

¿SERÁN SÍSMICAMENTE BIEN SEGURAS EN EL PERÚ?

5 de Enero de 2022



LAS OBRAS DISEÑADAS BAJO SISTEMAS DE CONTRATACION APP Y GOBIERNO A GOBIERNO G2G

Dr. Ing. Raúl Delgado Sayán

Ingeniero CIP 9927

Para [Lampadia](#)

No Siempre y No Todas

Desde hace ya unos 8 años la ciudad de Lima y en general la costa peruana esta sobre aviso de que tendremos un movimiento sísmico severo extremo, que según mediciones realizadas por El Instituto Geofísico del Perú (IGP); El Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI); el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED) y otras Instituciones técnicas especializadas, señalan que será el equivalente a un mega sismo de 8.8 o incluso pudiera llegar a ser de 9.0; similar al que azotó la ciudad de Lima en 1746 (un 28 de octubre de hace 275 años). La posición oficial del Gobierno, en coincidencia y respaldo total a las Instituciones antes nombradas, quedó claramente expresada en la exposición de Política General de Gobierno realizada por la Presidencia del Consejo de Ministros ante el Congreso de la República el 26 de agosto de 2021, en donde se insta a todas las instituciones del país a promover y fortalecer las acciones de prevención en coordinación con todos los gobiernos sub nacionales. Para este sismo extremo venimos oficialmente haciendo 2 simulacros anuales, uno en mayo y otro en noviembre.

El Perú ya de por si tiene en las condiciones actuales una inmensa brecha de infraestructura que entidades especializadas señalan que están cercanas a \$250,000 millones. Asimismo, instituciones especializadas del Sistema Asegurador internacional señalan que Lima es la ciudad del mundo que mayor pérdida sufriría en términos de PBI, llegando a una cifra del orden de \$36,000 millones por este megasismo, sin considerar un potencial Tsunami a lo largo de la costa.

Las recomendaciones del suscrito en artículos anteriores han estado centradas fundamentalmente en:

- a). Enseñar a salvar la vida la población de mayor vulnerabilidad debido a la precariedad e informalidad de sus viviendas;
- b). Revisión y reforzamiento de la capacidad resistente de todas las estructuras de servicios básicos de la ciudad;

c). Ejecutar proyectos de reforzamiento en puntos estratégicos y muy críticos para la ciudad que implican daños sustanciales muy fuertes en pérdidas de vida y materiales, como por ejemplo la Costa Verde de Lima y Callao y

d). Recomendar revisar en edificaciones privadas a cargo de sus dueños y públicas a cargo del Estado; el mantenimiento de sus estructuras; la capacidad resistente que tienen actualmente para soportar -sin colapsar- un mega sismo de esa magnitud. **Nótese que se ha utilizado el término sin colapsar puesto que no hay en realidad ninguna zona segura que garantice la vida en una edificación que colapse. La meta siempre debe ser que la edificación no colapse y solo sufra daños menores que le permitan soportar también las réplicas y seguir operativos luego de la ocurrencia sísmica.**

Sobre los Contratos de obras bajo la modalidad APPs y Gobierno a Gobierno (G2G) y su seguridad sísmica:

En el Perú durante los últimos años se han entronizado estos dos modelos de contratación para las grandes obras públicas, sus inversiones, mantenimiento y operación, que son las que motivan el presente artículo.

En las APPs el inversionista realiza alguna parte del financiamiento, aunque en los casos actuales esta es cada vez menor y es el Estado quien proporciona la mayor parte del financiamiento proveniente de sus recursos del tesoro público. En los G2G intervienen los Gobiernos extranjeros, con los técnicos de las compañías extranjeras que ellos designan, quienes a su vez subcontratan a ingenieros extranjeros, que como vamos a ver más adelante no están familiarizados con el entorno de requerimientos del Perú y que en muchos casos provienen de países en cuyas universidades, como es natural, no se llevan cursos sobre diseño y construcción para fenómenos naturales que ellos no tienen y nosotros sí.

Son Sísmicamente seguros las inversiones bajo modalidad APPs o G2G (¿?)

