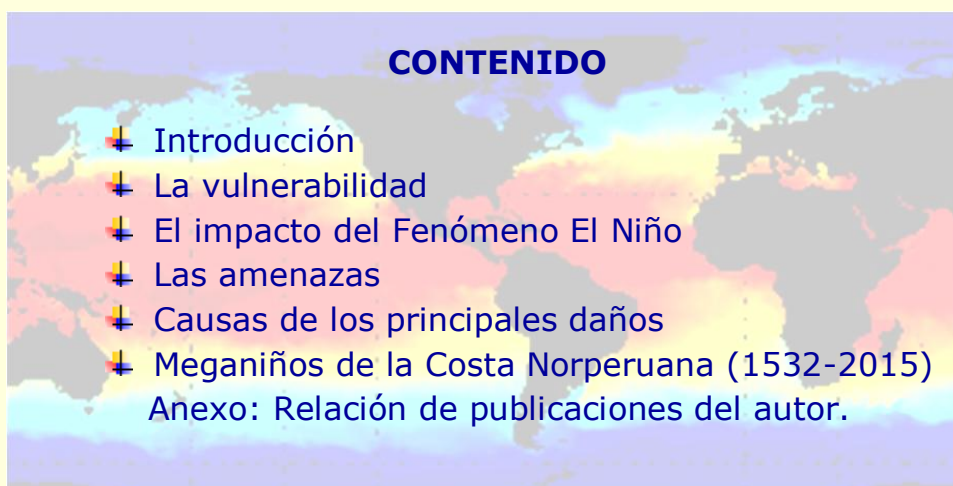


LA VULNERABILIDAD DE LA COSTA NORPERUANA FRENTE AL IMPACTO DE LOS GRANDES NIÑOS

Arturo Rocha Felices

Consultor de Proyectos Hidráulicos
Profesor Emérito de la Universidad Nacional de Ingeniería



Este es un texto ampliado y actualizado a partir de varios trabajos del autor, al que se ha añadido figuras, notas y una relación de sus publicaciones.

Una versión resumida apareció en "Ingeniería Nacional" Revista Oficial del Colegio de Ingenieros del Perú- Consejo Nacional. Edición 19- Diciembre 2015. Año 5.

Introducción

El objetivo de este artículo es analizar el origen de los numerosos daños causados en las obras de ingeniería y en la naturaleza por los Meganiños¹ que se presentan en la costa norperuana, a partir del conocimiento de los once que ocurrieron en los últimos cinco siglos. Esa tarea es importante porque el conocimiento del impacto que causan los grandes Niños debe ser el punto de partida para el planeamiento de las acciones dirigidas a mitigar sus efectos y responder a las preguntas: ¿Por qué se producen tantos daños? y ¿Qué fallas se cometen? No debe olvidarse que en ingeniería el estudio de las fallas es una de las principales fuentes de conocimiento.

Es por todos conocido que la costa norperuana sufre ocasional y transitoriamente un cambio radical del clima dominante, el que generalmente seco se vuelve muy lluvioso y más cálido de lo usual. Esta tropicalización del clima se debe, unas veces, a lo que internacionalmente se conoce como Fenómeno El Niño, que compromete varios continentes. Otras veces, es un fenómeno local propio del mar adyacente a la costa norperuana. En cualquier caso, el cambio del clima dominante o habitual, a veces llamado “clima normal”,

¹ En realidad podrían llamarse Megaloniños, puesto que *megalo* significa grande; en cambio, *mega* es un millón.

puede ser pequeño, mediano o grande. Los cambios grandes del clima dominante de la costa norperuana, asociados a otras manifestaciones, constituyen por su Magnitud lo que en este artículo se llama Meganiños, cualquiera que sea su origen.

Los daños que se producen de un modo reiterado y creciente corresponden a la llamada Intensidad del fenómeno, que es diferente a su Magnitud², la que corresponde, por ejemplo, al aumento de la temperatura del mar y del ambiente, al número de días de lluvia o a los caudales alcanzados por los ríos. La Magnitud es independiente de las acciones humanas y de la voluntad. Es la expresión del comportamiento de la naturaleza. En cambio, la Intensidad es el resultado de las debilidades existentes, es decir, de la vulnerabilidad, y depende de lo que se haga o deje de hacerse para afrontar el peligro. En consecuencia, un fenómeno de determinada Magnitud puede causar daños diferentes en cada lugar, momento, circunstancia o actividad; es decir, puede tener diferentes Intensidades.

La vulnerabilidad

En una comunidad determinada la vulnerabilidad de algo en particular frente a un riesgo se expresa mediante la gravedad de los daños que puede sufrir y las posibilidades que tiene de recuperarse de ellos. La existencia de un riesgo es la expresión de las fuerzas de la naturaleza, no de las acciones humanas. El riesgo corresponde a la probabilidad de que se produzcan daños. En cambio, la falta de preparación para afrontar un riesgo es propia de las acciones humanas, por acción o por omisión³.

Como puede verse claramente el impacto del FEN en un lugar determinado puede asociarse a la inversión que se haya hecho para protegerse y a la habilidad y cuidado que se hubiese tenido, por ejemplo, para planificar el uso de la tierra y realizar el diseño de las estructuras.

UN FENÓMENO, NO UN DESASTRE

El Fenómeno de El Niño es un fenómeno natural, con el que tenemos que convivir.

No es un desastre natural; es un fenómeno natural, cuya aparición convierte en desastrosa la disimulada realidad que se vivía.

Nada podemos hacer para atenuar la fuerza del Fenómeno, pero sí mucho para disminuir sus efectos negativos.

² Sin embargo, estas definiciones no son generales. Hay quienes llaman Intensidad a la Magnitud. Hay también quienes ignoran la diferencia entre ambos conceptos y confunden a la opinión pública.

³ En el Perú abundan ambas situaciones.

Un fenómeno natural (una avenida, un sismo, la escasez de agua) no es necesariamente un desastre. El desastre es el resultado de la alta vulnerabilidad existente por no estar preparados. Los desastres no son naturales⁴.

La forma en la que se ha realizado la ocupación territorial de la costa norperuana presenta una enorme vulnerabilidad frente a la aparición eventual de un Meganiño. Se trata de una vulnerabilidad intrínseca, muy difícil de revertir. Desde el punto de vista del agua, la vulnerabilidad de la costa es muy amplia, pues comprende las eventuales sequías⁵. Se podría decir que la suerte de la costa norperuana está vinculada al exceso o al defecto de agua y, en consecuencia, como diría Wiener⁶, el agua debe ser la variable que controle su planificación⁷. Como su clima depende fuertemente de lo que ocurra en el mar, está asociado, muchas veces, a lo que suceda a miles de kilómetros, al otro lado del Pacífico, cuando se inicia una compleja manifestación climática de origen oceanográfico-atmosférico que determina para un año dado la sequedad o la abundancia de agua.

