

# El desastre nuclear de Fukushima, Japón y su rastro o alcance en el Pacífico de Costa Rica

Jean Pierre Bergoeing\*  
Omar Lizano\*\*  
Mauricio Badilla F.\*\*\*

*Recibido el 9 de junio de 2017; aceptado el 18 de febrero de 2018*

## Abstract

The article on the Fukushima Nuclear Disaster in Japan deals with the maritime consequences of the radiation emitted by the nuclear power plant and its consequences in Central America due to the influence of the Pacific marine countercurrent, since traces of this pollution have reached the islands from Hawaii and the North Pacific Rim transported by the cold current of Kuro Shio.

Key words: *Equatorial countercurrent, Kuro Shio, Cesium 137, coastal marine sediments.*

## Resumen

El artículo acerca del desastre nuclear de Fukushima en Japón, trata sobre las consecuencias marítimas de la radiación emitida por la central atómica y sus consecuencias en América Central por la influencia de la contracorriente marítima del Pacífico, por cuanto trazas de esa contaminación ha llegado a las islas de Hawaii y al Pacífico Norte de América transportada por la corriente fría de Kuro Shio.

Palabras clave: *Contracorriente Ecuatorial, Kuro Shio, Cesio 137, Sedimentos marinos litorales.*

\* Consultor internacional, correo electrónico: jegadana@gmail.com

\*\* Centro de Investigación en Ciencias del Mar (CIMAR) y Limnología, Universidad de Costa Rica.

\*\*\* Centro de Investigación en Ciencias Atómicas Nucleares y Moleculares (CICANUM), Universidad de Costa Rica.

Agradecemos a Nicolás Chinchilla Ch., por la recolección de muestras de la Isla del Coco.

## Introducción

El 11 de marzo de 2011 a las 14h46' (hora local), un terremoto de 9° Richter sacude el sector de Fukushima, al norte de Tokio, seguido por un devastador tsunami que alcanza 10 metros de altura y arrasa con el litoral cercano al epicentro. Ello causó un daño importante a los reactores nucleares de Fukushima y su paralización. Más de 1.4 millones de hogares quedaron sin electricidad, 1 400 muertos fueron contabilizados y 300 cuerpos encontrados en el litoral. Japón declaró "Estado de Urgencia" para los cinco reactores nucleares situados en dos centrales nucleares, afectados por la falta de enfriamiento debido al corte eléctrico. Los agentes se empeñaron en evitar la fusión del corazón atómico de los reactores, mientras miles de residentes del área fueron evacuados.



**Figura 1.** Área afectada por el terremoto y tsunami en Fukushima.

Fuente: <<http://cdn.expansion.mx/media/2011/03/18/japon-mapa-evacuacion-fukushima.jpg>>.

Al día siguiente, el reactor número 1 de la Central Nuclear de Fukushima alcanzó un nivel de radiactividad 1 000 veces superior a la norma. El gobierno de Japón evacuó a la población en un radio de 20 km de la Central, y anunció su intención de distribuir yoduro de potasio a la población expuesta a la radioactividad.

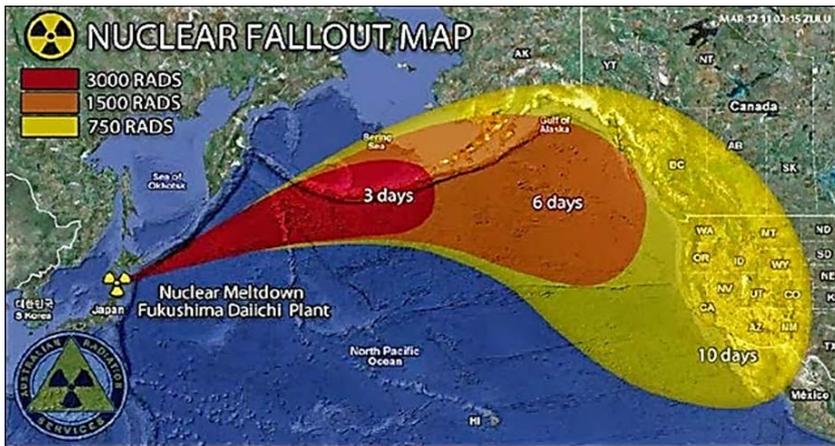
Cinco años después el edificio del reactor nuclear número 3 es un cofre metálico con hormigón. Desde entonces 18 000 personas han fallecido víctimas del terremoto y tsunami del 11 de marzo de 2011 y 160 000 personas fueron desplazadas abandonando precipitadamente hogares y enseres. Una pared subterránea de 1 300 metros de hielo fue construida para evitar fugas de los reactores.

