



*A.N.I.H*

Boletín No. 12

**Academia Nacional  
de la Ingeniería  
y el Hábitat**

Primer Semestre 2006

## **ACADEMIA NACIONAL DE LA INGENIERÍA Y EL HÁBITAT**

El Boletín de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat es el órgano institucional de la Academia.

Los trabajos deben referirse a temas de Ingeniería, Arquitectura, Urbanismo y al Hábitat. Son también publicadas en este boletín las colaboraciones de otras disciplinas siempre que se relacionen con las mencionadas. Son de interés especial los que enriquezcan nuestro acervo histórico.

Las opiniones contenidas en los trabajos publicados son de la exclusiva responsabilidad de sus autores, y no significan necesariamente ni revelan las propias de la Academia, excepto cuando se indique lo contrario.

Sólo se aceptan en español aunque hayan sido publicados en otros idiomas. La extensión máxima es de 40 cuartillas (12.000 palabras) para artículos; de 15 cuartillas (4.500 palabras) para notas y de 10 cuartillas (3.000 palabras) para reseñas. No se devolverán los originales ni los disquetes enviados a este Boletín para su publicación.



*A.N.I.H*

Palacio de las Academias, Bolsa a San Francisco, Caracas, 1010 Apartado Postal 1723  
Caracas 1010. Oficina Administrativa: Edif. Araure, Piso 5, Ofic. 502, Sabana Grande,  
Caracas, 1050 - Venezuela. Teléfonos: 761.03.10 Fax: 761.20.70.

e-mail: [acading@cantv.net](mailto:acading@cantv.net) - url: [www.acading.org.ve](http://www.acading.org.ve).

Título Original:  
**Boletín N° 12 Academia Nacional  
de la Ingeniería y el Hábitat**

Impreso en Venezuela - Printed in Venezuela

Impreso por: Editorial El Viaje del Pez  
Urb. La Alegría, Valencia - Venezuela  
Telf.: (0241) 822.68.04 - Fax: (0241) 824.40.16

Diagramación y Montaje:  
Malioska Guerra

Compuesto por caracteres: Times New Roman

I.S.B.N. 1317-6781  
Depósito Legal: p.p200103CS232

# MIEMBROS DE LA ACADEMIA NACIONAL DE LA INGENIERÍA Y EL HÁBITAT

I	Méndez Arocha Alberto
II	González Molina, Marcelo (†)
III	Torres Parra, Manuel
IV	Callaos, Nagib
V	Ferrer González, José C.
VI	Romero Mujica, Asdrúbal.
VII	Roche Lander, Eduardo
VIII	Grases Galofre, José
IX	Guinand Baldó, Alfredo
X	Morales, Gonzalo J.
XI	Barberí, Efraín E.
XII	Arnal Arroyo, Guido
XIII	Giusti, Luis
XIV	Tudela Reverter, Rafael
XV	Urdaneta Domínguez, Alberto
XVI	Graterol Graterol, Víctor R.
XVII	Graf, Claus
XVIII	Pérez Lecuna, Roberto A.
XIX	Quintini, Rosales César
XX	Oberto González, Luis E.
XXI	Yackovlev, Vladimir
XXII	Hernneberg, Hans
XXIII	Brillembourg, David Darío
XXIV	Lamar, Simón
XXV	Martí E., Julio C.
XXVI	Pérez La Salvia, Hugo
XXVII	Moleiro P., Rodolfo W.
XXVIII	Caro, Rubén Alfredo
XXIX	Suárez M., Rafael (†)
XXX	Hernández Carabaño, Héctor
XXXI	Sanabria Escobar, Tomás J.
XXXII	Vegas, Armando (†)
XXXIII	Martínez, Aníbal R.
XXXIV	Alcock, Walter James
XXXV	Peñaloza, Humberto

## MIEMBRO HONORARIO

Santiago Vera Izquierdo

## COMITE DIRECTIVO

**Presidente:** Gonzalo J. Morales

**Vicepresidente:** Vladimir Yackovlev

**Secretario:** Manuel Torres Parra

**Tesorero:** Julio C. Martí E.

**Bibliotecario:** César Quintini Rosales

## COMISIÓN EDITORA:

César Quintini Rosales

Rubén Alfredo Caro

Alberto Méndez Arocha

Vladimir Yackovlev

## ÍNDICE

**SÍNTESIS DE LOS TRABAJOS PUBLICADOS EN ESTA ENTREGA (ESPAÑOL-INGLES)..... 07**

**GUERRA Y PROGRESO, LA ARTILLERÍA: UN MEDIO.**  
Acad. Gonzalo J. Morales (Sillón X)..... 15

**APOSTILLA SOBRE “LA FAJA DEL ORINOCO” DE ANÍBAL R. MARTÍNEZ.**  
Acad. Alberto Méndez Arocha (Sillón I)..... 37

**LA INGENIERIA SÍSMICA EN VENEZUELA. NOTAS PARA SU HISTORIA.**  
Acad. José Grases (Sillón VIII)..... 49

**GUMERSINDO TORRES, INICIADOR DEL NACIONALISMO PETROLERO.**  
Acad. Aníbal R. Martínez (Sillón XXXIII)..... 95

**REFLEXIONES SOBRE FERROCARRILES, PUERTOS Y TRANSPORTE (II).**  
Acad. César Quintini Rosales (Sillón XIX) ..... 104

**CONFERENCIA: PRESENTE Y FUTURO DEL SECTOR ELÉCTRICO.**  
Ing. Guillermo Capriles Echeverría ..... 120

**CRITICA DE LIBROS: RIELES CON FUTURO, DESAFÍOS PARA LOS FERROCARRILES DE AMÉRICA DEL SUR.**  
Editor: Jorge H. Kogan ..... 134