El impacto del FEN



El impacto del Fenómeno El Niño (FEN) es diferente en cada época y en cada región. Frente a un mismo evento natural los daños pueden ser mayores o menores, según las características de cada lugar o actividad y de la preparación que

⁴ Andrew Maskrey, urbanista y planificador, especializado en mitigación de desastres, vivienda y planificación local y regional. Es compilador del libro “**Los Desastres no son Naturales**”.

⁵ En realidad el concepto de sequía es socio-económico, no es hidrológico propiamente dicho, y corresponde a la escasez de agua que afecta seriamente las actividades humanas.

⁶ Aaron Wiener, ingeniero israelí, experto en planificación del uso de los recursos hidráulicos. Fue presidente de TAHAL. Es autor de varios libros entre los que están: “**The Role of Water in Development**” y “**The Development of Israel's Water Resources**”. Estuvo en el Perú invitado por el Gobierno Peruano para una breve asesoría sobre lo que entonces se llamaba el Proyecto Chao-Virú. Recuerdo que manifestó que no era factible un proyecto que considerase (en esa época) una eficiencia del 50% en el uso del agua.

⁷ Al respecto es conveniente recordar los numerosos conflictos que existen en el Perú por el uso del agua agravados por el hecho de que al crear la Regiones Políticas se ignoró el concepto de Comarca Hidráulica.

hubiese habido para afrontarlo. Algunos daños que hace siglos eran enormes, como las epidemias y las muertes, ahora no lo son tanto, o no deberían serlo, y, en cambio, otros que antes no existían, como podría ser la rotura de una gran presa, ahora sí son posibles.

En el pasado, el mayor impacto no era en las infraestructuras, pues estas no eran tan numerosas ni tan importantes como ahora, sino en la salud y en las vidas humanas. Durante las grandes lluvias, seguidas de las inundaciones⁸, las condiciones sanitarias empeoraban notablemente y se propagaban enfermedades infecto-contagiosas. Había también un impacto negativo sobre los medios de subsistencia, lo que producía notable carestía y escasez de alimentos y, en muchas veces, hambrunas. Los medios de transporte y de comunicación con el resto del país tenían grandes deficiencias, lo que impedía que llegase la ayuda. El aislamiento creado era una seria amenaza. En cambio, en los Meganiños más recientes los principales daños han estado vinculados a las obras de ingeniería⁹, a la agricultura, a la situación económica en general, y a la pesquería, salvo en los pueblos y lugares muy pobres donde se vive una situación parecida a la de siglos atrás.



RÍO PIURA: PUENTE INDEPENDENCIA 1983

El impacto de un Meganiño en la vida y la economía de la población depende mucho de cuál era la situación social y económica preexistente a su aparición. Siempre se da que los grupos humanos más castigados son los más pobres, porque están menos preparados para

enfrentarse a la nueva situación climática creada y porque su capacidad de respuesta para la reconstrucción y recuperación es mucho menor.

El Fenómeno de El Niño debe ser considerado por la ingeniería como lo que es: un fenómeno natural cuyo impacto puede convertir en desastrosa la condición de vida de numerosos seres humanos. Si miramos el fenómeno desde el punto

PROBABILIDAD Y PRONÓSTICO

*Para el diseño nos interesa conocer la **probabilidad** de ocurrencia de un evento de determinada magnitud.*

Es en tal sentido que debemos encaminar nuestros esfuerzos.

*El **pronóstico**, en cambio, interesa para otros aspectos.*

⁸ Nótese que la inundación no es un fenómeno hidrológico.

⁹ En cada uno de los dos últimos Meganiños cayeron unos 60 puentes.

de vista del ingeniero proyectista la atención no tendría que centrarse en el pronóstico, sino en el conocimiento de la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno climático de determinada Magnitud para su apropiada consideración en los proyectos y diseños.

El estudio del impacto del FEN en el desarrollo de la costa norperuana no sólo es de gran actualidad, sino que su mejor conocimiento, acompañado del planeamiento y ejecución de las medidas encaminadas a contrarrestar

¿Debemos continuar realizando proyectos de embalse de 50 años de vida útil en cuencas erosionables, en las que no se considera su Manejo como parte del proyecto, y que están sometidas al Fenómeno El Niño?

sus efectos perjudiciales, constituye un reto más para las políticas de desarrollo y para la ingeniería. En la costa peruana los Meganiños constituyen una amenaza real que se expresa como un riesgo con características particulares para la vida, la salud y el bienestar del hombre, así como para cada especie animal, para cada cultivo, para cada estructura¹⁰, instalación o aspecto de la naturaleza.

El mayor o menor impacto que produzca un Meganiño es una expresión de la diferencia entre la planificación y la improvisación. En consecuencia, la obtención de información resulta ser fundamental para mitigar¹¹ sus efectos a través de una planificación adecuada. El riesgo particular tiene que examinarse en función de la respectiva vulnerabilidad, la que reside, como lo señala Wilches-Chaux¹², en “la incapacidad de una comunidad para «absorber», mediante el autoajuste, los efectos de un determinado cambio en su medio ambiente...”. Este concepto se aplica a cada zona geográfica y a cada actividad de la obra humana.

Pero, en la costa peruana las ciudades ya están construidas, sin condiciones naturales de drenaje, ubicadas inconvenientemente, los ríos están

¹⁰ Así por ejemplo, en cuencas erosionables sujetas al Fenómeno El Niño no debe considerarse nunca más una vida útil de 50 años para los embalses.

¹¹ Mitigar es reducir la vulnerabilidad. Es por eso que forma parte de la Facultad de Ingeniería Civil de la UNI el Instituto para la Mitigación de los Efectos del Fenómeno El Niño (IMEFEN).

¹² Gustavo Wilches-Chaux, abogado con estudios de posgrado en Manejo de Desastres. Es coautor del libro “Effective Management of Disaster Situations”.

estrangulados, las quebradas ocupadas, las cuencas deforestadas¹³. ¿Qué se puede hacer desde el punto de vista infraestructural, pocos meses antes de cada anuncio de un Meganiño, pasado el cual la vulnerabilidad seguirá siendo igual o mayor que antes, como lo demuestra la experiencia?



Las amenazas

El mundo en el que vivimos está lleno de amenazas, es decir, de eventos que pueden causarnos daño. Las amenazas, que se originan tanto en manifestaciones de la Naturaleza como en acciones humanas (antropogénicas), son básicamente potenciales. Las amenazas del mundo natural están ligadas al azar y son totalmente independientes de la voluntad humana. Son fenómenos esencialmente aleatorios; es decir, no determinísticos. Ejemplos clásicos de ellas son los movimientos sísmicos y el Fenómeno El Niño.