El 9 de febrero de 2016 se completó la construcción de una pared de hielo subterránea de más de 1 300 metros alrededor de los edificios que contienen a los cuatro reactores. El propósito era congelar el suelo y evitar que el agua subterránea se filtrara hacia dentro y se contamine. Los responsables de TEPCO (*Tokyo Electric Power Company*)

esperaban que el muro pudiera activarse en el siguiente mes, pero la autoridad de supervisión nuclear japonesa bloqueó el proyecto, argumentando que el riesgo de fugas era todavía demasiado alto. Todo lo que rodea Fukushima Daiichi sigue en peligro. Sin embargo, son millones de litros de agua radioactiva que se han filtrado hacia el océano desde entonces y los expertos creen que serán necesarios 300 años para que desaparezca la radioactividad liberada en el Océano Pacífico. El gobierno de Japón ha propuesto como alternativa para no almacenar el material radioactivo en suelo japonés construir un vertedero submarino mediante un túnel a lo que se oponen científicos y pescadores por el riesgo de fugas asociadas con sismos (Alberto Barbieri, 2016).

### La contaminación del Océano Pacífico

Un estudio detallado de la doctora Helen Caldicott, indica que el agua radioactiva vertida en el Océano Pacífico desde el año 2011 tiene altas concentraciones de plutonio 239, componente ultra radioactivo para la flora y fauna marina y altamente cancerígena para el ser humano pudiendo provocar leucemia y cáncer óseo (Helen Cadicott, 2017).



**Figura 2.** Extensión marítima de la radiación nuclear días después del accidente de la planta nuclear de Fukushima llevada a las costas americanas por la corriente fría marítima del Kuroshio.

Fuente: Australian Radiation Service.

### La Contracorriente Marítima Ecuatorial

La Contracorriente Marina Ecuatorial situada al norte del Ecuador terrestre del Pacífico (Knauss, 1978), se desplaza de oeste a este y se ve influenciada por los vientos alisios que hacen desplazarse a su vez las corrientes ecuatoriales del norte y del sur

en sentido contrario es decir de este a oeste. Son corrientes marinas calientes provocando acumulaciones considerables de agua cálida en las regiones ecuatoriales del oeste. Esto no es cierto. La contracorriente se genera por los cambios del viento en la zona de convergencia intertropical que genera un gradiente de presión norte-sur que debe ser balanceado por una corriente geostrofica de oeste a este (Steward, 2008). Se desplaza a unos 15 a 20 km/hora con lo cual sus aguas tardan unos tres meses en desplazarse de las costas asiáticas a las costas americanas. Es por ello que esta contracorriente junto con las corrientes de Kuroshio y de Australia son los vectores por donde podrían circular las aguas contaminadas de la Central de Fukushima.