# **SÍNTESIS DE LOS TRABAJOS PUBLICADOS EN ESTA ENTREGA**

## **GUERRA Y PROGRESO - LA ARTILLERÍA: UN MEDIO**

*Autor: Ing. Gonzalo J. Morales*

De las guerras se han analizado sus resultados, las pérdidas ocasionadas, tanto humanas como materiales, pero es sólo muy recientemente, en muy pocas ocasiones, cuando se han evaluado los adelantos que las mismas producen. Ese es objeto principal de este estudio, estimar con casos concretos los beneficios que la guerra ha traído en general, o a regiones específicas. ¿Ha traído adelanto, progreso, o ha ocasionado atraso? ¿Se justificaron los sacrificios sufridos? ¿Pueden compararse a las pérdidas humanas o materiales, a la miseria generada? ¿Y los costos involucrados, son comparables?

Una secuela fundamental de los avances en la fabricación de cañones y en el perfeccionamiento de las piezas de artillería se encuentra en los progresos en la metalurgia. Allí se puede evidenciar como todo lo que se utilizó para fabricar cañones, casi inmediatamente tuvo aplicación en la vida cotidiana. Tomando como referencia el desarrollo ocurrido en las piezas de artillería, desde las bombardas mas primitivas hasta los obuses montados sobre orugas de finales del siglo XX, con alcances muy lejanos y mayor poder destructivo, paralelamente se enumeran y analizan las aplicaciones no destructivas que ocurrieron en el campo civil como consecuencia de los avances en la metalurgia.

## **APOSTILLA SOBRE “LA FAJA DEL ORINOCO”**

*Autor: Dr. Ing. Alberto Méndez Arocha*

Este texto es una reseña del reciente libro del académico Aníbal R. Martínez, Sillón XXXIII, sobre cómo y cuando y porqué se produjo el descubrimiento del enorme depósito conocido como la Faja Petrolífera del Orinoco, y su ulterior desarrollo. Trata desde los primeros indicios de campo, las dificultades, los conflictos, los obstáculos, las luchas entre grupos, hasta lograr el éxito y el aprovechamiento sustancial. Una obra que debe leerse para conocer cómo se bate el petróleo en este país.

# **LA INGENIERÍA SÍSMICA EN VENEZUELA NOTAS PARA SU HISTORIA**

*Autor: Ing. José Grases*

Se presenta una síntesis sobre la historia de la ingeniería sísmica en Venezuela y como ha evolucionado la estrategia preventiva aplicada a lo largo de las últimas 6 a 7 décadas. Por su inevitable interacción, se incluyen facetas propias de los inicios de la sismología en el país.

La reseña revela que los efectos del terremoto de 1967, el cual afectó la capital y sus alrededores, tuvieron una marcada influencia en la percepción de esta amenaza natural y en el desarrollo de aspectos novedosos de la Ingeniería Estructural. Iniciativas que comenzaron poco después del sismo han sido exitosas, lo cual se refleja, entre otros logros, en documentos normativos progresivamente actualizados. Esto introduce inevitables cambios en las exigencias de diseño que plantean problemas de confiabilidad estructural cuya cuantificación es objeto de atención. Las características del trabajo no permiten extenderlo a múltiples áreas de esta nueva especialidad, en las cuales autores venezolanos han presentado un amplio espectro de contribuciones durante los últimos 20 a 25 años.

El país no cuenta actualmente con Comisiones de Normas que puedan tomar las decisiones que, con el carácter de ‘Autoridad Competente’, le señalan las normativas vigentes.

## **GUMERSINDO TORRES, INICIADOR DEL NACIONALISMO PETROLERO**

*Autor: Ing. & Geo. Aníbal R. Martínez*

El doctor Gumersindo Torres es el iniciador del ideario que llamamos ahora nacionalismo petrolero. Su perennidad radica en la enseñanza fecunda y su conducta intachable. El Dr Torres mantuvo en todo momento la exacta comprensión de la interrelación del interés nacional y los apetitos invariables de las concesionarias, de manera que cambió el rumbo y modificó de manera permanente la evolución de la industria petrolera venezolana. La Cátedra Petrolera del Centro de Estudios Petroleros de la Facultad de Ciencias Económicas y Sociales de La Universidad del Zulia lleva su nombre.