Las amenazas originadas en las acciones humanas pueden ocurrir en cualquier momento, pero cuando provocan un desastre es porque algo, o mucho, escapó al control humano. Sin embargo, no debe perderse de vista lo

¹³ La deforestación de cuencas contribuye notablemente a que las avenidas sean más pronunciadas y a que la producción de sedimentos (sólidos) sea mayor. Durante los Meganiños aumenta notablemente el gasto sólido fluvial con el consiguiente daño a los embalses.

señalado por Blaikie¹⁴ y otros autores: “Muchos desastres son una mezcla compleja de amenazas naturales y acciones humanas.” Wilches-Chaux anota que para una comunidad determinada, una amenaza es “la probabilidad de que ocurra un riesgo frente al cual esa comunidad particular es vulnerable”. Esta definición podría extenderse no sólo a una comunidad, sino a una estructura en particular, a una ciudad determinada, a una región geográfica, o a una actividad específica. Tal es el caso de la costa norperuana, cuya ocupación y desarrollo se ha hecho sin tomar en cuenta la ocurrencia eventual de grandes lluvias.

Causas de los principales daños

De acuerdo a la experiencia vivida no puede dejar de reconocerse que los perjuicios económicos, sociales y de todo orden, producidos por los eventos húmedos extremos son cada vez mayores y ellos se exacerban básicamente por nuestra permanente falta de previsión. Es, pues, muy importante el establecimiento, aunque fuese tentativo, de las causas que motivan el desastre que acompaña a los grandes Niños en la costa norte del Perú y que son, entre otras, y desde el punto de vista de la ingeniería, las siguientes:

Causas inherentes al Fenómeno

- a) *La Magnitud, duración y oportunidad de la alteración climática producida.*

La mayor parte del tiempo la costa norte peruana es hiperárida¹⁵. Eventualmente, se produce una transformación del clima y este se vuelve hiperhúmedo. Se trata de los Meganiños, durante los cuales la temperatura del mar frente a la costa norte peruana se incrementa notablemente con respecto a sus valores usuales. Así por ejemplo, en 1983 la anomalía positiva de la temperatura superficial del mar llegó puntualmente¹⁶ a unos 10 °C.

Como consecuencia de ello, en zonas en las que usualmente llueve muy poco o casi nada, se tuvo en pocos meses una precipitación acumulada de

¹⁴ Piers Blaikie, profesor de la Escuela de Estudios de Desarrollo de la Universidad de East Anglia, en el Reino Unido. Es coautor del libro "Vulnerabilidad. El entorno social, político y económico de los desastres".

¹⁵ Se dice que una región es hiperárida cuando la relación entre la precipitación anual y la evapotranspiración potencial es menor que 0,03.

¹⁶ Los promedios mensuales fueron bastante menores.

2 000 o 3 000 mm, según el lugar considerado¹⁷. A esto se añade las altas descargas presentadas en los ríos. Todo esto es una medida de la Magnitud del fenómeno, pero no de sus efectos. De modo que, en general, mientras mayor sea la Magnitud del fenómeno mayores serán los daños, potenciales o reales, según el grado de preparación.

Como parte integrante de la Magnitud del fenómeno debe considerarse su duración. Esta puede ser de algunas semanas o de largos meses, lo que lo hace muy destructivo. En los de menor duración no puede dejar de considerarse la época del año en la que ocurre, pues cuando coincide con los meses del verano los daños pueden ser muy grandes; en cambio, cuando coincide con los meses de invierno los daños son pequeños. Se dice que los Meganiños son excepcionales: lo son en la medida en la que se apartan del comportamiento usual; pero, no lo son desde el punto de vista de su ocurrencia, que como se verá a continuación, no es tan rara.

b) *La separación entre los grandes Niños (Intermeganiño).*

Los estudios que ha realizado el autor le han permitido determinar, con la ayuda de la Climatología Histórica, que en la costa norte peruana en los últimos cinco siglos han ocurrido once Meganiños (1578, 1720, 1728, 1791, 1828, 1878, 1891, 1925, 1926, 1983 y 1998), cuyas separaciones han sido: 142, 8, 63, 37, 50, 13, 34, 1, 57 y 15 años, lo que da para el Intermeganiño un promedio de 42 años. Como puede verse, se trata de fenómenos aleatorios; a veces, los intervalos son muy grandes y esto hace que caigan en el olvido, como si nunca hubiesen existido. La memoria humana es frágil¹⁸. El Intermeganiño es el número de años que transcurre entre dos Meganiños sucesivos.

FRECUENCIA DEL FEN

Los Meganiños no son eventos extraordinariamente raros.

Deben tomarse en cuenta para el diseño de una estructura de mediana o de gran importancia.

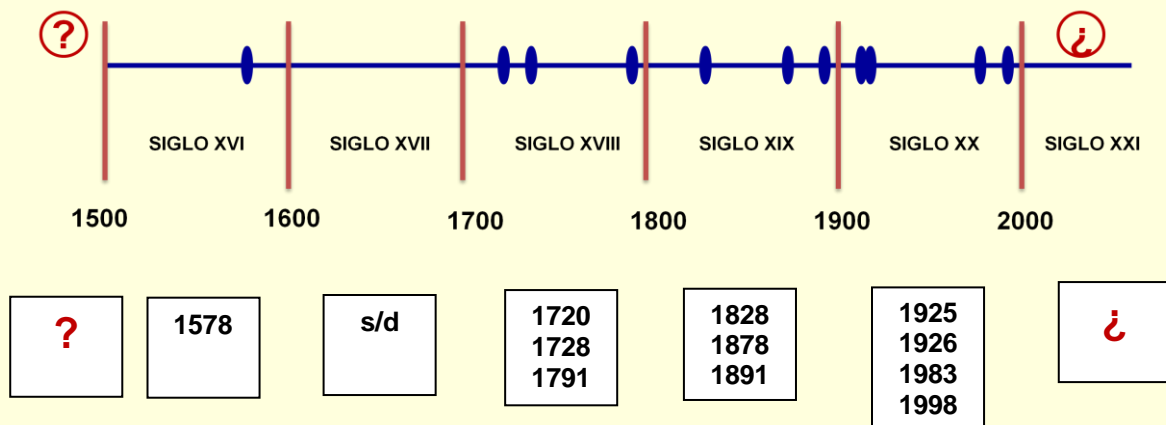
El periodo de retorno de los Meganiños en la costa norte es:

del orden de 50 años.

