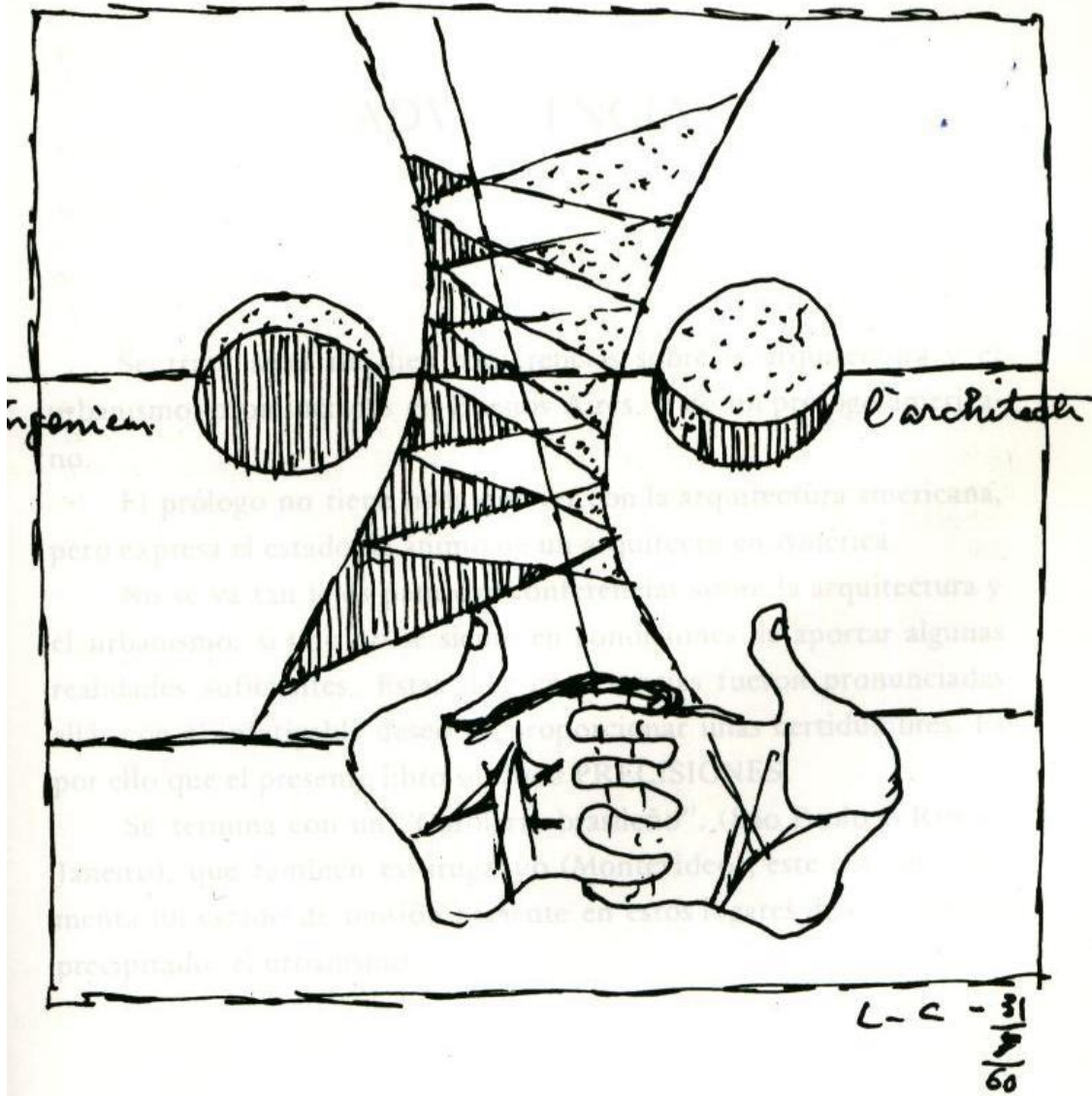


Tràctes de l'ingenieria

Les tràctes de l'arquitecte



D I S E Ñ O   A R Q U I T E C T O N I C O					
TEMA	Análisis de autores - Obra de Leonel Viera				
ALUMNO	<b>ALBANESE, ARCA, BORGHI, SEQUEIRA</b>				
UNIDAD	2	TP	4	FECHA	27/05/11

Departamento de Construcciones EIC Escuela de Ingeniería Civil FCEIA Facultad de Ciencias Exactas Ingeniería y Agrimensura UNR Universidad Nacional de Rosario.