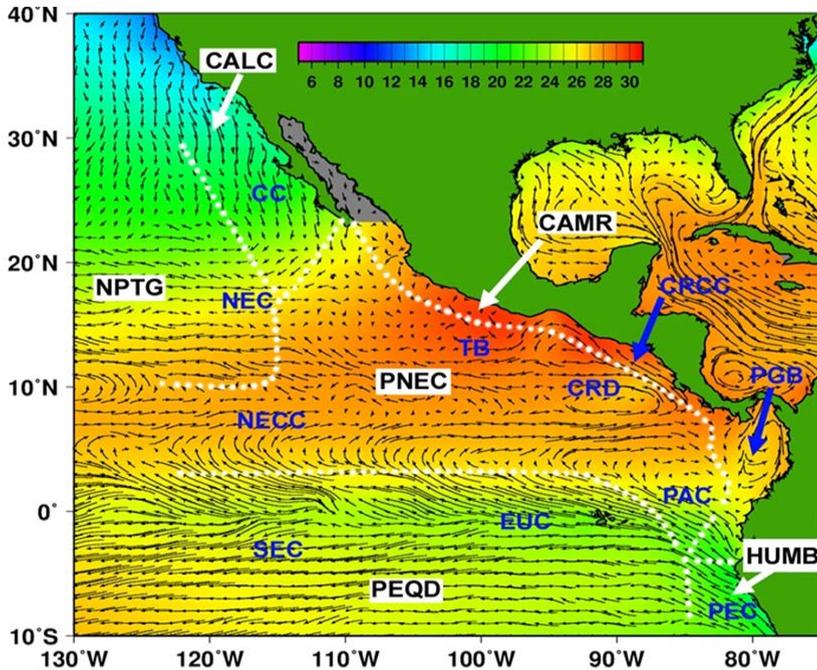
Se ha observado que del mes de agosto al mes de diciembre tanto la Corriente Surecuatorial como la Contracorriente Marina Ecuatorial se intensifican (referencia). La Contracorriente Marina Ecuatorial fluye hacia la costa y se une a la Corriente Costera de Costa Rica en su flujo hacia el norte y posteriormente entra en la región de la Corriente Nordecuatorial, aproximadamente entre los 10° y 20° de latitud norte (Ayala y Ayala, 2011).

Los últimos análisis de aguas marinas contaminadas dan valores muy elevados de cesio-137 en las aguas del Pacífico de Hawaii, así como en la costa oeste de los Estados Unidos. La Agencia Meteorológica del Japón estima que 30 mil millones de Becquerels de cesio radioactivo y 30 mil millones de estroncio radioactivo son liberados por Fukushima cada día en el Océano Pacífico y se prevé que todas sus costas estarán contaminadas hasta el año 2020. El profesor Charles Perrow de las Universidades de Yale y Standford, advirtió en 2013 en su artículo “Nuclear Denial: From Hiroshima to Fukushima” que “si Fukushima no es atendido con la mayor celeridad y extrema precisión el mundo entero estará amenazado”.

### **Los análisis en las costas del Pacífico de América del Norte**

La corriente fría de deriva continental conocida como Kuroshio, pasa por las costas del Japón y se dirige al norte hacia las islas Kuriles y Alaska donde toma el nombre de corriente de deriva continental de California y por el efecto de rotación de la Tierra, se desvía hacia el sur bañando de este modo las costas americanas del Pacífico Norte. Ella ha sido la responsable de traer a esa parte del mundo los elementos radioactivos de Fukushima.

Igualmente, hay que considerar que la única fuente de trazas de cesio 137 en el Pacífico antes del desastre de Fukushima, provienen de los ensayos nucleares estadounidenses de la década de los cincuenta y sesenta donde el cesio 137 pierde la mitad de su fuerza en los 30 primeros años y del remanente se pierde otro 50% en los siguientes 30 años.



**Figura 3.** Corrientes oceánicas superficiales y provincias oceánicas del Pacífico Oriental (RSMAS). Fuente. Smithsonian Tropical Research Institute, 2015.

Sistema de Corrientes: CC= Corriente de California, NEC= Corriente Nor-Ecuatorial, NECC= Contracorriente Sur Ecuatorial, EUC= Corriente Submarina Ecuatorial, PEC= Corriente Peruana, PAC= Corriente de Panamá, CRCC Corriente Costera de Costa Rica, PBG= Giro de la ensenada de Panamá, CRD= Domo de Costa Rica, TB= Cuenca de Tehuantepec.

Provincias oceanográficas de Longhurst (1998): CALC= Provincia de la Corriente de California, CAMR= Provincia de la Costa de Centro América, HUMB= Provincia de la corriente costera de Humboldt, NPTG= Provincia del Giro del Pacífico Norte; PNEC= Provincia de la Contracorriente del Pacífico Nord-Ecuatorial; PEQD= Provincia de la divergencia Ecuatorial.