## **REFLEXIONES SOBRE FERROCARRILES, PUERTOS Y TRANSPORTE (II)**

*Autor: Ing. César Quintini Rosales*

Esta es la segunda parte del trabajo con el mismo título, publicado en el Boletín No 11 de la ANIH, en el cual luego de consideraciones generales sobre los diversos modos de transporte, se orientó al análisis de la propuesta de construir la Línea Ferroviaria Puerto Ordaz – Maturín – Araya, combinado con la construcción de un Puerto de Aguas Profundas en Araya.

En esta segunda parte – continuación del artículo aparecido en el Boletín No. 11 – se examina con mayor profundidad y detalle la solución propuesta y al mismo tiempo se señala la conveniencia de que antes de adquirir compromisos irreversibles, se examinen soluciones alternas que lucen menos costosas, tanto desde el punto de vista de las inversiones requeridas, como de los probables costos de operación. La mayor carga a ser manejada por el sistema propuesto, son las exportaciones de mineral de hierro y conglomerados desde Puerto Ordaz, los cuales en la actualidad son manejados con un sistema de transferencia de elevados costos, el cual puede ser mejorado sensiblemente si se rehabilita el Caño Macareo y se utilizan gabarras para alimentar un Puerto de Aguas Profundas ubicado donde actualmente se encuentra la Estación Flotante de Transferencia. Un ferrocarril Puerto Ordaz – Guanta, luce más conveniente que el ferrocarril terminando en Araya. Un curso de acción responsable en la toma de decisiones requiere de una evaluación adecuada de alternativas que puedan cumplir con los mismos objetivos.

## **CONFERENCIA: PRESENTE Y FUTURO DEL SECTOR ELÉCTRICO**

*Autor: Ing. Guillermo Capriles*

El presente trabajo constituye un recuento histórico de la evolución del Sector Eléctrico Venezolano, desde sus inicios a finales del Siglo XIX, hasta la actualidad. Se presenta una descripción de la evolución progresiva de las instalaciones, comenzando con una serie de plantas aisladas y dispersas en diversas ciudades del territorio nacional, seguida de un proceso de integración, primero en varios sistemas regionales y finalmente conformando el Sistema Interconectado Nacional, paralelamente se hace

referencia a los procesos organizativos y las disposiciones legales y reglamentarias que marcaron la pauta.

### **CRITICA DE LIBROS: Rieles con futuro.**

***Rieles con futuro - Desafíos para los Ferrocarriles de América del Sur***

Editor: **Jorge H. Kogan**

Unidad de Publicaciones de la Corporación Andina de Fomento (CAF)

*Comentarios de César Quintini*

Tanto el título del libro, como el sentir expresado por el prologuista y por el editor, pudieran dar la impresión de que se trata de una apología al ferrocarril en Sur América. No obstante, si bien se manifiestan sentidas esperanzas en el resurgimiento del ferrocarril como un posible medio de contribuir al desarrollo sustentable, se reportan suficientes evidencias de que las experiencias acumuladas hasta el presente, tanto en Sur América, como en el resto del mundo, dan base para pensar que no se trata de una panacea de fácil realización. Un aspecto que debe resaltarse, es el enfoque que se adopta al presentar el transporte carretero y el ferroviario como modos que compiten entre sí y no como los modos complementarios que realmente son.

## **ABSTRACTS OF ARTICLES PUBLISHED IN THIS ISSUE**

### **WAR AND PROGRESS – ARTILLERY: A WAY TO DO IT**

*Author: Ing. Gonzalo J. Morales*

This article provides a sequence of the evolution of artillery from early times to contemporary days, and correlates such evolution with peaceful applications of each metallurgical development.

At the same time that the various types of weapons are described, the manufacturing techniques are mentioned and finally the peaceful applications of the new technologies are accounted for.

### **APOSTILLA SOBRE LA FAJA DEL ORINOCO (Book Review)**

*Author: Ing. Alberto Méndez Arocha*

This review refers to the recent book by geologist-historian (*Academy Member* – No. XXXIII) Anibal R. Martinez. It is a very well informed essay on the origins and whereabouts of the discovery and development of the Orinoco Belt, one of the biggest world reserves of extraheavy crude oil and natural bitumen.

Venezuela is a small oil town and is good to know the behind-the-scenes explanations of things that happened during the discoveries and the struggles among different groups engaged (and for the control) of the development of The Faja. A point of view of a veteran geologist and first-row witness of the proceedings, with precise field notes, and very well written. You should read this book.

## **THE SEISMIC ENGINEERING IN VENEZUELA NOTES FOR THEIR HISTORY**

*Autor: Ing. José Grases*

Several notes on what some day may become part of the history of the earthquake engineering in Venezuela are compiled here. Summarizes lessons and experiences of the 1967 Caracas earthquake, which although moderately destructive, definitively fixed the interest on this subject in Venezuela.

This enhanced the consideration of seismic requirements and mitigation measures from the very beginning of new engineering projects, which is recognized as the best way for reducing structural vulnerability against this hazard. The periodically updated design requirements create new problems related to the structural reliability evaluation. It must needs be the designation of Technical Committees in order to assume the role of the so called 'Competent Authority' established in present codes.

