

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES

SEMINARIO

*“Reducción de la Vulnerabilidad
en la Red Vial del País por Desastres Naturales”*

OCTUBRE 2005

CONFERENCIA

EL DINAMISMO FLUVIAL Y LA SEGURIDAD DE LAS OBRAS VIALES DURANTE EL FENÓMENO DE EL NIÑO

Dr.- Ing. Arturo Rocha Felices
Consultor de proyectos hidráulicos

El mundo en el que vivimos, y nuestro país en particular, está lleno de amenazas, es decir, de eventos que pueden causar daños a los seres humanos y a las obras construidas por ellos. Las amenazas tienen diverso origen. Algunas de ellas son manifestaciones esencialmente potenciales de la Naturaleza, como el Fenómeno de El Niño (FEN) o un movimiento sísmico, y no se puede anticipar determinísticamente el momento de su ocurrencia, pues están ligadas al azar y son, por lo tanto, probabilísticas. Otras manifestaciones tienen su origen en las acciones humanas y pueden ser muy peligrosas, como por ejemplo el estrechamiento de un río para construir una obra, sin tener en cuenta las indispensables consideraciones

de la hidráulica fluvial. Al respecto, no debe perderse de vista lo señalado por Blaikie y otros autores: “*Muchos desastres son una mezcla compleja de amenazas naturales y acciones humanas.*”

La presente exposición gira en torno al notable contraste que existe entre los cursos de agua, que por su propia naturaleza son cambiantes y dinámicos, y las obras viales construidas cerca de ellos, las que por sus propias funciones deberían ser estables y permanentes en el tiempo. El binomio río-obra vial adquiere una relación más compleja y difícil cuando el Fenómeno de El Niño (FEN) se presenta con características de Meganiño, como una gran transformación climática que se manifiesta mediante eventos hidrometeorológicos inusitados que causan un enorme impacto sobre la ingeniería, la economía, las actividades humanas en general y, ciertamente, sobre las infraestructuras viales. La visión que se intenta presentar en este trabajo acerca de la compleja interrelación entre los cursos fluviales y las obras viales, parte de la idea básica de que los problemas se originan porque son las obras viales las que se acercan a los ríos, y no estos a aquellas.

El tema de la seguridad de las obras viales, en su aspecto general, fue tratado por el autor en el trabajo titulado *Interacción del comportamiento fluvial y las obras viales durante el Fenómeno de El Niño*, que fue presentado al II Congreso Nacional de Obras de Infraestructura Vial, en agosto 2003. La presente exposición es más específica y se refiere a la vulnerabilidad de las obras viales frente al dinamismo fluvial, es decir, frente a la gran movilidad característica de los ríos aluviales, la que se ve notoriamente aumentada durante los Meganiños.

Las obras viales tales como caminos, ferrocarriles y puentes, así como también las ubicadas en las ciudades, son muy vulnerables, según el caso, al exceso de lluvia, a la escorrentía, a las crecidas fluviales, a la gran movilidad de los ríos y quebradas y a diversos fenómenos como aluviones, deslizamientos, derrumbes y avalanchas, y, ciertamente, a las acciones humanas, que muchas veces son más agresivas que los fenómenos

naturales. En esta exposición, la vulnerabilidad consiste en la incapacidad de una obra vial de adaptarse a los cambios que experimenta el río que está junto a ella. Así por ejemplo, si un camino está ubicado junto a la parte exterior de una curva fluvial, ésta tenderá a cambiar, a desplazarse, como consecuencia de un aumento de caudales, que podría estar asociado al Fenómeno de El Niño, y el camino estará imposibilitado de adaptarse a la nueva situación creada. La migración del meandro terminará por destruir el camino.

Esta vulnerabilidad de las obras viales se ve agravada por la aparición eventual del Fenómeno de El Niño (FEN), que en algunas oportunidades por su magnitud e intensidad adquiere en la costa norte de nuestro país las características de Meganiño, tal como ha ocurrido unas diez veces en los últimos cinco siglos (1578, 1720, 1728, 1791, 1828, 1878, 1891, 1925, 1983 y 1998), lo que implica un periodo de recurrencia del orden de 50 años. La intensidad de los daños sufridos por las obras viales, cada vez que ha ocurrido un Meganiño, y sus implicancias sociales y económicas, nos indican la enorme importancia que tiene el conocimiento del Fenómeno de El Niño para su adecuada prevención. Una de las más serias consecuencias del FEN, en todas las épocas, es el aislamiento de los pueblos resultante de la destrucción de las obras viales.

