente en un mismo lugar, tipo marejada de fondo (o mar de leva), con períodos altos (12-18 s), típico de tormentas lejanas, con frecuencia excava trincheras o zanjas en las rompientes. Estas zanjas no son detectadas por los bañistas, por lo que son causa frecuentemente de ahogamientos en nuestras costas. Este sedimento que remueve el oleaje desde la trinchera es transportado hacia mar adentro produciendo un lomo de baja profundidad. Por lo que normalmente si el bañista sigue hacia mar afuera, mas allá de la trinchera, tiene un nivel de profundidad bajo, donde puede estar de pie de manera segura. Las olas que se generan en épocas fuera de tormentas se encargan de volver estos sedimentos a sus perfiles de equilibrio<sup>571</sup> y elimina las trincheras.

La mayoría de las corrientes de resaca en las playas del Pacífico de Costa Rica son visibles, dado que el sedimento (o arenas) es fino y fácil de suspender por las olas que rompen, como las que se muestran en la Figura 4. En las playas como en las del interior del Parque de Manuel Antonio estas corrientes no se ven fácilmente debido al tipo de sedimento pesado, mayormente de residuos de organismos marinos.<sup>572</sup> Este tipo de sedimentos además, hace que las olas generen un perfil de profundidad más pronunciado hacia la playa y con mayor pendiente y por tanto peligroso, especialmente para el bañista que no sabe nadar y que de pronto se encuentra bajo el agua. Este es el caso también de Playa Conchal en Guanacaste.

569/ Lizano, O.G. (2003). Curso: Técnicas de pronóstico de oleaje para las costas de Costa Rica. Centro de Investigaciones Geofísicas, Universidad de Costa Rica. Ofrecido al Instituto Meteorológico Nacional (IMN). Feb., 2003. 43 pp. y Apéndice A. Código Biblioteca Demetrio Tinoco (UCR): 551.470.201.12. L789t. (También disponible en línea <http://www.imn.ac.cr/educa/oceanografia.PDF>); Amador J., E.J. Alfaro, O.G. Lizano and V. Magaña. (2006). *Atmospheric forcing in the Eastern Tropical Pacific*. En M. Lavín and P. Fiedler (eds.). *A Comprehensive Review of the Oceanography of the Eastern Tropical Pacific*. Progress in Oceanography. 69: pp. 101-142.

570/ Lizano, O.G. (2002b). *Mareas extraordinarias*. Opinión, La Nación. Miércoles 22 de junio del 2002. San José, Costa Rica. (También disponible en línea ([http://www.nacion.com/ln\\_ee/2002/junio/19/opinion7.html](http://www.nacion.com/ln_ee/2002/junio/19/opinion7.html))).

571/ Komar, P.D. (1976). *Beach processes and sedimentation*. Prentice-Hall, Inc. Nueva Jersey. p. 429.

572/ Salazar, A., O.G. Lizano & E. Alfaro. (2004). *Composición multielemental de sedimentos marinos en las zonas costeras de Costa Rica utilizando Fluorescencia de Rayos-X*. Rev. Biol. Trop. 52 (Supl 2): p. 61-75.



Según los lugareños en Playa Doña Ana antes de 1980 eran más frecuentes las muertes por sumersión que ahora. Algunos residentes costeros lo asocian a la construcción del muelle de Caldera. Las olas ya no son tan altas como antes según los “surfistas”. Esto último podría evidenciar más bien, una mayor sedimentación de esa playa desde el Río Barranca, modificando así las características del oleaje.

Las playas del Caribe con mayor número de ahogados son: Bonita, Cieneguita, Cahuita, y Puerto Viejo, también, las mas visitadas. A diferencia de las playas del Pacífico, estas playas son peligrosas más bien entre diciembre y abril, cuando los vientos alisios se intensifican en la región del Caribe, producto la mayoría de frentes fríos del Atlántico Norte o del chorro de viento de bajo nivel en el interior del Mar Caribe.<sup>573</sup> Estos vientos fuertes generan oleaje de gran altura que producen corrientes de resaca sobre las playas. Playa Cocles es una de las playas peligrosas de esta región, dado que en esta playa también es difícil identificar las corrientes de resaca por el tipo de sedimentos gruesos y pesados que tapizan el fondo marino de este lugar. Sobre Playa Cahuita es frecuente observar reflexiones del oleaje sobre los bordes de la costa. Estas reflexiones viajan en direcciones diferentes de las olas incidentes, que cuando interactúan es notoria una mayor altura cuando la ola está rompiendo. Esta interacción se propaga rápidamente a lo largo de la cresta de la ola y se sabe que pueden generar corrientes de resaca al generar variación de altura.