## **GUMERSINDO TORRES, OIL NATIONALISM PIONEER**

*Autor: Ing. & Geo. Aníbal R. Martínez*

Dr Gumersindo Torres is the pioneer of what we now call oil nationalism. His main achievements are in his teachings and his honourable conduct. He knew the exact interrelation between the national interests and the immutable voracity of concessionaire companies, so he changed forever the development of the Venezuelan petroleum industry. The Principal Chair in the Centre of Petroleum Studies in The Zulia University in Maracaibo will be distinguished with his name.

## **ABOUT RAILROADS, PORTS AND TRANSPORTATION (II)**

*Autor: Ing. César Quintini Rosales*

This a continuation of the article published in Boletín No 11, with additional argumentation regarding the convenience of further investigation of alternate solutions for the transportation of raw materials and semi-

elaborate products, originating in the Puerto Ordaz area in Southeastern Venezuela. Special emphasis is given to the fact that the largest volume of exports to be handled is that of iron ore, which at present is shipped using a transfer station. Such transfer station is located at a point for which the use of deep draft supply ships requires an unnecessarily long trip. The reopening of Caño Macareo in the Orinoco Delta to be used by river barges, could provide an alternative solution of lower cost which should be carefully analyzed before funds are committed to the chosen solution. If iron ore is exported from a deep water port in the Atlantic, the Paria location results inadequate for a deep water container port, and taking into consideration that the distance Puerto Ordaz – Guanta is about one hundred kilometers shorter, and runs through territories with a more favorable topography, it is evident that the whole question should be revised.

## **PRESENT AND FUTURE OF THE ELECTRIC SECTOR (A Brief History of the Venezuelan Electric Sector)**

*Author: Ing. Guillermo Capriles*

This article provides a review of the evolution of the electrical supply systems in Venezuela, starting with the small isolated power plants serving single cities, and occasionally, parts of one city and following the evolution of the expansion and integrating processes that gave birth to the present nationally integrated power grid. In conjunction with a very precise account of the physical evolution, the author also provides very valuable information regarding organization, ownership and regulatory matters that provided the necessary framework for the evolutionary process.

Book Review: **Rails with a future**

***Rieles con futuro - Desafíos para los Ferrocarriles de América del Sur***

Editor: **Jorge H. Kogan**

Unidad de Publicaciones de la Corporación Andina de Fomento (CAF)

*Comments by César Quintini*

Both the title, the comments in the Preface and the Introduction by the Editor, may create a first impression, setting the book as an apology for

South American Railroads. However, while high hopes are expressed regarding the come back of railroads as a possible means to contribute to sustainable development, the book reports enough facts and experiences both from South America, as well as for the rest of the world, which provide a broad background showing that railways are not necessarily a panacea of easy realization. It must be pointed out that several of the book's chapters try to show railroads and highway transportation as competing modes, instead of realizing that actually they complement each other.

# ***GUERRA Y PROGRESO***

## **LA ARTILLERÍA: UN MEDIO**

*Por Gonzalo J. Morales*

*(Sillón X)*

*Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat*

### **INTRODUCCIÓN**

La guerra es un fenómeno esencialmente humano, aun cuando todos los animales también lo practican. Ha sido estudiado desde hace muchos siglos en sus causas, consecuencias, en los medios utilizados para ejecutarla, en su teoría, en fin, en todas sus facetas.

Se han analizado sus resultados, las pérdidas ocasionadas tanto humanas como materiales, pero es solo muy recientemente, en muy pocas ocasiones, cuando se han evaluado los adelantos que las mismas producen. Ese es objeto principal de este estudio, estimar con casos concretos los beneficios que la guerra ha traído en general, o a regiones específicas. ¿Ha traído adelanto, progreso, o ha ocasionado atraso? ¿Se justificaron los sacrificios sufridos? ¿Pueden compararse a las pérdidas humanas o materiales, a la miseria generada? ¿Y los costos involucrados, son comparables?

Por ejemplo, ¿fueron los desarrollos del radar, la penicilina, la aviación, los alimentos enlatados una causa directa de la guerra? ¿Cuál es el balance, es positivo o negativo?

Todas las armas empleadas en la guerra tienen por objeto vencer a un enemigo, aniquilar su capacidad de resistencia, eliminando al elemento humano que se opone y, por ende, haciéndole el mayor daño posible a sus propiedades. Es decir, se empeña toda la fuerza disponible para reducir la capacidad de respuesta del opositor. Todas las armas se utilizan contra la resistencia personal y las armas pesadas contra las defensas materiales. Ese es el objeto principal de la artillería desde que se introdujo en la Edad Media.

Al utilizar la artillería para destruir las fortificaciones, se adoptaron e introdujeron otros medios de hacer retroceder al enemigo, de impedir o anular sus acciones y entonces se inventaron otros cambios en los sistemas de fortificación, lo cual ocasionó profundas transformaciones en la construcción de las ciudades. Eventualmente, a medida que las armas se fueron haciendo tan poderosas que no había sistema de fortificación que contuviera a un enemigo, dejaron éstas de tener valor alguno y se transformaron las ciudades mas profundamente. La Línea Maginot constituye un ejemplo doloroso en el siglo XX. Entonces surgieron modificaciones en la táctica y en la estrategia.