Es en estas costas del Pacífico de América del Norte, donde los estudios científicos de sedimentos marinos han aportado elementos de la radioactividad, provenientes del accidente de la planta nuclear japonesa de Fukushima de 2011, provocado por el terremoto y tsunami posterior. Las muestras tomadas en el Océano Pacífico a 180 km de Eureka, California, por el Instituto Oceanográfico Woods Hole de Estados Unidos, han registrado trazas poco importantes de cesio 134, sin embargo, es la primera vez que se detectan trazas radioactivas en las aguas de California.

Por otro lado, el Servicio Geológico de Estados Unidos, ha detectado en Alaska consecuencias de deterioro cutáneo en focas, morsas y osos polares y la disminución significativa del salmón rojo, así como la muerte de 45% de las crías recién nacidas de lobos marinos de las costas de California según el Servicio Nacional de Pesca Marina de los Estados Unidos.

Igualmente, se ha encontrado altos niveles de cesio 137 en el plancton de las aguas del Océano Pacífico entre Hawaii y California. En diciembre de 2015, los científicos estadounidenses dijeron haber encontrado un número creciente de lugares contaminados en la costa del Pacífico de Estados Unidos. Las muestras colectadas a 3 000 km de las costas al oeste de San Francisco contenían isotopos radioactivos de cesio que se elevaban a 11 becquerels/metro cúbico de agua de mar que es 50% más elevado que la de las muestras colectadas en la costa (Center for Marine and Environmental Radioactivity, 2016).

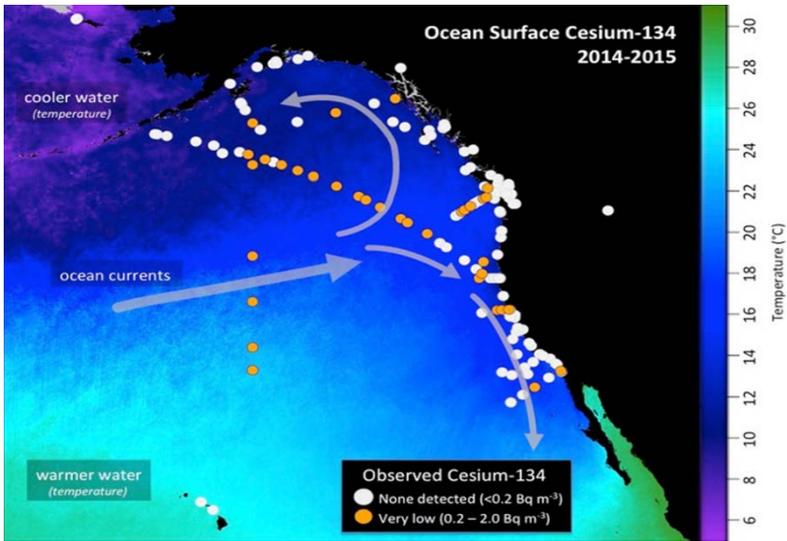
Las muestras colectadas el 19 de febrero de 2015 en Canadá, por los científicos del *Woods Hole Oceanographic Institution* (WHOI) demostraron presencia de isotopos de cesio 134 y cesio 137 en el litoral de Ucluelet de la Columbia Británica. Como el cesio 134 tiene un promedio de vida de degradación a la mitad, en dos años su introducción es reciente y solo puede provenir de Fukushima. En noviembre 2014 el WHOI tomó las primeras muestras a 180 km al norte de las costas de California. Según los científicos las trazas de cesio se sitúan bajo los estándares de radioactividad definidos internacionalmente que puedan afectar al ser humano. Sin embargo Peer van de Rijk director del Servicio de Energía Mundial de Información (*World Information Service on Energy, WISE*), considera que estas partículas radioactivas siguen siendo un serio peligro para la vida humana.