¹⁷ En un estudio de la Corporación Andina de Fomento (CAF) se señala que en enero de 1998 (año de un importante Meganiño) el incremento de la precipitación en la franja litoral de Piura fue del 26 000% (Veintiséis mil por ciento).

¹⁸ Naturalmente que los Intermeganiños mencionados corresponden a la información que hasta la fecha ha podido disponer el autor.

LOS ONCE MEGANIÑOS DE LA COSTA NORPERUANA EN LOS ÚLTIMOS CINCO SIGLOS



Causas inherentes a Las Acciones Humanas (Antropogénicas)

c) *La ocupación territorial realizada*

La fundación de ciudades, las nuevas urbanizaciones, la construcción de viviendas y zonas industriales y, en general, la ocupación territorial se ha realizado desde el siglo XVI, y se sigue haciéndolo, como si la costa fuese siempre una zona carente de lluvias. Cuencas deforestadas, ríos jóvenes muy dinámicos e inestables, cauces indefinidos sin mantenimiento ni defensas adecuadas, ciudades ubicadas al borde de los ríos, viviendas precarias construidas sobre el lecho de las quebradas, carencia de sistemas de drenaje y muchas otras circunstancias¹⁹, son las que determinan que los daños causados por los Meganiños sean y seguirán siendo muy grandes. Son causas antropogénicas.

d) *La pobreza*

Una de las manifestaciones de la pobreza que existe de manera crónica en gran parte de la población afectada, urbana y rural, es la precariedad de las viviendas, incapaces de soportar las eventuales lluvias fuertes. La pobreza impide o dificulta la recuperación²⁰.

¹⁹ Es clamoroso que en la práctica se ignore casi totalmente el concepto de faja marginal.

²⁰ La pobreza es uno de los factores determinantes de que un mismo evento sea un desastre para unos y para otros no.

- e) *El incremento del número de grandes e importantes estructuras que pueden ser afectadas.*

El progreso material se ha asociado a la construcción de importantes obras de ingeniería hidráulica y vial, que no existían en siglos anteriores, y que sufren el impacto de las torrenciales lluvias y de las descargas fluviales desconocidas en los cortos registros existentes. Como cada vez hay más obras, el número de las afectadas o destruidas es creciente.

- f) *Fuerte crecimiento de la población, que se manifiesta, además, como una mayor densidad poblacional.*

La población peruana ha crecido muy rápidamente en los últimos años. Como en el Perú uno de los recursos más escasos es la tierra habitable, esto ha traído como consecuencia un notable aumento de la densidad poblacional, especialmente entre los habitantes de menores recursos económicos. Se ha ocupado terrenos cada vez más peligrosos e inadecuados, como por ejemplo las quebradas. Todo esto aumenta la vulnerabilidad; es decir, la posibilidad de daños.

A estas causas podría añadirse varias más, como por ejemplo la vulnerabilidad cultural, que consiste en que gran parte de la población cree que el desastre es inevitable como expresión de la naturaleza y que poco o nada puede hacerse para evitarlo.

Es sabido que un desastre se produce cuando coinciden en un lugar y en un momento determinado el riesgo y la vulnerabilidad. Se ve, pues, que los desastres llegan, no como consecuencia de un castigo divino, como se creía antes, o de la furia de la naturaleza, como todavía se suele decir, sino como consecuencia de un fenómeno natural y de nuestra falta de previsión para afrontarlo, a lo que se agrega la falta de capacidad para superarlo.

Por lo tanto, la gran tarea que tenemos frente a nosotros es desarrollar una Cultura de la Prevención, la que no consiste en tomar medidas apresuradas a último momento, sino en tener una actitud permanente para convivir con el mundo que nos rodea, prevenir los desastres y aprender a superarlos.

RELACION DE MEGANIÑOS DE LA COSTA NORPERUANA (1532*-2015)

| AÑO | INTER-VALO | CARACTERÍSTICAS |
|-----------------------------|------------|---|
| 1578 | 142 | Fuertes lluvias en Lambayeque (40 días). Copiosas lluvias en Ferreñafe, Jayanca, Chiclayo, Chicama, Trujillo y Zaña. Desborde de ríos. Destrucción de canales. Grandes daños a la agricultura. Epidemias. Plaga de langostas. No hay mediciones, pero sí numerosas descripciones. Solo hay información del Perú. |
| 1720 | 8 | Copiosas lluvias en Trujillo, Piura y Paita. Desborde de ríos. Destrucción de Zaña. Enormes daños económicos a la agricultura, especialmente en Lambayeque. No hay mediciones, pero sí numerosas descripciones. Solo hay información del Perú. |
| 1728 | 63 | Muy próximo al anterior. Lluvias en Piura (relámpagos y truenos), Paita, Zaña (12 días de lluvia), Chocope, Trujillo (40 días de lluvia, corrieron ríos de agua por las calles). Desborde de ríos. Ruina económica de la agricultura en Lambayeque. Solo hay información del Perú. |
| 1791 | 37 | Impacto mundial. Fuertes lluvias en Piura, Paita, Lambayeque, Chiclayo y en toda la costa norte. Daños a la agricultura en Lambayeque. Fuertes lluvias entre Chíncha y Pativilca. |
| 1828 | 49 | Fuertes lluvias entre Trujillo y Piura (14 días de lluvia). Tempestades. Desbordes de ríos. Inundación de Lambayeque y ruina de la agricultura del departamento. Formación de un río en Secura. |
| 1877-1878** | 13 | Impacto mundial. Periodo húmedo de dos años seguidos. Fuertes lluvias en la costa norte. Grandes daños en Lambayeque: ruina total de la agricultura. Impacto mundial. El Índice de Oscilación Sur (IOS) se volvió negativo: Junio 1877 (-16,8); Febrero 1878 (-21,1). El bienio tuvo durante diecinueve meses casi continuos de Índice de Oscilación Sur (IOS) negativos. Hay información amplia de otras partes del mundo. |
| 1891 | 34 | Fue el primero que empezó a estudiarse científicamente en el Perú. Torrenciales lluvias en toda la costa norte. En Piura, Trujillo y Chiclayo llovió dos meses. Chimbote, Casma y Supe quedaron en ruinas. 2 000 muertos, 50 000 damnificados. Desbordes del río Rimac. El Índice de Oscilación Sur no adquirió valores negativos. No se dispone de información de otras partes del mundo. |
| 1925 | 1 | Fortísimas lluvias en todo el norte. En Tumbes, l 524 mm. En la cuenca baja del río Chancay-Lambayeque, l 000 mm. El Rimac alcanzó los 600 m ³ /s (Est.). Desborde de ríos. Lluvias hasta Pisco. Aumento de la temperatura del mar y del ambiente. Plagas, epidemias y enfermedades. Grandes daños económicos. El Índice de Oscilación Sur no adquirió valores negativos durante el verano de la costa norperuana. No se dispone de información de otras partes del mundo. |
| 1926 | 57 | Fortísimas lluvias en todo el norte durante tres meses. En Tumbes, l 265 mm. Plagas, epidemias y enfermedades. El Índice de Oscilación Sur se volvió negativo: Febrero (-14,5). El bienio 1925-1926 tuvo dieciséis meses seguidos de IOS negativos. |
| 1983 | 15 | Gran impacto mundial. Fuertes precipitaciones en toda la costa norte: seis meses en Piura. En Tumbes, 5 466 mm. Interrupción de carreteras. Fuertes pérdidas en la pesquería. Información abundante. El Índice de Oscilación Sur se volvió fuertemente negativo: Febrero (-33,3). Amplia información de otras partes del mundo. |
| 1998 | ? | Enorme impacto mundial. Grandes lluvias en todo el norte. Fuertes descargas de los ríos. Cuantiosas pérdidas. Cayeron 58 puentes. Plaga de langostas. Grandes pérdidas económicas. Amplia información. El Índice de Oscilación Sur se volvió fuertemente negativo: Marzo (-28,5). Amplia información de otras partes del mundo. |
| INTERVALO MEDIO (1578-1998) | 42 años | Arturo Rocha (31 de Diciembre 2015) |