La respuesta a esta pregunta es de máxima importancia. El Perú se ubica en una zona altamente sísmica y existe la certeza de que en nuestro territorio ocurren los sismos de mayor magnitud, por encontrarse en la zona muy activa del cinturón de fuego del pacífico donde ocurren el 80% de los sismos mayores en el mundo. **La ingeniería peruana ha sido muy consciente de ello y nuestras Normas Antisísmicas son de las más adelantadas del mundo, en concordancia con los países de muy alta sismicidad y que bajo la denominación de E-030 forman parte integrante del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) y por tanto de uso obligatorio para todas las obras que se ejecuten en el territorio nacional. Las obras que se realicen como Esenciales en este RNE E-030 no deberían tener ningún problema en resistir este severísimo mega sismo sin colapsar y solo sufriendo daños menores que les permitan seguir operando luego de ocurrido este fenómeno natural. Y entonces donde está el problema (¿?).**

El problema reside, en los casos de APPs y G2G, en que quienes han diseñado los modelos de contratación – que normalmente no son ingenieros- no han sido muy cuidadosos con ello y parten

de la premisa que dentro de la matriz de distribución de responsabilidades, corresponde al Concesionario asumir la función de diseño y estos a través de unas mal llamadas “optimizaciones”, asumen que les corresponde decidir que Normatividad pueden utilizar en sus diseños y como la modalidad de Contratación es a suma alzada o todo costo, una vez fijado el costo, escogen la normatividad de diseño de su parecer y **en el momento de ejecutar los estudios de ingeniería de detalle “los famosos EDIs” dicen tener el derecho a “optimizar” los diseños y por tanto ellos deciden qué factores de seguridad o de Uso y categoría le asignan a las estructuras** y por tanto escogen diseñar muros con menos espesores de concreto y cantidades de acero, con lo cual obtienen una capacidad resistente menor a la que ofertaron inicialmente en el Contrato de Concesión. Remplazan las exigencias de la normatividad del Perú por códigos y prácticas europeas con menores exigencias.

Otros países también han cometido este tipo de errores y han tenido que pagar las consecuencias. Y para ello quiero referirme a casos reales en países que han tenido sismos importantes:

Caso 1: El Megasismo 8.8 ocurrido en Maule y Concepción Chile 27 febrero 2010 - Informe preparado por el Japan Society of Civil Engineers denominado: Damage of Transportation Facility due to the 2010 Chile Earthquake. (Fecha abril 5th 2010).



Megasismo 8.8 Concepción - Chile. Enormes daños causados

por la no utilización de Normas Sísmicas Chilenas en APPs de Carreteras

El informe de esta misión japonesa investigó 45 viaductos en 30 ubicaciones desde Arauco al sur de Concepción y siguiendo por la ruta 5 entre Concepción y Santiago hasta llegar a la capital de Chile. El informe graficado en PowerPoint que muestra abundante información técnica y fotográfica manifiesta lo siguiente: (traducido al idioma español).

Por qué el daño ha sido muy extensivo en puentes construidos en años recientes ¿?... y responde:

Los puentes construidos antes de mediados de los 90s, con normas típicas chilenas tuvieron comportamiento adecuado. Los puentes construidos luego de mediados de los años 90s, tuvieron problemas al ser influenciados por prácticas españolas. (Estos últimos fueron construidos bajo el régimen de concesiones APPs y no les fueron colocados diafragmas transversales que las unieran, ni topes laterales en la base a las vigas prefabricadas que permitieran controlar movimientos y trabajar como un solo conjunto las 4 vigas de soporte).

El lector puede acceder al PowerPoint de este informe que está en la web con el siguiente link:



Caso 2: Colapso de la Línea 12 del metro de ciudad de México:



Líneas 12 del Metro de Mexico. Colapso por error de diseño por “optimización” luego de suscrito el Contrato

En la medianoche del 3 de mayo de 2021 ocurrió el colapso de la línea 12 del metro de Ciudad de México donde fallecieron 26 personas y causaron 100 heridos de consideración. Se contrató a la empresa de Ingeniería DNV (Det Norske Veritas) de Noruega para realizar el estudio de Ingeniería Forense **que determinó la causa del desastre, concluyendo que ocurrió por una deficiente capacidad resistente de la estructura**, compuesta por vigas de acero trabajando conjuntamente con una losa de concreto armado, aunado también a deficiencias de carácter constructivo principalmente en la ejecución de las soldaduras de los pernos conectores de corte responsables de garantizar el trabajo en conjunto entre vigas y losas. Una verdadera tragedia en lo que respecta al futuro de la línea, porque si bien el colapso ocurrió en un tramo de la línea, sin embargo, el diseño es típico para la mayoría de la longitud de la línea de 24.1 kms. El costo de construcción de esta línea fue equivalente a US\$ 2,660 millones y se estima que, como consecuencia de este accidente, el costo total incluyendo daños emergentes y lucro cesante, se ubica en US\$ 5,180 millones, o sea casi duplicará el costo de inversión.