Frente al hecho innegable de la gran movilidad fluvial y de su impacto en la seguridad de las obras viales, especialmente durante el Fenómeno de El Niño, cabe preguntarse cuáles son diversos los factores que la determinan. Es así como se distinguen los aspectos geológicos, la gran variabilidad de las descargas, las características geométricas del álveo, las variables hidráulicas (tirantes, pendientes, velocidades), el transporte sólido, la vegetación, las acciones humanas y algunas otras más.

La dinámica fluvial, es decir, la gran tendencia que tienen los ríos al cambio, y que se manifiesta como deformaciones del lecho, desplazamientos laterales, creación de nuevos brazos, migración de meandros, activación de

quebradas y paleocauces y de otras maneras más, tiene que estudiarse detenidamente cuando se va a construir obras viales cerca de los ríos.

Los ríos reaccionan frente a las obras construidas junto a ellos y sufren cambios que pueden ser lentos o rápidos, locales o generalizados, leves o graves. La alteración del equilibrio fluvial como consecuencia de las acciones humanas, es decir, de las obras construidas, puede conducir a serias modificaciones fluviomorfológicas que implican procesos de agradación y degradación, de difícil pronóstico y, muchas veces, de graves consecuencias.

Todos estos cambios, propios de los ríos, se exacerban durante los Meganiños, los que se caracterizan, desde el punto de vista hidrometeorológico, principalmente por lo siguiente: aumento generalizado de la temperatura, fuertes e inusuales lluvias de gran duración e intensidad y un gran incremento de las descargas de agua y de sólidos de los ríos y quebradas. Algunos ejemplos serían suficientes para graficar las manifestaciones del FEN en lo que a caudales respecta.

Las crecidas fluviales que ocurren en la costa norte durante los Meganiños son de larga duración, y por lo tanto, implican un gran volumen descargado. Esa es una de las diferencias esenciales con respecto a las avenidas ordinarias. Al respecto conviene recordar lo ocurrido en el río Piura en 1983 cuando la crecida tuvo una duración de seis meses y el volumen total descargado fue de 11 470 millones de metros cúbicos. La descarga mencionada para el año 1983 es superior a la suma de las descargas registradas en la misma estación a lo largo de los 18 años precedentes. En 1998, año de otro importante Meganiño, la crecida del río Piura duró cuatro meses y llegó a los 8 928 millones de metros cúbicos, cantidad superior a la suma de las descargas ocurridas desde el anterior Meganiño de 1983. Estas enormes masas descargadas tienen que compararse con la historia del río Piura, que tiene una serie de registros bastante larga, la que en gran medida ha sido revisada y ajustada de modo de verificar su consistencia hasta donde ello es posible. A lo largo de 76

años se han presentado los dos Meganiños mencionados, pero también ha habido unas diez oportunidades, 13% de toda la serie, en las que la masa anual descargada por el río Piura ha sido cero o casi cero. Aún más, si considerásemos para los dos Meganiños mencionados una masa anual media de unos 10 000 millones de metros cúbicos y nos preguntásemos cuantas veces la masa anual del río Piura no ha llegado al 10% de esa cantidad, obtendríamos que esto ha ocurrido en 54 años, lo que representa el 71% de toda la serie. En eso consiste, pues, lo extraordinario de los Meganiños: los altos valores alcanzados por las descargas de los ríos en contraste con las descargas habituales y con las descargas excepcionalmente bajas.