* Se ha considerado que 1532 es el primer año a partir del cual se podría tener información histórica sobre Meganiños.

** Se ha considerado que 1877-1878 ha sido un solo evento; no así en lo que respecta a 1925 y 1926, que se han considerado como dos eventos independientes (1925 y 1925-1926).

MEGANIÑOS DE LA COSTA NORPERUANA (1532-2015)



ARTURO ROCHA FELICES

RELACIÓN DE PUBLICACIONES

(Diciembre 2015)

| | |
|--|--|
| Academia Peruana de Ingeniería | www.apiperu.com.pe |
| Instituto para la Mitigación de los Efectos del Fenómeno El Niño (UNI) | www.imefen.uni.edu.pe |
| Instituto de la Construcción y Gerencia (ICG) | www.construccion.org.pe |
| Foros Construyaprende | www.construyaprende.com |
| Academia.edu | www.academia.edu |

LIBROS

1. **Selección de Publicaciones de Hidráulica.** Libro Digital CD-06, Versión 6. Instituto de la Construcción y Gerencia (ICG), abril 2015.
2. **Introducción a la Hidráulica de las Obras Viales,** publicado por el Instituto de la Construcción y Gerencia (ICG), PT-44, tercera edición, junio 2013.
3. **Hidráulica de Tuberías y Canales,** publicado por la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, 2007.
4. **Introducción a la Hidráulica Fluvial,** publicado por la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, 1998.
5. **Agua para Lima en el Siglo XXI,** publicado por el Consejo Departamental de Lima del Colegio de Ingenieros del Perú, 1996.
6. **Recursos Hidráulicos,** publicado por el Colegio de Ingenieros del Perú, Capítulo de Ingeniería Civil. Colección del Ingeniero Civil, Lima, 1993.

7. **Seminario: Diseño de Presas de Tierra**, con otros autores. Capítulo correspondiente a **Sedimentación dentro del Embalse**, publicado por el Comité Peruano de Grandes Presas, Lima, 1993.
8. **Transporte de Sedimentos Aplicado al Diseño de Estructuras Hidráulicas**, publicado por el Colegio de Ingenieros del Perú, Capítulo de Ingeniería Civil. Colección del Ingeniero Civil, Lima, 1990.
9. **Wasserableitungen aus Flüssen mit Sedimentbewegung**, tesis doctoral. Universidad de Hannover, Alemania. Memorias del Instituto Franzius, Volumen 35, Hannover 1970.
10. **Transporte de Sedimentos**, coautor, publicado por el Departamento de Hidráulica e Hidrología, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, 1969.

FOLLETOS

11. **Curso Corto sobre Sedimentos**, publicado con ocasión del curso organizado por el Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas (IICA), Buenos Aires, 1978.
12. **Introducción Teórica al Estudio de Bocatomas**. Lima, 1978.
13. **Control de Avenidas**, publicado por la Dirección General de Aguas, Segundo Curso Nacional sobre Operación, Conservación y Desarrollo de Distritos de Riego, Lima, 1973.
14. **Modelos Fluviales de Lecho Móvil**, publicado como Boletín Técnico 4-007 por el Laboratorio Nacional de Hidráulica, Lima, noviembre de 1966.
15. **Selección de Escalas para un Modelo de Lecho Móvil por medio de la Computación Electrónica**, ponencia presentada al II Congreso Latinoamericano de Hidráulica (Caracas, 1966), publicada en las Memorias del Congreso y reproducida como Boletín Técnico 4-006, por el Laboratorio Nacional de Hidráulica, Lima, agosto de 1966.

16. **Sobre la Influencia de la Aceleración Complementaria de Coriolis en los Modelos Hidráulicos**, publicado como Boletín Técnico 4-003, por el Laboratorio Nacional de Hidráulica, Lima, febrero de 1966.
17. **Consideraciones Generales sobre los Modelos Hidráulicos**, publicado como Boletín Técnico 4-002, por el Laboratorio Nacional de Hidráulica, Lima, diciembre de 1965.
18. **Incorporador de Sedimentos a un Modelo de Lecho Móvil**, publicado como Boletín Técnico 4-001, por el Laboratorio Nacional de Hidráulica, Lima, noviembre de 1965.

EVENTOS INTERNACIONALES

19. **Los embalses laterales y sus aspectos sedimentológicos. Aplicación al reservorio de Palo Redondo.** IV Congreso Internacional HIDRO 2011, Obras de Saneamiento, Hidráulica, Hidrología y Medio Ambiente. Lima, mayo 2011.
20. **Las famosas lluvias de 1925 y 1926: ¿El primer Meganiño del siglo XX?** IV Congreso Internacional HIDRO 2011, Obras de Saneamiento, Hidráulica, Hidrología y Medio Ambiente. Lima, mayo 2011.
21. **Albert Einstein y el origen de los meandros.** V Congreso Internacional de la Construcción - ICG. Lima, diciembre 2010 y en la Página web de la Academia Peruana de Ingeniería.
22. **Albert Einstein y los meandros.** Revista "PUENTE" Colegio de Ingenieros del Perú-Consejo Nacional. Año V, Número 18. Setiembre, 2010.
23. **¿Cuál es el ancho de un río y sus implicancias en el diseño de las obras viales?** IX Congreso Internacional de Obras de Infraestructura Vial - ICG. Lima, setiembre 2010.
24. **Comentario sobre aspectos hidráulicos del Manual de Diseño de Puentes.** IV Congreso Internacional Ingeniería Estructural, Sísmica y Puentes - ICG. Lima, junio 2010.