El modelo de contratación utilizado fue el de diseño-construcción y se permitió al Constructor mucho manejo de decisiones y la inclusión de “optimizaciones” para generarse ahorros, sin una supervisión minuciosa para el diseño y la construcción que controlara que ello no ocurriera y se evitara poner en riesgo toda la estructura. **Fueron sin duda un conjunto de “optimizaciones” que debilitaron la estructura y condujeron al desastre.** Los modelos de Contratación donde se fija un costo que determina un ganador a suma alzada y luego se le asigna responsabilidad de diseño al mismo contratista, es proclive a que luego se desarrollen “optimizaciones” que puedan desencadenar este tipo de tragedias: Se comprueba una vez mas el adagio: **“Nunca se podrá lograr una buena inversión ni una buena obra partiendo de un estudio de ingeniería deficiente”.**

La encargada de la Construcción de la línea 12 del metro de Ciudad de México, en el tramo colapsado, ha sido el grupo CARSO y se informa habría ya llegado a un acuerdo con la ciudad de México DF para pagar el costo de reconstrucción del sector colapsado e incluso el reforzamiento de otras partes de la línea 12. El

grupo CARSO opera también internacionalmente y es el dueño principal de una de las empresas españolas más importantes en construcción de Metros.

El suscrito ha escrito 2 artículos en 6 blogs técnicos sobre el particular que se titulan:

- La tragedia de la línea 12 del metro de México (23.06.2021)
- Tragedia de la línea 12 de México se debió a errores de diseño y construcción 25.10.2021).

Esta noticia también ha sido cubierta por destacados medios de comunicación internacionales y quienes estén interesados pueden consultarlos en los siguientes links:

The New York Times - Por qué colapsó la Línea 12 del metro de Ciudad de México

<https://www.nytimes.com/es/interactive/2021/06/12/espanol/america-latina/metro-ciudad-de-mexico.html>

REUTERS - Falla estructural causó trágico accidente de metro en Ciudad de México

<https://www.reuters.com/article/accidente-mexico-metro-idLTAKCN2DS1MT>

Infobae - Paso a paso: la tragedia en la Línea 12 del Metro según el Dictamen Preliminar

<https://www.infobae.com/america/mexico/2021/06/16/paso-a-paso-la-tragedia-en-la-linea-12-del-metro-seg-un-el-dictamen-preliminar/>

Como verá estimado lector se han escogido solo dos casos muy importantes que tienen que ver con diseños que debieron ser seguros en dos países familiarizados con prácticas de diseños sísmicamente exigentes, **que sin embargo han tenido serios tropiezos por no haber cuidado de cumplir con su normatividad sísmo resistente y permitir indebidas “optimizaciones” que atentaron contra la seguridad de las obras y la vida de los usuarios.**

El gran corolario es que no se puede incurrir en el error de no respetar las normas sísmo resistentes del país que son de cumplimiento obligatorio, ni permitir las llamadas “optimizaciones”, luego de firmados los contratos, que reduzcan la capacidad resistente de las estructuras y que pongan en riesgo la seguridad de los usuarios y la integridad, durabilidad y operación de las estructuras.

Finalmente, una muy buena recomendación es que **todos quienes tienen que tomar decisiones respecto a qué grado sísmico** y aceleraciones pico (para los sacudones) aceptar a los Concesionarios, **visiten programadamente el CENEPRED para subirse a uno de los 3 simuladores** que esta institución tiene en su local de la Av. El Sol en Chorrillos y así poder **sentir en carne propia el terremoto magnitud 8.8**, para el cual hacemos dos simulacros anuales, con aceleraciones de $0.65\text{ g}^{(1)}$ que registró el terremoto de Concepción Chile el 27.02.2010 o el de 0.675 g de la Norma Peruana Antisísmica para Categoría Esencial; versus el 0.51 g que se ha propuesto por Concesionarios.

El Simulador hace sentir realmente el sismo mientras que el simulacro no.

El presidente ya pasó por esa experiencia en el Simulador el 16.10.2021 para una magnitud 9.1. Este ejemplo deben imitarlo quienes tengan que decidir qué sismo autorizan para estas obras de vital importancia que se realizan bajo el Sistema de Concesiones APP o Gobierno a Gobierno G2G en caso los Concesionarios no quieran respetar la Normatividad Sismorresistente del Perú. [Lampadía](#)

⁽¹⁾ g Valor de la Gravedad $g = 9.8\text{ m/sg}^2$