## Índice

• Introducción.....	3
• Biografía.....	4
• Obras destacadas.....	5
• Análisis de obras.....	6
- Cilindro de Montevideo.....	6
- Puente Ondulado de La Barra.....	7
- El Hongo.....	8
- Iglesia parroquial "San Antonio María Claret".....	9
• Conclusión.....	11
• Bibliografía.....	12

## Introducción

Aunque Leonel Viera nunca obtuvo su título universitario en ingeniería civil, fue un gran estudioso del tema. A mediados del siglo XX, se interesó en la construcción y comportamiento de estructuras tensionadas, cuando ellas se trataban de una novedad para mucha gente del ambiente.

En su carácter de especialista en cálculo tensorial, proyectó obras importantes y colaboró en otras calculando estructuras, explorando constantemente distintas posibilidades y formas que fueran a la vez, bellas, novedosas, constructivas y económicas, para las condiciones en las que desarrolló su trabajo.

En su ideología y pensamiento, no escapaba a la optimización de los materiales y a la vez de los procesos constructivos sencillos y basados en técnicas innovadoras pero elementales al mismo tiempo. Tal como Viera opinaba en referencia a una de sus obras:

*“La forma de obtener algo del más bajo precio, es haciendo que los materiales trabajen cada uno en lo que es más apto; por lo tanto, como el hormigón trabaja óptimamente a la compresión, las paredes -que soportan el peso del techo- deben ser de hormigón y el techo, debe ser sostenido por acero trabajando a la extensión”<sup>1</sup>*

Podemos afirmar, que su trabajo operó en la frontera de la ingeniería y la arquitectura, y que era sensible tanto a la belleza, como a los cálculos de estricta rigurosidad.

Al considerar los paradigmas, nosotros creemos que Leonel Viera puede ubicarse en el positivismo. Sus metodologías de trabajo se basaban y fundamentaban en los procedimientos científicos y en la experiencia previa como también en el uso de métodos empíricos de verificación. De esta manera, Viera trabajó en la búsqueda de una optimización y progreso de las técnicas y procesos de construcción, y además en la economía de los recursos. Basó gran parte de sus obras en procesos e ideas novedosas, que se respaldaban con la teoría y el cálculo, pero que pocos habían tenido en cuenta, y menos aún, habían puesto en práctica.

---

<sup>1</sup> Viera, Leonel: “Don Leonel Viera”. Arq. Carlos Trobo.

Se accede al artículo mediante el contacto con la arq. Nery González, a través de la Sociedad de Arquitectos del Uruguay, quién facilitó este material de su archivo personal.

## Biografía

Leonel Viera nació en la ciudad de Tacuarembó, el 19 de febrero de 1913.

Es reconocido como uno de los ingenieros más innovadores del Uruguay y referente de la construcción en hormigón, especialmente por el diseño y construcción del estadio cilíndrico de Montevideo, una de sus obras más importante.

Realizó sus estudios en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de la República, aunque nunca llegó a recibirse como ingeniero, debiendo dos materias "administrativas".

Durante su vida profesional, desarrolló su trabajo junto a otros ingenieros y arquitectos reconocidos, como los arquitectos Luis García Pardo, Adolfo Sommer Smith y Mariano Arana y los ingenieros Sidney Miller y Luis Mondino, todos ellos también representativos de la arquitectura e ingeniería de la región.

Trabajó además como docente.