25. **La morfología fluvial y su incidencia en la estabilidad de las obras viales.** VIII Congreso Internacional Obras de Infraestructura Vial - ICG. Lima, diciembre 2009.
26. **Erosión en Pilares y Estribos de Puentes.** IV Congreso Internacional de la Construcción - ICG. Lima diciembre 2008. Actualizado en mayo 2014.
27. **El Meganiño 1982-83, “La madre de todos los Niños”, y la Rehabilitación de las Zonas Afectadas.** Segundo Congreso Internacional de Hidráulica, Hidrología, Saneamiento y Medio Ambiente, HIDRO 2007. Lima, 2007.
28. **La problemática de la sedimentación de embalses en el aprovechamiento de los ríos peruanos, aplicada al embalse de Poechos.** Primer Congreso Internacional de Hidráulica, Hidrología, Saneamiento y Medio Ambiente, HIDRO 2006. Lima, 2006.
29. **Aspectos sedimentológicos del Manejo de Cuencas en zonas áridas sujetas al Fenómeno de El Niño.** II Simposio Latinoamericano de Control de la Erosión. Lima 2004.
30. **Las Grandes Obras de Riego en la Costa Peruana,** ponencia presentada al I Encuentro de las Ingenierías Civiles Iberoamericanas, publicada en las Memorias, Cáceres, España. Mayo 1992.
31. **Problemática de la Sedimentación en los Proyectos de Irrigación,** ponencia presentada al VII Seminario Latinoamericano de Riego y Drenaje (Santiago de Chile, diciembre 1983), publicada en las Memorias del Seminario y reproducida en la revista El Ingeniero Civil, N° 46, Ene-Feb. 1987.
32. **Algunos aspectos de la sedimentación acelerada de embalses,** “Simposio Internacional Modernas Orientaciones sobre Problemas de Planificación y Administración de los Recursos Hídricos”, Quito, Ecuador, marzo 1983.
33. **Discurso Inaugural VII Congreso Latinoamericano de Hidráulica IAHR.** Quito, Ecuador, 1978
34. **Parámetros Descriptivos de la Distribución de Sólidos en una Bifurcación,** publicada en las Memorias Post Congreso del V Congreso Latinoamericano de Hidráulica, Lima, 1972.

35. **Discurso Inaugural del V Congreso Latinoamericano de Hidráulica-IAHR**, publicado en las Memorias del Congreso, Lima, 1972.
36. **Distribution de Matèriel Solide dans le Bifurcations des lits alluvionnaires**, ponencia presentada al XIV Congreso Mundial de la Asociación Internacional de Investigaciones Hidráulicas (I.A.H.R.), publicada en las Memorias del Congreso, París, 1971.
37. **Sobre la Determinación del Coeficiente de Rizos**, coautor, ponencia presentada al III Congreso Latinoamericano de Hidráulica (Buenos Aires, 1968), publicada en las Memorias del Congreso y reproducida como Boletín Técnico 4-009, por el Laboratorio Nacional de Hidráulica, Lima 1969.

EVENTOS NACIONALES

38. **El agua virtual y la huella hídrica en el siglo XXI**. Conferencia Magistral. Academia Peruana de Ingeniería. Octubre, 2011.
39. **Interacción de la dinámica fluvial y el desarrollo urbano**. Foro “Problemas en el Manejo de Ríos en Áreas Urbanas”, Colegio de Ingenieros del Perú, Consejo Departamental de Lima, Capítulo de Ingeniería Civil, publicado en la revista “Ingeniería Civil”, Edición 46, año 09-2011.
40. **El impacto del Fenómeno de El Niño en zonas urbanas**. Foro “Problemas en el Manejo de Ríos en Áreas Urbanas”, Colegio de Ingenieros del Perú, Consejo Departamental de Lima, Capítulo de Ingeniería Civil, publicado en la revista “Ingeniería Civil”, Edición 46, año 09-2011.
41. **El Agua Virtual**. Revista “PUENTE” del Consejo Nacional del Colegio de Ingenieros del Perú, Año V, Número 16. Marzo, 2010.
42. **El agua virtual en el mundo del siglo XXI**. Memorias del Congreso Nacional de Estudiantes de Ingeniería Civil (CONEIC), Lima 2009.
43. **Consideraciones sobre las defensas fluviales con espigones**. XVI Congreso Nacional de Ingeniería Civil. Arequipa 2007.

44. **Problemática de las inundaciones y huaicos en el Perú.** Instituto para la Mitigación de los efectos del Fenómeno de El Niño. IMEFEN. Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, marzo 2007.
45. **El dinamismo fluvial y la seguridad de las obras viales frente a eventos hidrometeorológicos extremos: Meganiños y sequías.** V Congreso "Obras de Infraestructura Vial" I. C. G. Julio, 2006
46. **La inundación de Zaña de 1720 y las fallas en la planificación del uso de la tierra.** XIV Congreso Nacional de Ingeniería Civil. Iquitos, 2003 (Actualizado en marzo 2015).
47. **Aspectos sedimentológicos del manejo de cuencas en zonas áridas sujetas al Fenómeno de El Niño.** XIV Congreso Nacional de Ingeniería Civil. Iquitos, 2003.
48. **Caracterización hidrometeorológica de los Meganiños en la costa norte peruana.** XIV Congreso Nacional de Ingeniería Civil. Iquitos, 2003 y reproducido en la revista "El Ingeniero Civil" N° 135 Set.-Oct. 2004. Actualizado a julio 2012.
49. **Evaluación del Riesgo Sedimentológico (E.R.S.) en los proyectos de embalse.** XIV Congreso Nacional de Ingeniería Civil. Iquitos, 2003. Informativo ICG N° 129, 13 noviembre 2003. Actualizado en la Revista "Ingeniería y Construcción", Año 2, edición 11, octubre-noviembre 2007.
50. **Consideraciones de diseño de estructuras hidráulicas sujetas al Fenómeno de El Niño.** XIV Congreso Nacional de Ingeniería Civil. Iquitos, 2003 y reproducido en la revista "COSTOS", Año 09 Edición 118. Enero 2004.
51. **Algunas reflexiones sobre la formación del ingeniero civil.** XIV Congreso Nacional de Ingeniería Civil. Iquitos, 2003.
52. **Interacción del comportamiento fluvial y las obras viales durante el Fenómeno de El Niño.** II Congreso Nacional de Obras de Infraestructura Vial. ICG. Lima, 2003.
53. **Los modelos como herramienta valiosa para el diseño hidráulico.** Conferencia dictada en el ciclo organizado por el Laboratorio Nacional de Hidráulica, publicada en las Memorias (Febrero 2003) y en la Revista "Ingeniería y Construcción", Año 2, edición 9, mayo-junio 2007.