Secuelas de la guerra han sido las profundas transformaciones que la guerra introdujo en la planificación y construcción de las ciudades, hasta llegar a la forma de las ciudades modernas, e incluso a grandes evoluciones en la estructura del Estado.

Una secuela fundamental de los avances en la fabricación de cañones y en el perfeccionamiento de las piezas de artillería se encuentra en los progresos en la metalurgia.

Allí se puede evidenciar como todo lo que se utilizó para fabricar cañones, casi inmediatamente tuvo aplicación en la vida cotidiana. Los moros introdujeron la pólvora y los cañones en España, como consecuencia surgieron avances en la metalurgia. Mas tarde, Alonso Barba publica “El arte de los metales” que tuvo gran impacto en el mundo conocido. Tanto es así, que España se convirtió durante mucho tiempo en avanzada en el campo metalúrgico.

Según la tradición, los conocimientos y aplicaciones de la metalurgia comenzaron en Oriente y, muy probablemente, en el Fértil Creciente. El cobre y el oro ya se conocían en 4000 a.C. La Edad del Bronce duró entre 500 y 2000 años. El carbón vegetal y el crisol se empleaban en metalurgia antes del año 3100 a.C. Posteriormente vinieron la plata, el estaño, el mercurio y el plomo. El bronce, aleación con estaño, era conocido en Babilonia antes del año 3000 a.C.

Probablemente, el primer hierro que utilizó el hombre era de origen meteorítico. Las primeras herramientas de cobre se emplearon 3500 a 3100



años a.C. y entre 3100 y 2800 a.C. la industria del metal se había extendido. Hacia 3100 a.C. los sumerios usaban los metales en extensión y destreza superior a los egipcios. El proceso de la fundición se efectuaba en crisoles de arcilla calentados con carbón vegetal. El uso de los fuelles en hornos se remonta a 1500 a.C. (Ref.3).

Se cree que el proceso de la “cera perdida” era conocido por los egipcios y en Mesopotamia para obtener piezas moldeadas pequeñas. El moldeo de arena posiblemente se practicó en China hacia 800 a.C.

A principios de la Edad de Bronce el sureste de España fue un centro de gran importancia industrial, cuando se explotaban sus ricas minas de cobre y plata. El estaño viene un poco después.

En el centro de Europa, la Edad Media del Bronce se caracterizó por la creación de escuelas de metalurgia, en Escandinavia, Alemania y Hungría, entre 1800 y 1000 a.C., posteriormente ocurrió en las Islas Británicas. (Ref.3)

La fabricación del hierro empezó antes de 1300 a.C.; en Mesopotamia se conocía el hierro desde antes de 3000 a.C. y también el hierro obtenido por reducción desde 2800 a.C.; se dice que en el Asia Menor se ha usado el hierro desde el siglo XX a.C. A partir del siglo IV a.C. desde esa región se exportaron objetos de hierro, principalmente dagas y hojas para éstas.

Es probable que las técnicas de fabricación del acero y el temple se descubrieran en Asia Menor hacia 1300 a.C. Homero, en la “Odisea” hace referencia al temple y al recocido. Se dice que los Calibes, en el Mar Negro, hacia 700 a.C. inventaron el arte de convertir el hierro en acero por cementación o carburación del hierro forjado.

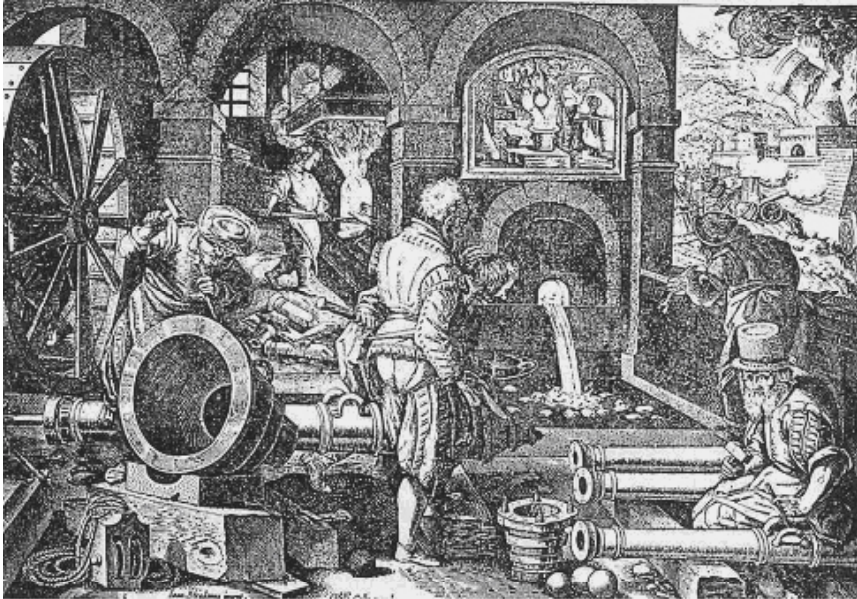
Las espadas y demás armas de los íberos fueron famosas. Posteriormente, el acero de Toledo, al igual que el de Damasco, tuvieron fama mundial. En las cruzadas, ambos compitieron ferozmente.