En las elecciones generales de Uruguay de 1971 fue candidato a la Intendencia Municipal de Montevideo por el Partido Nacional, quedando en tercer lugar.

Falleció en la ciudad de Montevideo en el año 1975, a los 62 años.



Leonel Viera junto al puente de La Barra, en plena construcción.

## **Obras destacadas**

### **Proyectó y construyó:**

- El Cilindro Municipal de Montevideo
- El Puente ondulado de La Barra de Maldonado

### **Participó en el cálculo estructural de las siguientes obras:**

- El monumento en forma de hongo en Tacuarembó (que recuerda los bombardeos atómicos sobre Hiroshima y Nagasaki), un diseño del arq. Walter Domingo que claramente necesitó de un rígido análisis estructural y matemático para su materialización, llevado a cabo por Viera.
- Iglesia parroquial "San Antonio María Claret", en Progreso, una pequeña localidad ubicada en el departamento de Canelones dentro del Área Metropolitana de Montevideo.  
Trabajó en este proyecto junto con el arq. Carlos Trobo. Era un diseño realmente novedoso, que sin embargo, por errores de diseño o falta de medios técnicos para verificar las condiciones a las que estaría expuesta la obra, se derrumbó antes de que fuera finalizada su construcción.
- Edificio "Positano", en la intersección de las calles Luis P. Ponce y Charrúa en Montevideo, también obra de los arquitectos Luis García Pardo y Adolfo Sommer Smith.

### **Otros proyectos de interés**

- Desarrollo de un original proyecto de puente flotante para unir las ciudades de Paysandú y Colón, el cual no fue aprobado.  
Es nombrado Director de Obras con el Ing. Héctor Matens en el proyecto que finalmente se ejecuta, un puente tradicional.
- Desarrolló, conjuntamente con el Ing. Luis A. Mondino, un sistema de viviendas prefabricadas con grandes paneles de hormigón pretensado.
- Realizó un monumento a Kennedy en la ciudad Quemú-Quemú, provincia de La Pampa, Argentina.

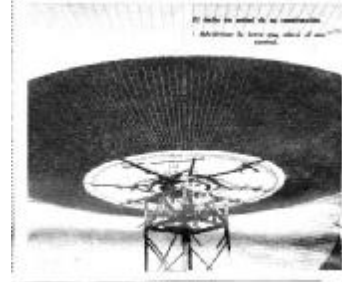
## Análisis de obras

### Cilindro de Montevideo

Esta obra fue realizada en 1956 y fue considerada por algunos autores como una de las obras más importantes de la historia hasta el año 1975.

Fue construida para cubrir la necesidad de una sede para la Primera Exposición Nacional de la Producción, pero luego sería utilizado como estadio cerrado a partir de 1967. Por lo tanto debía cubrirse una gran superficie (7000 m<sup>2</sup>) libre de apoyos intermedios.

El cilindro, proyecto de Viera-Mondino, el cual ganó la licitación, tuvo un costo dos veces menor al siguiente proyecto en orden de costos. La obra de Viera se trató de una idea innovadora, ya que las paredes formaban un cilindro (18 metros de altura y 20 centímetros de espesor) de hormigón que funcionaban como apoyos de un techo en forma de cúpula invertida de 95 metros de diámetro y de muy poco espesor.



Techo en construcción

Otra de las ventajas fue la forma de ejecución, permitió construir la losa mediante un método que no necesitó utilizar encofrado ni demandó el uso de demasiados andamios.

Primeramente se construyó el perímetro de hormigón y luego se colocó un aro de acero de diámetro más pequeño que el diámetro del cilindro exterior. El más pequeño se colgó a una altura un poco inferior que la parte más alta, donde se encontraba el aro de compresión, y se tendieron cables para unir las dos circunferencias.