La otra característica importante de las avenidas asociadas a los Meganiños es que están constituidas por una sucesión de picos. Así en 1983 el río Piura, durante los seis meses que duró la crecida, alcanzó un valor máximo de 3 200 m³/s, pero en tres oportunidades excedió los 2 500 m³/s, en cinco oportunidades los 2 000 m³/s y más de diez veces los 1 600 m³/s. Se observa que el contraste mayor se encuentra en las masas descargadas y no sólo en los picos alcanzados. Así por ejemplo, el máximo pico de 1983 (Meganiño) fue de 3 200 m³/s y el de 1972 (Niño Fuerte, sin llegar a ser Meganiño) fue de 1600 m³/s; es decir, fue el doble; pero, si comparamos las masas descargadas se encuentra que la relación fue de 6,8. Nótese también que el valor correspondiente a la máxima descarga de 1972 (1 600 m³/s) ocurrió diez veces durante 1983.

De lo expuesto se observa claramente que una notable característica del FEN es la gran duración de los caudales que se presentan en los ríos, lo que ha dado lugar a que desde hace algún tiempo el autor venga promoviendo el uso de hidrogramas de descargas en lugar en lugar de lo comúnmente usado que son los caudales máximos instantáneos. Esto es fundamental para el estudio de los problemas de erosión fluvial y para evitar las numerosas fallas ocurridas, por ejemplo, en los puentes. Es por eso que dentro de la vulnerabilidad de las obras viales no puede dejar de mencionarse la de los puentes. Prácticamente la totalidad de las fallas que

se produjeron en los puentes durante los últimos Meganiños se originaron por problemas de Hidráulica Fluvial, y no por problemas estructurales. Debemos, pues, mirar el problema de la seguridad de las obras viales desde la perspectiva del dinamismo fluvial.

Para finalizar, es conveniente recordar que Eduardo Franco en un interesante trabajo, muestra la diferencia entre un fenómeno natural (avenidas, sismos, sequías) y los desastres que ocurren cuando la sociedad no se encuentra preparada para enfrentarlos; es decir, cuando es vulnerable, y dice: *“Estamos siempre frente a un desastre cuando le damos la espalda a aquellos aspectos de la naturaleza que debieran ser considerados siempre y, también, a aquellos aspectos de la sociedad y la economía que nos hacen vulnerables a los cambios del clima.”*

Conclusiones y Recomendaciones

Las conclusiones y recomendaciones obtenidas sobre la relación entre el dinamismo fluvial y la seguridad de las obras viales son las siguientes:

1. Existe una profunda interacción entre las obras viales y la naturaleza, como consecuencia de lo cual las obras viales son muy vulnerables al exceso de agua, sea en forma de lluvia o de escorrentía.
2. La dinámica fluvial, es decir, la gran tendencia que tienen los ríos al cambio, y que se manifiesta como deformaciones del lecho, desplazamientos laterales, creación de nuevos brazos, migración de meandros, activación de quebradas y de otras maneras más, debe ser tomada en cuenta en los estudios de obras viales próximas a un río.

- 3. El Fenómeno de El Niño (FEN), con características de Meganiño, es una realidad que no puede ignorarse, pues su periodo de recurrencia en la costa norperuana es del orden de 50 años. En consecuencia, tenemos que convivir con el FEN y aceptar y conocer, para poder controlarla, la enorme movilidad fluvial que se presenta durante los grandes Niños.**
- 4. Los Meganiños han causado en diferentes épocas enormes daños a las obras viales, los que podrían haber sido menores mediante un adecuado planeamiento y diseño. Para fines de diseño lo interesante no es el pronóstico, sino el conocimiento de la probabilidad de ocurrencia de eventos de determinada magnitud.**
- 5. Como la mayor parte de los daños se origina en una inapropiada consideración de los aspectos hidráulicos vinculados a las obras viales, se recomienda que en su diseño se dé una primerísima importancia al estudio de la acción del agua y al incremento de sus efectos durante los Meganiños. Es así como se recomienda el uso de hidrogramas de descargas en lugar de los valores máximos instantáneos para el análisis de diversos problemas de hidráulica fluvial, especialmente los relacionados a la degradación de cauces.**
- 6. La última y más importante conclusión de este trabajo es que mediante una adecuada prevención podríamos disminuir notablemente la vulnerabilidad de la Red Vial del País originada por Fenómenos Naturales y, en consecuencia, debemos tener presente que un fenómeno natural no es necesariamente un desastre. El desastre es no haber estado preparados.**