De las observaciones que se han realizado sobre comportamiento del oleaje en algunas de nuestras playas y su relación con las corrientes de resaca, se ha encontrado que estas se generan luego de la presencia de oleaje fuerte de tormentas lejanas. Observaciones con información apoyada en pronósticos de oleaje con modelos numéricos WAVEWATCH III, NOAA-CEP<sup>574</sup> (Lizano et al. 2001) han demostrado este comportamiento. Algunos perfiles batimétricos de las playas son modificados por este oleaje, como el autor ha encontrado en Playa Bejuco, Playa Hermosa (Pacífico central), frente a Cabinas San Isidro en Puntarenas y en el Parque Vargas en el Caribe. Sin embargo, buceos en Playa Jacó con la presencia de estas corrientes, no evidenciaron barras de arena o canales, ni acumulaciones de sedimento cerca de las rompientes, por lo que, como lo señala la literatura y se ha mencionado anteriormente, otros mecanismos podrían estar presentes en la generación de estas corrientes. Lo que si es usual encontrar en las playas donde se generan estas corrientes son cuspados u ondulaciones (lomos) de la arena en la playa sobre la región intermareal. Estas ondulaciones o acumulación de sedimento, indican la presencia de circulaciones convergentes y divergentes hacia la playa y desde la playa, y son indicativas de generación de corrientes de resaca. Estas características son comunes de observar, por ejemplo, en Playa Caldera, Playa Herradura, Playa Jacó, Playa Hermosa y Playa Bejuco.

Por otro lado, la marea puede contribuir con la intensificación de las corrientes de resaca. Las mareas como se sabe producen corrientes por si mismas,<sup>575</sup> las cuales también dependen del ámbito entre la marea baja y la marea alta. Entre mayor es la diferencia entre estas mareas, mayor es la magnitud de la corriente de marea. Es por eso que en mareas astronómicas extraordinarias<sup>576</sup> se debe tener mayor precaución y estar vigilante de la generación de corrientes de resaca, especialmente cuando la marea está bajando. Por ejemplo, en el Golfo de Nicoya, se han medido corrientes de marea de hasta 128.8 cm/s entre San Lucas y Puntarenas durante la marea bajando y en una marea de gran ámbito,<sup>577</sup> no extraordinaria, en cuyo caso las corrientes podrían ser mayores.

573/ Amador, J.A. (1998). *A climatic feature of tropical Americas: The trade wind easterly jet*. *Tóp. Meteorol. y Oceanogr.* 5 (2): pp.91-102.

574/ Lizano, O.G., F.O. Ocampo, L.F. Alvarado, J.M. Puig & R. Vega. (2001). *Evaluación de modelos numéricos de Tercera Generación para el pronóstico de oleaje en Centroamérica y México*. *Tóp. Meteorol. y Oceanog.*, 8(1): p. 40-49. (También disponible en línea <http://www.imn.ac.cr/>).

575/ Knauss, J.A. (1978). *Introduction to physical oceanography*. Prentice-Hall, Inc. Nueva Jersey. p. 338.

576/ Lizano, O.G. 1997. *Las mareas extraordinarias de 1997 en la costa del Pacífico de Costa Rica*. *Top. Meteor. Y Oceanog.*, 4(2): 169-179.

577/ Lizano, O.G. & E. Alfaro. (2004). *Algunas características de las corrientes marinas en el Golfo de Nicoya, Costa Rica*. *Rev. Biol. Trop.* 52 (Supl 2): pp. 74-94.



Se sabe que existen velocidades máximas de corrientes de resaca de hasta 1 m/seg. Hay reportes de mega-corrientes de resaca de 2 m/s por ejemplo en la costa sur de Australia (Short 1985). Cálculos según los tiempos de la nadadora costarricense Claudia Poll en los 200 m libres, indican que su velocidad fue de 1.27 m/s. Es decir, considerando las diferencias de densidades del agua: piscinamar, solo un nadador profesional estaría en capacidad de superar una corriente de resaca máxima, no así una mega-corriente. Algunas recomendaciones se incluyen en este artículo en el Apéndice B. La más importante es que, si está ante la presencia de una corriente de resaca y sabe nadar, no nade en contra de la corriente, sino a 45° respecto de la dirección de la corriente (Fig. 1). Sobre estos bordes las corrientes retornan hacia la playa y el oleaje más alto sobre estas zonas, le darán un empuje adicional hacia la orilla.

Múltiples esfuerzos se han hecho para educar e informar a las comunidades costeras, Cruz Roja Costarricense, hoteles, negocios, etc., en las playas, algunos de los cuales no pasaron más allá de ser solo buenas intenciones. Se han puesto rótulos en algunas playas conocidas advirtiendo sobre la presencia de estas corrientes y no duraron mucho, los mismos empleados de los hoteles se encargaban de quitarlos. Los administradores de negocios y hoteles costeros, paradójicamente sienten que un estudio e información de este fenómeno en su área de influencia, representa una enemigo para la afluencia de turistas al lugar. Por otro lado, la falta de cultura o ignorancia sobre aspectos marinos en nuestra población, también contribuye con las estadísticas crecientes de muertes por sumersión en nuestras costas. El mejor transporte y fácil acceso a nuestras playas, ha aumentado el número de visitantes al mar. Aunque la provincia donde se ahogan más personas es Puntarenas, la mayoría de esos ahogados son del interior del país, justamente los que menos conocen y no preguntan sobre las condiciones dinámicas permanentes, temporales o actuales de los lugares que visitan. Un esfuerzo adicional sobre información y educación a residentes costeros, administradores de centros turísticos y a los usuarios en general de nuestras costas, podría modificar el comportamiento de estos visitantes ante el mar y disminuir la cantidad aún creciente de muertes por sumersión, la mayor causa de muertes accidentales en nuestro país.