Imagen aérea del Cilindro

Luego se colocaron losetas que se construían en el piso y se colgaban entre los cables que unían ambos aros, sobre ellas se colocaron ladrillos para que todo el techo descendiera debido a su peso propio, hasta lograr el estado de equilibrio de los cables de acero. El paso siguiente fue hormigonar las juntas de las losetas, y una vez fraguadas, se retiraron los ladrillos. Como consecuencia se obtuvo una superficie pretensada, totalmente rígida en toda su extensión, tal cual era el objetivo.

En octubre de 2010, la cubierta del cilindro colapsó. Si bien no hubo pérdidas humanas, la estructura fue irrecuperable.

Hay distintas hipótesis sobre la causa de la destrucción, relacionadas a:

- Falta de mantenimiento.
- Deficiencia de proyecto.
- Un incendio que se produjo el mismo día.
- Reacomodamiento de suelos que provocaron una variación del campo tensional.

Pero en la actualidad no se ha logrado un consenso al respecto. Ni tampoco se ha decidido si debe ser reconstruido o no.



Luego del derrumbe del techo

## Puente ondulado de La Barra

El puente ondulado de La Barra fue construido entre febrero de 1962 y marzo de 1963 permitiendo un fácil acceso entre las localidades Punta del Este y La Barra, dos sitios de gran actividad turística de Uruguay. La obra comunica los márgenes del arroyo Maldonado, distancia que antiguamente se recorría utilizando una balsa o un precario puente de madera.

Puede observarse que el puente muestra una relación entre su geometría y el paisaje del lugar, logrando una armonía al crear una analogía con las olas del arroyo.

Esta obra denota una buena solución estructural. Porque además de cumplir con su función representa una solución económica para el problema, gracias a la tecnología empleada en su construcción, y al propio diseño del puente. El cual también le otorga un gran valor estético.

Teniendo en cuenta que la luz libre del tramo central de este puente es de 70 metros, es importante conocer que la estructura de esta obra fue ideada de forma de minimizar los esfuerzos flectores que deben soportar los elementos estructurales. De esta manera, se planteó la misma como dos arcos invertidos con el objetivo de generar una tenso-estructura que esté sometida a esfuerzos axiales principalmente.

En cuanto a la construcción, en primer lugar se ubicaron los pilotes de hormigón en el lecho del arroyo y luego se anclaron cables de acero en los extremos del puente. Sobre los mismos se colocaron losetas de hormigón y luego toneladas de bolsas de arena para tensar los cables. Una vez hormigonadas y fraguadas las juntas entre losetas, se retiraron las bolsas de arena, quedando la estructura pretensada.<sup>2</sup>

En los últimos tiempos, se realizó una inspección detallada al puente. Se observaron algunas señales de deterioro pero que no representan un riesgo a la integridad ni al funcionamiento de la estructura. Se demostró que las losas de hormigón reforzadas con cables de acero pretensados trabajó bien, sin riesgo de rupturas frágiles debidas al deterioro por corrosión.<sup>3</sup>



Imagen aérea del puente ondulado



Vista del puente desde la costa



Puente ondulado y muelle

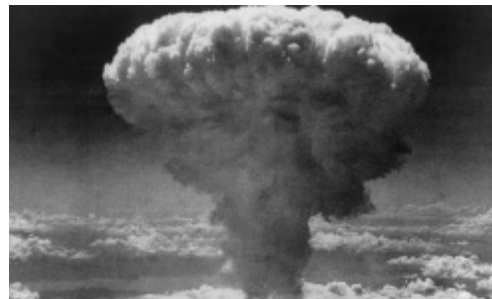
<sup>2</sup> Basado en entrevista a Alberto Viera (hijo de Leonel Viera) realizada en el programa “En La Vuelta”, emitido el día 04/11/2010. Disponible en [www.youtube.com/watch?v=13bXv3DIAxE](http://www.youtube.com/watch?v=13bXv3DIAxE)

<sup>3</sup> Basado en publicación de la asociación latinoamericana de Zinc – Latiza: “Galvanizado vs. Pintura: Comparación Detallada Entre Ambas Opciones de Protección”. Disponible en <http://www.latiza.com/pdfs/No.23.pdf>

## El Hongo

El Hongo es una obra de Viera ubicada en el Centro de Barrio numero 3, en el departamento de Tacuarembó, Uruguay, el cual fue construido en la década del '60.