Durante los siglos XVII y XVIII el consumo de hierro incrementó constantemente con la frecuencia de guerras y la mecanización de los ejércitos.

En las regiones productoras de hierro los contratos militares emplearon a miles de trabajadores, quienes en época de paz hallaron una salida para su hierro colado en la forma de potes y calentadores. Los ejércitos se llevaban buena parte del hierro colado; por ejemplo, el General Tilly disparó entre 12.000 y 18.000 proyectiles de cañón durante cada día del sitio a Magdeburgo, en 1631.

La destrucción de las selvas europeas permitió que Suecia, con sus ricos minerales y su riqueza en maderas se convirtiera en importante productor de barras de hierro de alta calidad y acero. Para 1620 las exportaciones suecas de cañones de hierro fundido despertaron la preocupación de Inglaterra, quien tenía ese monopolio hasta la fecha.

Entonces, la fundición de hierro comenzó a aplicarse donde anteriormente se utilizaba piedra, madera u otros metales.



**Fundición de cañones de bronce, siglo XVI, con su horno (Ref.2).**

Durante los siglos XVI y XVII el conocimiento de los artesanos era mas avanzado que la teoría, y aparte de los grandes autores mencionados, los escritos de gente esencialmente prácticos: maestros de cuños, cerrajeros, joyeros y fundidores de cañones y otros, ofrecen la mejor visión sobre el equipo metalúrgico y los métodos de ese tiempo. Esto es especialmente así para el hierro y el acero, aun cuando el nuevo uso del hierro colado fue una de las pocas innovaciones reales de ese tiempo.

Saint-Rémy (1697) menciona la fundición de cañones de hierro directamente de un alto horno en Perigord. Los hornos tenían 24 ft. de altura (8 m.) y en una sola colada producían suficiente hierro para fabricar un cañón de 8 lbs. y casi una tonelada de peso. Para fundir piezas mayores se combinaban los productos de cuatro altos hornos. Las balas de mosquete eran fundidas de hierro, aun cuando las mejores, de acuerdo a Biringuccio, eran forjadas en troqueles especiales. Los proyectiles de cañón eran usualmente de hierro colado, aun cuando el plomo colado y la piedra cortada todavía se utilizaban.

Los herreros producían mucho acero para herramientas agrícolas por reducción directa del mineral en el hogar (del horno).

Los primeros cilindros entregados a Watt para su máquina de vapor no fueron satisfactorios, por no ser suficientemente exactos en su diámetro para impedir la filtración (escape) de vapor. Fue John Wilkinson (1728- 1808) quien produjo los primeros cilindros de hierro colado completamente satisfactorios para esas máquinas de vapor, por un método nuevo que él había inventado para taladrar cañones y patentado en 1774. Los avances obtenidos en la máquina de vapor fueron tremendos.

A mediados del siglo XIX el hierro colado permanecía superior a cualquier otro material para la producción de armamento. Hubo intentos para substituir acero colado en vez de hierro colado en la fabricación de artillería. Así, Krupp propuso el uso de acero colado, pero su primer cañón, uno de tres libras, con un tubo de acero fundido dentro de otro tubo de hierro colado explotó en las pruebas severas a que fue sometido en Berlín en 1849. Poco tiempo después, gracias al proceso Bessemer, Krupp obtuvo éxito al construir el primer cañón de acero fundido.

Podemos observar que, aun cuando la metalurgia era extensivamente practicada tanto en el Asia como en Europa, los metales conocidos y usados

eran muy pocos para principios del año 1000 d.C., eran solo siete. De allí comienza la historia de la artillería.

**Antigüedad** Armas antiguas: Edad del bronce, edad del hierro  
Espadas, lanzas, escudos, carros

**Edad Media** El ariete, la catapulta  
Proyectil utilizado: piedras, rocas, otros.  
La guerra psicológica: lanzar cadáveres humanos o de animales contra una posición enemiga.

**Siglo V**  
En España, se prepararon grandes cantidades de hierro y acero.

### **Siglo VI**

Año 529 En Montecasino- Se intensifican las actividades metalúrgicas.

### **Siglo VII**

Año 673 a 678 Imperio Bizantino- Utilización del “Greek Fire” contra los musulmanes.

### **Siglo VIII**

La Forja española se lleva a otros países.

### **Siglo IX**

Se conocen detalles en documentos de la producción del hierro.

Año 886 a 911 Emperador Leo VI (BIZANCIO) relata que los soldados estaban equipados con tubos llenos de materia combustible, que encendían y arrojaban al enemigo.

## **CONSECUENCIAS:**

En la tecnología: métodos de fundición y de fabricación metalúrgica ampliados.