### **Los análisis en las aguas del Pacífico de Costa Rica**

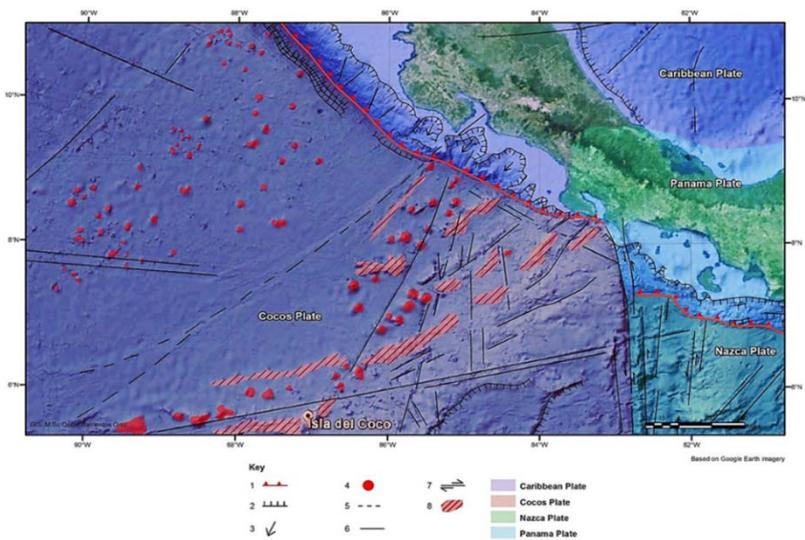
El Laboratorio de Espectrometría Gamma del Centro de Investigación en Ciencias Atómicas, Nucleares y Moleculares (CICANUM) de la Universidad de Costa Rica, ha procedido a los análisis respectivos de las muestras de sedimentos costeros recolectadas en Puntarenas, litoral Pacífico Central de Costa Rica y de la isla del Coco.

Las primeras muestras obtenidas en septiembre 2016 en la costa del Pacífico de Costa Rica, en Puntarenas, Caldera e isla San José han dado como resultado la presencia de cesio 137, pero no de cesio 134 que podría estar asociado a Fukushima. Por el contrario, las muestras tomadas en la Isla del Coco en Chatham y bahía Wafer no detectaron la presencia de cesio 137.

En la Tabla 1 se muestran los resultados obtenidos por el CICANUM referente a las muestras recolectadas.



**Figura 4.** Costas del Pacífico de América del Norte contaminadas por cesio 134 provenientes de Fukushima. Indica lugares donde fueron tomadas muestras para análisis del cesio radioactivo. Fuente: Jessica Drysdale, Woods Hole Oceanographic Institution.



**Figura 5.** Geomorfología de la placa Tectónica del Coco y su posición con respecto al istmo centroamericano. Autor: Jean Pierre Bergoeing, 2016.  
 1. Área de Subducción, 2. Límite continental de la plataforma marina, 3. Deslizamientos submarinos, 4. Volcanes submarinos, 5. Probables fallas tectónicas, 6. Fallas tectónicas, 7. Fallas de transcurción, 8. Cordillera volcánica submarina.

**Tabla 1**  
**Valores de actividad específica determinados de radionucleídos de origen antropogénico hallados en las muestras de sedimentos en costa del Pacífico de Costa Rica, incluyendo la Isla del Coco**

Código	Sitio de muestreo	Coordenadas		Fecha de muestreo	Actividad de Cs-137	Actividad de Cs-134
		LN	LO		Bq/kg	Bq/kg
SE1129AG	Puntarenas (puerto)	9°58'28"	84°50'34"	28/08/16	0,4+/-0.1	ND
SE1130AG	Playa Caldera	9°55'56"	84°43'15"	25/08/16	ND	ND
SE1134NO	Bahía Ballena	9°08'02"	83°45'37"	01/11/16	0,6+/-0.1	ND
SE1142NO	Isla San José	10°51'20"	85°54'38"	08/11/16	0,3+/-0.1	ND
SE1188AB	Bahía Chatham, I.C.	05°32'43"	87°02'30"	16/04/17	ND	ND
SE1189AB	Bahía Chatham, I.C.	05°33'07"	87°02'43"	15/04/17	ND	ND
SE1190AB	Bahía Wafer, I.C.	05°32'40"	87°03'29"	15/04/17	ND	ND

## Conclusión

Se puede afirmar que las costas del Pacífico de Costa Rica y de la Isla del Coco no muestran hasta la fecha muestras de contaminación de cesio 134 que provendría de Fukushima porque aún no hay una fuente o medio que transporte esa radiación hacia nuestra región. En cambio, la presencia de cesio 137 en las costas del Pacífico de Costa Rica puede tener un origen externo.