54. **El Impacto del Fenómeno de El Niño en las Estructuras Hidráulicas**, conferencia dictada en el I Foro Regional de Ingeniería Civil del Norte Peruano, publicada en “El Ingeniero Civil” N° 116, mayo-junio del 2000.
55. **Bases para la Formación del Ingeniero Civil del Futuro**, ponencia presentada al X Congreso Nacional de Ingeniería Civil, con otros autores, publicada en “El Ingeniero Civil”, N° 94, Ene-Feb. 1995.
56. **El Desarrollo de la Región Grau y el Convenio Peruano-Ecuatoriano de Aprovechamiento Hidrográfico Conjunto**, ponencia presentada al VIII Congreso Nacional de Ingeniería Civil (setiembre, 1990), publicada en las Memorias del Congreso y reproducida en la revista “El Ingeniero Civil”, N° 69, Nov-Dic. 1990.
57. **¿Qué pasa con los Grandes Proyectos de Irrigación de la Costa Peruana?**, ponencia presentada al Fórum “Ingeniería Civil para el Desarrollo Nacional”. Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Nacional de Ingeniería, marzo, 1987 Revista “El Civil”, N° 3 Agosto, 1988.
58. **Los Recursos Naturales en la Constitución Política del Perú**, ponencia presentada al VI Congreso Nacional de Ingeniería Civil (1986) y expuesta en el Fórum “Los Recursos Naturales y la Ingeniería en el Desarrollo del País”, organizado por el Colegio de Ingenieros del Perú, abril, 1985.
59. **Sedimentación Acelerada de Embalses**, ponencia presentada al IV Congreso Nacional de Ingeniería Civil (noviembre 1982), publicada en las Memorias del Congreso y reproducida en la revista “El Ingeniero Civil”, N° 25, Jul-Ago. 1983.
60. **Algunos Aspectos de la Erosión, Transporte y Control de Sedimentos en el Río Amarillo (China), Aplicables a la Realidad Peruana**, ponencia presentada al II Congreso Nacional de Ingeniería (marzo, 1981), publicada en las Memorias del Congreso y reproducida por la revista “Ingeniería”, N° 12, del Colegio de Ingenieros del Perú (mayo, 1982).
61. **El problema de los sedimentos en los ríos peruanos. II Congreso Nacional de Ingeniería Civil, Arequipa 1978.**

62. **Aspectos Hidráulicos del Control de Avenidas**, “Simposium Deslizamientos (Huaicos) e Inundaciones”, Colegio de Ingenieros del Perú, Lima, 1972.

ARTÍCULOS EN REVISTAS Y OTROS MEDIOS

63. **La Vulnerabilidad de la Costa Norperuana Frente al Impacto de de los Grandes Niños.** (Texto completo en la Web) y Versión Breve en “Ingeniería Nacional”, Revista Oficial del Colegio de Ingenieros del Perú. Consejo Nacional. Edición 19- Diciembre 2015. Año 5.
64. **Presentación del Dr. José Salas como Académico Correspondiente de la Academia Peruana de Ingeniería.** Página web de la Academia Peruana de Ingeniería. Noviembre 2015.
65. **Diapositivas: El Fenómeno de El Niño: Un desastre o un Fenómeno.** Academia.edu. Julio 2015.
66. **La Ingeniería Frente al Fenómeno “El Niño” en la Costa Norperuana** (Versión ampliada en agosto 2015). Página web de la Academia Peruana de Ingeniería. Agosto 2015.
67. **Diapositivas: Defensas fluviales con espigones.** Página web de la Academia Peruana de Ingeniería. Junio 2015.
68. **Defensas fluviales con espigones** (Actualizado junio 2015). Página web de la Academia Peruana de Ingeniería. Junio 2015.
69. **El Meganiño de 1720: La inundación de Zaña y las fallas en la planificación del uso de la tierra.** Página web de la Academia Peruana de Ingeniería. Marzo 2015.
70. **La certificación notarial de la ruina de Zaña del 15 de marzo de 1720.** Revista “PUENTE”, Año IX, número 36, marzo 2015.
71. **Albert Einstein y el origen de los meandros** (Diapositivas. Actualizado en febrero 2015). Página web de la Academia Peruana de Ingeniería. Febrero 2015.
72. **Vertederos-Fórmulas.** Manual de la Construcción. Instituto de la Construcción y Gerencia (ICG) Enero 2015.
73. **Los aluviones de 1891 y la iniciación de las investigaciones sobre el Fenómeno “El Niño” (ENSO) en el Perú.** Página web de

la Academia Peruana de Ingeniería (Texto completo), agosto 2014 y Versión Breve en “PUENTE” Revista del Colegio de Ingenieros del Perú. Consejo Nacional. Año IX. Número 35, diciembre, 2014.

74. **El aprovechamiento de los ríos y la vida de los embalses: ¡50 años, nunca más!** “Ingeniería Nacional” Revista Oficial del Colegio de Ingenieros del Perú. Consejo Nacional. Edición 13-2014 Año 4.
75. **El Meganiño de 1791 en el Perú y el Mundo.** Página Web del Instituto para la Mitigación de los efectos del Fenómeno El Niño (IMEFEN), 2014 y en el Informativo ICG N° 674, 21 abril 2014.
76. **La inundación de Lambayeque de 1791 narrada en octavas reales.** Página web de la Academia Peruana de Ingeniería (Texto completo) y en “PUENTE” (Versión breve), Revista del Colegio de Ingenieros del Perú. Consejo Nacional. Año IX. Número 32 – Marzo del 2014.
77. **El Meganiño de 1728 y el desastre agroeconómico del siglo XVIII.** Página web de la Academia Peruana de Ingeniería y la del Instituto para la Mitigación de los efectos del Fenómeno El Niño (IMEFEN) UNI, 2014.
78. **Meganiños de la costa norperuana en los últimos cinco siglos.** Publicado en “Ingeniería Nacional”, Revista oficial del Colegio de Ingenieros del Perú. Consejo Nacional. Edición 11-2013. Año 3 y en el Boletín 2-63 Julio-Agosto 2014 del Comité Peruano de Grandes Presas (COPEGP).
79. **Ingeniería Frente al Fenómeno “El Niño” en la Costa Norperuana.** Publicado en “Ingeniería Nacional”, Revista oficial del Colegio de Ingenieros del Perú. Consejo Nacional. Edición 11-2013. Año 3.
80. **Las lluvias de 1925 y 1926 en el Departamento de Tumbes. En homenaje al Dr. Georg Petersen.** Informativo ICG N° 603, 10 Diciembre 2012.
81. **El Impacto Mundial del Fenómeno “El Niño” (ENSO) de 1877-1878.** Informativo ICG N° 581 - 09 Julio 2012.
82. **Las lluvias de 1925 en el departamento de Lambayeque y sus implicancias para el Proyecto Olmos.** Informativo ICG N° 572 - 07 Mayo 2012.