En el campo militar: fortificación, se consolida y adquiere importancia  
Organización de los ejércitos.

En el campo político: Métodos de recolección de fondos.

Organización del Estado, en función de pocos recursos disponibles.

## **Siglo XI**

Año 1000D.C. La pólvora, fue conocida y utilizada por los chinos.

Chartres- Se inicia la producción de hierro y acero.

## **CONSECUENCIAS:**

En la tecnología: métodos de fundición y de fabricación metalúrgica, continúa.

En el campo militar: fortificación, continúa su importancia

Organización de los ejércitos, sin modificaciones mayores.

En el campo político: Métodos de recolección de fondos, es la misma.

Organización del Estado.

## **Siglo XII**

Primera explicación europea de la fundición de campanas para la fundición de bronce.

Año 1118 Cañones utilizados- Sitio de Zaragoza- Alfonso el Batallador.

Proyectil utilizado: piedra

## **CONSECUENCIAS:**

En la tecnología: métodos de fundición y de fabricación metalúrgica refinados.

En el campo militar: fortificación

Organización de los ejércitos, es reconsiderada.  
En el campo político: Métodos de recolección de fondos.  
Organización del Estado.

### **Siglo XIII**

- Año 1232 Pólvora negra, producida por alquimistas chinos.
- Año 1224 a 1337 Cronistas de las cruzadas mencionan la pirotécnica.
- Año 1241 Pólvora usada por los mongoles en la batalla de Legnica.
- Año 1248 Bacon conoce la pólvora.
- Año 1249 Árabes utilizan la pólvora en España.
- Año 1257 Cañones utilizados- Sitio de Niebla- Alfonso el Sabio.
- Año 1288 Árabes utilizan la pólvora en Valencia.

Los primeros cañones de occidente se construyeron de hierro; poco después se fundieron en bronce, muy parecido al empleado para campanas.  
La pólvora se empleaba en pasta o polvo.

### **CONSECUENCIAS:**

En la tecnología: métodos de fundición y de fabricación metalúrgica, comienza la innovación..

En el campo militar: fortificación

Organización de los ejércitos. Los mercenarios, los especialistas.

En el campo político: Métodos de recolección de fondos.

Organización del Estado.

### **Siglo XIV**

- Año 1313 Anuario de la ciudad de Gante.  
Primer documento conocido de la existencia de cañones.

Año 1324	En Metz se mencionan los cañones.
Año 1326	Primeros cañones de bronce fabricados por los florentinos.
Año 1327	En Bretaña se mencionan los cañones.
Año 1331	Ataques a Alicante y Orihuela- Rey Mohamed IV de Granada.
Año 1340	Sitio de Tarifa (Investigó el Coronel Arantegui)
Año 1342	Sitio de Algeciras (Investigó el Coronel Arantegui).
Año 1345 y posterior	Eduardo III ordenó cañones para la invasión de Francia los usó para el sitio de Calais un año después.
Año 1346	Batalla de Crecy- Francia Guerra de los 100 años. Cuatro cañones de bronce utilizados.  Proyectil utilizado: balas de hierro
Año 1371	Sitio de La Rochelle.  Comienza la transformación de los sistemas de fortificación, en Italia. Se introducen transformaciones en la táctica. Bombardas de bronce, o de fustera.
Año 1379	En Italia, los paduanos, utilizan la pólvora.
Año 1380	En Venecia, Italia, se utiliza la pólvora, en cohetes.

Para mediados de siglo, los cañones se convirtieron en algo común en los inventarios de almacenes militares.

Los cañones primitivos eran muy pequeños, algunas veces no mas de 20-40 lbs. de peso y, aun a fines del siglo XIV uno de 150 lbs. era descrito como un cañón grande. Eran fabricados, no fundidos, de “cuprum” o metal- no es seguro que fueran de cobre, bronce o latón (brass)- y quizás

de hierro forjado. Las hendeduras serían cerradas por medio de rivetes, abrazaderas o soldadura.

Los cañones fundidos de metal cuproso fueron introducidos alrededor de mediados del siglo catorce y seguidos a fines del siglo por los grandes cañones fabricados de hierro forjado. Los primeros cañones eran muy cortos en proporción a su calibre y disparaban dardos o flechas cortas, pesadas, en lugar de bolas. El tubo del cañón era abrazado directamente a una viga fuerte de madera montada sobre un marco fijo de madera unidos por aros o sunchos de hierro, sin ruedas.

La pólvora, en esta etapa, era muy costosa y solo podía obtenerse en pequeñas cantidades.

Los proyectiles esféricos comenzaron a usarse en 1350, cuando la piedra fue substituida por el hierro, que era menos costoso.

La fertilidad de la invención técnica demostrada en la historia primigenia de las armas de fuego es asombrosa. Se introdujo una forma de ametralladora, consistente en un número de tubos montados sobre una estructura, para ser disparados en sucesión

## **CONSECUENCIAS:**

En la tecnología: métodos de fundición y de fabricación metalúrgica, mejorados y ampliados.