Se trata de una obra exclusivamente escultural, original y moderna, materializada en hormigón y sostenida por una pequeña base. Su proyección implicó un riguroso cálculo estructural y matemático. Su forma de hongo hace referencia a la conocida forma que marcaron las bombas atómicas arrojadas en las ciudades japonesas de Hiroshima y Nagasaki al final de la segunda guerra mundial.



Analogía entre la obra "El Hongo" y la figura en forma de hongo que produjo la explosión de la bomba atómica.



## Iglesia parroquial "San Antonio María Claret" <sup>4</sup>

Estaba pensada su ubicación en Progreso, una pequeña localidad ubicada en el departamento de Canelones, dentro del Área Metropolitana de Montevideo.

Se trata de un proyecto fallido pues se derrumbó antes de concluir su construcción, en el año 1967.

Hubo dos conceptos básicos del proyecto:

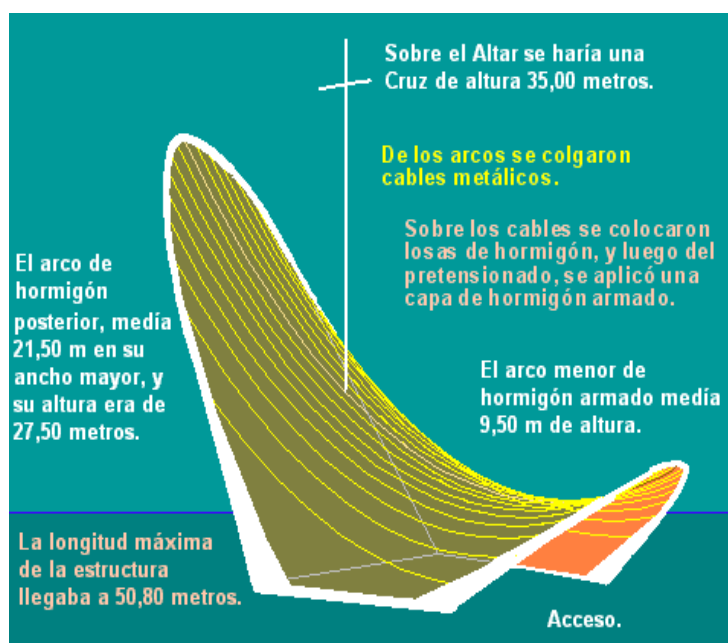
- La obra debía ser una representación exacta de una expresión matemática, donde la economía de formas y su belleza, emanara de la simplicidad total.
- Los costos de la obra debían ser mínimos.

### La estructura

Aprovechando la experiencia del cilindro, se proyectó un techo colgante de pequeñas planchas de hormigón de 4 centímetros de espesor, sostenido por dos arcos de hormigón con una inclinación que los cálculos mostraron ser de posible construcción.

El corte transversal de la cubierta formaba una elipse de eje mayor horizontal y en los cortes longitudinales, quedaba conformada una curva catenaria. Así se generó la superficie del techo, conformando una forma similar a la de una "montura de caballo".

Leonel Viera hizo los cálculos de la estructura, basados en que los arcos de hormigón mediante su inclinación producían un esfuerzo que mantenía el peso del techo, formando un conjunto en equilibrio.



Esquema estructural de la Iglesia parroquial de Progreso, "San Antonio María Claret"

### Ejecución de la obra

La complejidad de las formas era acompañada por una complejidad constructiva, pues cada detalle era motivo de consultas a Viera, que era quien tenía el conocimiento y la experiencia. Se llenaron los arcos de hormigón armado y se tendió todo el techo con sus losas, con grandes dificultades por las formas y la altura.