La conclusión de estos análisis en Costa Rica, evidencia justamente lo que esperaríamos, que no hallan trazas de radiación de la planta Fukushima dada que la corriente que transporta la radiación liberada al océano es la corriente de Kuroshio que se sitúa más al norte de la contracorriente y que como muestra la Figura 2, se dirige hacia las costas de Norteamérica. Aparentemente la contracorriente Ecuatorial no juega ningún papel relevante por el momento.

Queda por determinar la presencia de cesio 137 en la costa del Pacífico de Costa Rica cuyo origen puede ser continental o bien foráneo (pruebas atómicas del Pacífico). En este último caso residuos aportados por corrientes marinas que afectan el litoral Pacífico de Costa Rica.

## Bibliografía

- Ayala Mata Roel y Ayala Ruiz Roel Jonathan, *La contracorriente marina ecuatorial*, Coordinación del Servicio Meteorológico Nacional, 2011.
- Bergoeing Jean Pierre, *Geomorphology and Volcanology of Costa Rica*, Elsevier, New York, 2017.
- , *Geomorphology of Central América. A syngenetic perspective*, Elsevier, New York, 2015.
- Barbieri Alberto, “Fukushima, 5 años después”, *Diario La Vanguardia*, 11 de marzo de 2016.
- Cadicott Helen M.D., “The Fukushima nuclear meltdown continues unabated”, 2017, <<https://independentaustralia.net/politics/politics-display/helen-caldicott-the-fukushima-nuclear-meltdown-continues-unabated.10019>>.
- Center for Marine and Environmental Radioactivity (Woods Hole Oceanographic Institution), 2016
- Garaffo, Z.; H.C. Kim, A. Mehra, T. Spindler and H.L. Tolman, *Modeling of 137cs as a tracer in a regional model for the western pacific, after the fukushima daiichi nuclear power plant accident of march 2011*, Wea, Forecasting, Submitted, 2013.
- Kekly Mounir, *Fukushima « hors de contrôle »: l’océan Pacifique touché de plein fouet*, <[L'economistemagrhebin.com](http://L'economistemagrhebin.com)>, 29 de julio de 2016.
- Knauss, J.A., *Introduction to Physical Oceanography*, Nueva York, Prentice-Hall, 1978.
- Mejías Melany, *High levels of Fukushima radioactivity spread off North American west coasts*, Woods Hole Oceanographic Institution, USA, 2015.
- Perrow, Charles, “Nuclear Denial: From Hiroshima to Fukushima”, *Bulletin of Atomic Scientist*, 2013.
- Portugal Mundial, *28 Sinais do efeito catastrófico da radiação de Fukushima*, 28 de octubre de 2013.
- Quesada Alpízar Marco y Cortés Jorge, “Los ecosistemas marinos del Pacífico sur de Costa Rica: estado del conocimiento y perspectivas de manejo”, *Rev. Biol. Trop.*, vol. 54 (Suppl. 1), September, 2006, pp. 101-145.
- Smithsonian Tropical Research Institute, *Introduction to Tropical Eastern Pacific*, 2015.
- Steward, R.H., *Introduction To Physical Oceanography*, 2015, <[www.colorado.edu/oclab/sites/default/files/attached-files/stewart\\_textbook.pdf](http://www.colorado.edu/oclab/sites/default/files/attached-files/stewart_textbook.pdf)>, consultado el 5 de junio de 2017.
- Tolman Hendrik L., Garraffo Zulema, Mehra Avichal, Rivin Ilya and Spindler Todd, 2013. Plume Modeling for the Fukushima Dai’ichi Event: Particle tracing. Environmental Modeling Center, Marine Modeling and Analysis Branch. National Oceanic and Atmospheric Administration 5830 University Research Court, College Park, MD 20740.