## **Agradecimientos**

A la Vicerrectoría de Acción Social de la Universidad de Costa Rica que financió parte de las observaciones que se hicieran en playas de Costa Rica mediante el proyecto Res. 99-93. A la estudiante María Julia Chávez, por la colaboración en la elaboración de este artículo. Al Lic. Mario Solano Fernández Jefe, Sección de Estadística del OIJ por su colaboración con información de su base de datos. Al Programa Estudios Sociales de la Ciencia, la Técnica y al Medio Ambiente del Centro de Investigaciones Geofísicas (CIGEFI) por la oportunidad y apoyo para la publicación de este trabajo.



# Apéndice A

## Organismo de investigación Judicial, Costa Rica.

Manera de muerte	Año				
	1997	1998	1999	2000	2001
<b>Accidentes de tránsito</b>	<b>67</b>	<b>91</b>	<b>88</b>	<b>88</b>	<b>103</b>
Automóvil	48	51	57	54	64
Motocicleta	17	23	24	26	29
Bicicleta	2	5	1	3	5
Vehículo pesado	-	12	6	5	5
Accidente casero	10	-	-	-	-
Accidente aéreo	-	4	1	18	6
Accidente laboral	-	2	-	-	3
Arma blanca	3	1	-	-	-
Arma de fuego	2	4	1	4	10
Asf. por compresión	19	9	8	15	10
Asf. por obstrucción	2	2	8	1	4
Asf. por broncoaspiración	-	4	2	3	-
Asf. por sofocación	16	14	8	10	5
Asf. posicional	-	-	3	1	6
Asf. por sumersión	163	191	184	140	172
Asf. por suspensión	1	-	-	1	-
Caída	58	70	57	47	63
Corneada de toro	1	3	5	-	-
Electrocución	21	20	17	18	21
Explosión	1	-	-	1	4
Fulguración	5	4	1	5	3
Golpes	23	23	30	22	28
Intoxicación	20	4	16	6	21
Intoxicación etílica	21	19	29	20	9
Mordedura de cocodrilo	1	-	-	-	-
Mordedura de serpiente	2	2	4	-	5
Picadura de abejas	1	2	2	4	-
Picadura de alacrán	-	-	2	-	-
Precipitación (no vehicular)	29	38	28	25	42
Quemaduras	15	16	15	41	6
Sobredosis de droga	5	6	7	8	4
Complicación de parto	-	2	1	3	4
Explosión	-	-	1	-	-
Alergia a tratamiento	-	-	-	1	-
Infección bacterial	-	-	-	1	2
Lesión con objeto de madera	-	-	-	1	-
Lesión con objeto de vidrio	-	-	-	1	1
Lesión con objeto metálico	-	-	-	1	1
Anorexia y bulimia	-	-	-	-	2
<b>Total</b>	<b>486</b>	<b>531</b>	<b>518</b>	<b>486</b>	<b>535</b>

Distribución absoluta del número de personas fallecidas por muerte accidental en Costa Rica, según manera de muerte, para el periodo 1997-2001. Fuente OIJ.



## Recomendaciones en caso de emergencia ante corrientes de resaca Qué hacer frente a una corriente de resaca?.

- 1- No llenarse de pánico.
- 2- Al nadar no lo haga en contra de la corriente sino a 45 grados a través de ella (Fig 1).
- 3- Si está cansado trate de flotar, luego nade paralelo a la playa por 30 o 40 metros hacia donde las olas están rompiendo. Estas lo llevarán hacia la playa.

### Reglas de seguridad que deben seguirse:

- 1- Aprenda a nadar
- 2- Nade en partes seguras donde halla presencia de salvavidas.
- 3- Evite nadar grandes distancias sin supervisión.
- 4- No lleve flotadores al mar, esto podría darle un falsa seguridad en el mar.
- 5- Lea las indicaciones que están en la playa: rótulos, señales, etc.
- 6- Si no sabe sobre las características de la playa pregunte a un salvavidas o a un lugareño.
- 7- No nade después de comer.
- 8- No nade bajo la influencia del alcohol.
- 9- Esté pendiente de los cambios que usualmente experimenta el mar.
- 10- Si se encuentra en problemas en el agua, no se llene de pánico, levante una mano y flote hasta que llegue ayuda.
- 11- Flote en una corriente de resaca, no nade contra ella.
- 12- Es conocido que las corrientes son más peligrosas a la mitad del ciclo de marea. Evite bañarse alrededor de este período en presencia de corrientes de resaca. Hágalo alrededor de la marea baja o marea alta.
- 13- Si el borde hacia tierra de la playa tiene mucha pendiente, evite bañarse durante las mareas altas y mas aún, en presencia de oleaje fuerte.
- 14- salga del mar cuando siente que el mar está “jalando”.
- 13- Nunca le de la espalda al mar, Ud. puede ser barrido por olas que llegan sin avisar.