Referencias

1. BLAIKIE, Piers et al., **Vulnerabilidad. El entorno social, político y económico de los desastres.** La RED-ITDG. Bogotá, Colombia. 1996.
2. COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU, **Informe del Fenómeno del Niño 1997-1998.** Consejo Nacional. Lima, junio 1998.
3. CONSORCIO CLASS -SALZGITTER **Estudio Definitivo para la reconstrucción y rehabilitación del sistema de defensas contra inundaciones del Bajo Piura. Enero 2001**
4. FRANCO, Eduardo, **La gestión de los riesgos de desastre ENSO desde una perspectiva social.** I Encuentro de Universidades del Pacífico Sur. Piura 1999.
5. -----, **El Niño ¿Prevención de desastres o gestión del riesgo?** Exposición con motivo de la presentación de la Página Web sobre El Niño, de CEPES, el 18 de julio de 1997.
6. MASKREY, Andrew, **Los desastres no son naturales.** Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina (LA RED), Bogotá, Colombia, 1993.
7. ROCHA FELICES, Arturo, **Recursos Hidráulicos.** Colección del Ingeniero Civil. Colegio de Ingenieros del Perú, Libro 16. Lima, noviembre 1993.
8. -----, **La ingeniería civil ante el Fenómeno de El Niño.** Primer Congreso Panamericano de Ingeniería Civil y Planificación. Conferencia Inaugural. CIP-UPADI. Lima, noviembre 1998.
9. -----, **El impacto del Fenómeno de El Niño en las estructuras hidráulicas.** Primer Foro Regional de Ingeniería Civil del Norte Peruano. Colegio de Ingenieros del Perú. Trujillo, junio 2000.
10. -----, **El Meganiño de 1578.** Revista del Capítulo de Ingeniería Civil del Consejo Departamental de Lima del Colegio de Ingenieros del Perú. Año 6, Número 28, Lima, 2002.
11. -----, **La ingeniería frente al Fenómeno de El Niño.** Segundo Curso Internacional sobre "Mitigación de los efectos del Fenómeno de El Niño". Conferencia inaugural. CISMID. UNI. (2002). Reproducido en la Revista Técnica de la Facultad de Ingeniería Civil - UNI, Año 01 N° 1, Lima, 2003.
12. -----, **Interacción del comportamiento fluvial y las obras viales durante el Fenómeno de El Niño.** II Congreso Nacional de Obras de Infraestructura Vial. ICG. Lima, agosto 2003.
13. -----, **El riesgo sedimentológico (ERS) en los proyectos de embalse.** XIV Congreso Nacional de Ingeniería Civil. Iquitos 2003.
14. -----, **Caracterización hidrometeorológica de los Meganiños en la costa norte peruana.** Revista El Ingeniero Civil N° 135, Lima, Set.-Oct. 2004
15. -----, **El impacto del Fenómeno de El Niño en las obras de ingeniería.** Conferencia. Colegio de Ingenieros del Perú. Consejo Departamental Ancash-Chimbote, agosto 2003.
16. -----, **La inundación de Zaña de 1720.** XIV Congreso Nacional de Ingeniería Civil. Iquitos, octubre 2003.
17. -----, **Consideraciones de diseño en estructuras hidráulicas sujetas al Fenómeno de El Niño.** Revista COSTOS Construcción, Arquitectura e Ingeniería. Año 09 Edición 118. Lima, enero 2004.
18. -----, **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
19. -----, **Problemas en el diseño de estructuras hidráulicas a la luz del Fenómeno de El Niño y de la escasez de mediciones.** Conferencia. Comité Peruano de Grandes Presas. Lima, 2004.

20. -----, **El impacto del Fenómeno de El Niño en el desarrollo del norte peruano.** (En preparación).
21. -----, **Revisión de los estudios del encauzamiento y de los puentes ferroviarios en la quebrada Alcamayo-Cuzco** Instituto de Recursos Naturales (INRENA). Diciembre 2004.
22. ROMERO, Gilberto y MASKREY, Andrew, **Como entender los desastres naturales**, en el libro **Los desastres no son naturales**. Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina (La RED). Bogotá, Colombia, 1993.
23. WILCHES-CHAUX, Gustavo, **La Vulnerabilidad Global**, en el libro **Los desastres no son naturales**. Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina (La RED). Bogotá, Colombia, 1993