El arco mayor, el del ábside, se elevaba 27,5 metros con una inclinación de aproximadamente 60 grados y el menor, con una inclinación de 30 grados, llegaba a 9,5

<sup>4</sup> Basado en el artículo "Iglesia para la parroquia de Progreso. La obra desaparecida". Arq. Carlos Trobo.

Se accede al artículo mediante el contacto con la arq. Nery Gonzalez, a través de la Sociedad de Arquitectos del Uruguay, quien facilitó este material de su archivo personal.

metros de altura.

Los hierros eran aceros especiales importados, que tenían la característica de ser de alta resistencia y ductilidad, lo que les permitían conformarse a la forma de curva catenaria.

Los arcos debían tener la misma conformación catenaria distanciándose entre sí exactamente 1 metro medido en planta, quedando así las curvas "paralelas" para permitir que las losetas rectangulares se pudieran apoyar correctamente sin alterar la curva.

En la entrada y un sector del techo, una serie de marcos de hormigón calados, con el mismo peso de las losetas, permitían una variante estética y también así se formaba una gran cruz sobre el lugar que ocuparía el altar.

Las losetas centrales eran de hormigón de un metro por un metro con malla electrosoldada.

Viera resolvió el problema del pretensionado de los aceros, basándose en su experiencia en la construcción del Cilindro, decidiendo utilizar alambres dulces, para colgar en cada esquina de las losetas bolsas de polietileno de fertilizantes que relleno con 50 kilogramos de arena cada una.

Una vez tensados los aceros, se procedió a rellenar con arena y cemento Portland el espacio de 4 centímetros entre las losetas.

Llegado el tiempo, se debía retirar el peso, cuidando de ir sacando las bolsas en forma alternada y ordenadamente, para evitar esfuerzos extraños al equilibrio de la forma estática y la deformación de la superficie del techo.



Vista del perfil de la obra, desde la azotea de una casa vecina.

### Derrumbe

La ejecución de la obra no pudo realizarse más allá de este punto, ya que en el momento en que se estaban proyectando las paredes, luego de haber ensayado la acústica en uso con excelentes resultados, la obra se derrumbó debido a un temporal de vientos intensos.

En un análisis posterior <sup>5</sup>, Trobo y Dieste, explican esto en base a la observación de los aceros más alejados del eje longitudinal, los cuales estaban corroídos por el óxido.

Según Trobo:

*“todo se debió a que al tener tantas dificultades en los cálculos, inadvertidamente no se tuvo en cuenta que las losas de 1,70 m de los bordes laterales quedaban en posición casi vertical, y sufrían un empuje del viento que no se absorbió con eficacia suficiente, al punto que se produjeron fisuras junto al arco menor de entrada, dando comienzo al proceso de oxidación de los hierros.”* <sup>6</sup>

<sup>5</sup> “Iglesia para la parroquia de Progreso. La obra desaparecida”. Arq. Carlos Trobo

<sup>6</sup> Trobo, Carlos: “Iglesia para la parroquia de Progreso. La obra desaparecida”. Arq. Carlos Trobo

## **Conclusión**

La obra de Leonel Viera permite entender como él encontraba en cada proyecto un desafío en el cual se proponía encontrar una solución pertinente al problema que se planteaba; pero a la vez, aprovechar al máximo los recursos y materiales disponibles.

Puede entenderse como un gran observador de las problemáticas y un incansable pensador de las técnicas y métodos constructivos que logren una funcionalidad, estética y economía de proyecto. Para ello trabajaba teórica y empíricamente con el fin de lograr el mejor diseño estructural posible en todos sus aspectos, tanto en lo referido a la ingeniería como a la arquitectura.

A pesar de sus logros, su entusiasmo e intento de innovar constantemente, sus obras quizás no son valoradas como se lo merecen. Si bien en la actualidad, en muchos países se trabaja con tenso-estructuras, sus prematuras ideas sobre las mismas no lograron convencer a todos sus colegas sobre las grandes ventajas que éstas presentan.