83. **Regiones Políticas y Comarcas Hidráulicas.** Revista Técnica del Capítulo de Ingeniería Civil del Colegio de Ingenieros del Perú-CDL, Año 9 N° 40, 2009.
84. **¿Qué hacer con los grandes proyectos hidráulicos de la costa norte norperuana?** Colegio de Ingenieros del Perú, Consejo Nacional, Revista "INGENIERÍA", N° 2, octubre 2007.
85. **El Niño: ¿Un desastre o un fenómeno?** Colegio de Ingenieros del Perú, Consejo Nacional, Revista "PUENTE", Año II, N° 4, marzo 2007.
86. **El agua: Consecuencias de no tener un Plan Nacional de Desarrollo (Entrevista).** Revista de Economía y Negocios de la Universidad del Pacífico, Noviembre-Diciembre 2006, reproducido en la Revista Técnica del Capítulo de Ingeniería Civil del Colegio de Ingenieros del Perú-CDL, Año 8 N° 33, 2007.
87. **Comentarios sobre la Ley 28858.** Informativo ICG. Setiembre 2006.
88. **La costa norte peruana y su vulnerabilidad frente al Fenómeno de El Niño.** Revista Técnica del Capítulo de Ingeniería Civil del Colegio de Ingenieros del Perú-CDL, Año 8 N° 29, 2006.
89. **Análisis del comportamiento de los sólidos en una bifurcación.** Revista Técnica de la Facultad de Ingeniería Civil, UNI, Año 2, N° 3- Noviembre 2005.
90. **La bocatoma, estructura clave en un proyecto de aprovechamiento hidráulico.** Revista Técnica de la Facultad de Ingeniería Civil, UNI, Año 01, N° 2, Noviembre 2005.
91. **La Ingeniería frente al Fenómeno de El Niño,** Revista Técnica de la Facultad de Ingeniería Civil, UNI, Año 01, N° 3, 2003
92. **El Meganiño de 1578 y el pago de impuestos.** Revista Técnica del Capítulo de Ingeniería Civil del Colegio de Ingenieros del Perú-CDL, Año 6-N° 28, 2002. La versión actualizada se encuentra en la página web del IMEFEN.
93. **El agua, recurso vital propiedad de todos.** Revista Técnica del Capítulo de Ingeniería Civil del Colegio de Ingenieros del Perú-CDL, Año 6 N° 27, 2002.

94. **Ingeniería y Recursos Hidráulicos**, publicado en el Boletín N°1 de la Academia Peruana de Ingeniería, enero del 2000.
95. **Cómo se aprende en Hidráulica**, publicado en la revista "Presas y Reservorios", órgano del Comité Peruano de Grandes Presas. Año 3, N° 003, diciembre 1996.
96. **Agua para Lima el año 2025**, publicado en la revista El Ingeniero Civil, N° 103, Jul-Ago. 1996.
97. **La explosión demográfica**, publicado en la revista "El Ingeniero de Lima", órgano del Consejo Departamental de Lima del Colegio de Ingenieros del Perú, año 3 N° 8, julio 1996
98. **Regularización y Control de Ríos (Prólogo)**, publicado en la revista El Ingeniero Civil, N° 95, Mar-Abr. 1995.
99. **Aguas e Irrigación**, publicado en "El Ingeniero Civil", N° 90, May-Jun. 1994.
100. **Algunas Reflexiones sobre el Censo del 11 de julio de 1993**, publicado en "El Ingeniero Civil", N° 88, Ene-Feb. 1994.
101. **El Hombre y el Agua**, publicado en "El Ingeniero Civil", N° 85, Jul-Ago. 1993.
102. **Las fases de los proyectos hidráulicos**. Comité Peruano de Grandes Presas, Editorial, Boletín N° 2. Lima, 1992.
103. **El Desembalse de Poechos**, publicado en "El Ingeniero Civil", N° 81, Nov-Dic. 1992.
104. **I Encuentro de las Ingenierías Civiles Iberoamericanas**, publicado en la Revista del Capítulo de Ingeniería Civil del Colegio de Ingenieros del Perú, Consejo Departamental de Lima, N° 7, Set-Oct. 1992.
105. **Puyango-Tumbes Veinte Años Después**, publicado en "El Ingeniero Civil", N° 79, Jul-Ago 1992 y N° 80, Set-Oct. 1992.
106. **La Sedimentación de Poechos**, publicado en "El Ingeniero Civil", N° 77, Mar-Abr. 1992.

107. **Las Grandes Irrigaciones de la Costa Peruana**, publicado en "El Ingeniero Civil", N° 76, Ene-Feb. 1992.
108. **Los Modelos y su Importancia para el Diseño de Estructuras Hidráulicas**, publicado en "El Ingeniero Civil", N° 74, Set-Oct. 1991.
109. **Agua para la Costa Peruana**, publicado en la revista "Edificando", N° 2, Universidad Nacional de Ingeniería, Abr.-May. 1991.
110. **Una Mesa Redonda sobre Bocatomas**, VII Congreso Latinoamericano de Hidráulica, Santiago de Chile, 1976. Reproducido en "El Ingeniero Civil", N° 71, Mar-Abr. 1991.
111. **Consideraciones sobre algunos Aspectos Sedimentológicos de los Proyectos Hidráulicos**, publicado en "El Ingeniero Civil", N° 53, Mar-Abr. 1988.
112. **Modelos Hidráulicos: Realidad y Fantasía**, publicado en los "Anales de la Universidad de Chile", Quinta serie, N° 8, agosto, 1985, por el Comité "Estudios en Honor de Francisco Javier Domínguez Solar", Santiago de Chile, reproducido en la revista "El Ingeniero Civil", N° 50, Set-Oct. 1987 y en el Informativo ICG N° 594, octubre 2012.
113. **La Chimenea de Equilibrio de la Central Hidroeléctrica Charcani V**, con otros autores, publicado en "El Ingeniero Civil", N° 42, May-Jun. 1986.

(Diciembre 2015)