Puede que, a causa de esto, no haya logrado un gran reconocimiento ni fama popular. Sin embargo, no debe desvalorizarse su obra por este motivo.

## Bibliografía

- Arq. Carlos Trobo: Don Leonel Viera
- Arq. Carlos Trobo: Iglesia para la Parroquia de Progreso. La obra desaparecida.
- Ing. Raúl Kaufmann: Apuntes de la cátedra Análisis Estructural I. Tema 7- Diseño Estructural. FCEIA 2011
- Mario Salvadori: **Estructura para arquitectos**. McGraw-Hill. 1966
- Mensuario "Contraviento"- diciembre 2010
- Viera, Leonel: "Estructuras colgantes de hormigón". Monografía disponible en la biblioteca de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de la República de Uruguay. 1963,
- Eduardo Martínez Rovira: "La Revolución del Hormigón Armado. Leonel Viera, un ingeniero uruguayo, crea un nuevo concepto en materia de utilización del hierro y el concreto." Revista Ve y Lea del 24 de octubre de 1963. Editorias Ve y Lea S.A., Argentina. 1963.
  
- [http://es.wikipedia.org/wiki/Leonel\\_Viera](http://es.wikipedia.org/wiki/Leonel_Viera)
- <http://www.latiza.com/pdfs/No.23.pdf>
- <http://ecos.elpais.com.uy/leonel-viera-y-el-cilindro>
- [http://blogs.montevideo.com.uy/blognoticia\\_40345\\_1.html](http://blogs.montevideo.com.uy/blognoticia_40345_1.html)
- <http://elintrepidosalto mortaldelexcentrismo.blogspot.com/>
- [http://www.180.com.uy/articulo/14588\\_Incendio-hace-colapsar-el-Cilindro](http://www.180.com.uy/articulo/14588_Incendio-hace-colapsar-el-Cilindro)
- <http://www.sociedaduruguaya.org/2009/09/la-imm-remodelara-el-cilindro-municipal-y-su-entorno.html>
- <http://www.larepublica.com.uy/comunidad/184041-la-firma-ramon-c-alvarez-tendra-a-su-cargo-el-mantenimiento-del-puente-de-la-barra>
- [http://www.quehacemos hoy.com.uy/index.php?option=com\\_content&task=view&id=77&Itemid=51](http://www.quehacemos hoy.com.uy/index.php?option=com_content&task=view&id=77&Itemid=51)
- <http://www.delconstructor.com/Content/news/show?id=394>
- <http://www.puntanews.com.uy/component/content/article/5393-icualto-costaria-reparar-el-cilindro-municipal-segun-el-gobierno-de-200-millones-de-dolares.html>
- <http://ladiaria.com/articulo/2010/10/ya-fue/>
- [http://blogs.montevideo.com.uy/blognoticia\\_40757\\_1.html](http://blogs.montevideo.com.uy/blognoticia_40757_1.html)
- [http://blogs.montevideo.com.uy/blognoticia\\_42079\\_1.html](http://blogs.montevideo.com.uy/blognoticia_42079_1.html)
- <http://www.180.com.uy/articulo/Rumbear-el-barco-para-ganar-Montevideo>
- <http://www.eltelegrafo.com/index.php?idbuscar=6016>
- <http://www.pagina12.com.ar/diario/dialogos/index-2007-04-16.html>

Agradecimientos a la colaboración de:

- Ing. Guillermo Viera Novella, hijo de Leonel Viera.
- Emiliano Cotelo, periodista.
- Arq. Nery González, Sociedad de Arquitectos del Uruguay.
- Lic. Erika Velázquez, UDELAR- Facultad de Ingeniería.
- Tco. Horacio Brenes, quien trabajó con Leonel Viera.

Material multimedia:

- Entrevista a Guillermo Viera en el programa radial "En Perspectiva", emitido el 14 de enero del 2011.
- Informe sobre el "Puente La Barra", en el programa televisivo "En la Vuelta", emitido el 7 de noviembre del 2010 por canal 30 de Punta Cable.