Organización de los ejércitos. Los mercenarios. Transformaciones.

En el campo político: Métodos de recolección de fondos.

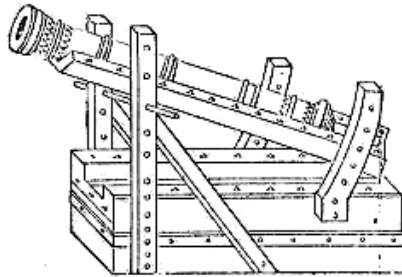
Organización del Estado.

## **SIGLO XV**

La Bombarda: formada por un conjunto de duelas de hierro forjado, unidas por aros o sunchos de hierro; tenía una recámara en la que se introducía la carga de pólvora; la pieza descansaba sobre un madero, al que se sujetaba con cuerdas. La había:



Grandes  
Medianas  
Pequeñas



### **Bombarda (Ref. 4)**

Año 1420 Se publica el manuscrito “Feuerwerkbuch”, que describía el desarrollo de las habilidades metalúrgicas, y la producción de pólvora.

Año 1436 Carlos VII de Francia finalizó la Guerra de los 100 años con su artillería para reducir los fuertes ingleses.

Año 1453 Sitio de Constantinopla- Uso de grandes bombardas para derribar los muros de las fortificaciones. Fin del Imperio Bizantino.

Transformación del mundo antiguo y comienzo de la Era Moderna

Año 1455 Alemania, se utilizan tubos de fundición para el sistema de agua de Dillenburg.

Año 1494 Carlos VIII de Francia llevó a la guerra de Italia 140 piezas de bronce, este fue el primer tren de artillería de campaña conocido, con lo cual redujo la resistencia en el fuerte de San Giovanni.

Otros tipos:

Bombardetas, de mayor longitud relativa y menor calibre;

Cerbatanas, también de menor longitud relativa y menor calibre,

Ribadoquines, piezas intermedias entre estas dos últimas,

Bombarda trabuquera, de ánima mas corta,

Berraco

Mortero, mas corto, para el tiro curvo,

Espingarda, era una bombardita que lanzaba balas de hierro y plomo, 1-3 libras,

Falconete, precursor del cañón de campaña,

Fundición de cañones de una sola pieza

Piezas de hierro colado.

Se conoce la pólvora de grano grueso para utilizarla en los cañones; la de grano mediano para las armas largas y las de grano fino para armas pequeñas, de mano.

### **CONSECUENCIAS:**

En la tecnología: métodos de fundición y de fabricación metalúrgica mas refinados.

En el campo militar: fortificación modificada.

Organización de los ejércitos. Los mercenarios.

En el campo político: Métodos de recolección de fondos.

Organización del Estado.

En la política internacional: aparece el imperio otomano en Europa como gran amenaza contra los países europeos.

Grandes cañones, posiblemente de metal cuproso, se estaban fundiendo después de mediados del siglo XIV, pero entonces ocurrió un importante desarrollo en el arte de manipulación de masas de metal fundido durante los siglos XV y XVI, particularmente con el desarrollo del alto horno para posibilitar la fundición de hierro.

Biringuccio, quien describe los métodos para fundir bronce en la “Pirotecnia”, ofrece un relato completo de la manufactura de cañones. Allí

se pueden apreciar los mismos elementos usados hoy día, tales como moldes, modelos, arcilla, cebo. Había un método para evitar la formación de burbujas en la fundición.

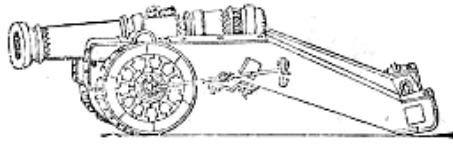
## **SIGLO XVI**

A comienzos de este siglo se logró un gran avance en la fabricación de cañones, con la adopción de un método de taladrar cañones de hierro o bronce fundidos, con lo cual se consiguió un acabado interno exacto. Los principales centros de fabricación de cañones fueron Flandes, Alemania e Inglaterra.

El empleo de tubos de fundición para los servicios sanitarios, abastecimientos de agua y gas y operaciones industriales, fue casi inmediato al desarrollo del cañón.

Leonardo da Vinci creó muchos tipos de cañones de bronce.

- Año 1500      Sitio de Pisa: transformación en la fortificación para contrarrestar el uso de la artillería. Uso de terraplenes de tierra detrás de la muralla.
- Año 1509      Sitio de Padua: transformación en la fortificación para contrarrestar el uso de la artillería. Construcción del perfil hundido por Fra Giocondo.
- Año 1519      Maquiavelo escribe sobre lo ocurrido en 1494, que “no existen paredes de cualquier grosor, que no puedan ser destruidas por la artillería en pocos días”.
- Año 1540      Primera obra sistemática de minería y metalúrgica “De la Pirotecnia”, de Vannuccio Biringuccio, en Venecia, donde se describe con detalles la fundición de campanas y cañones.
- Año 1537      Nicholas Tartaglia publicó un tratado sobre el vuelo de los proyectiles- Galileo contribuyó al estudio de la trayectoria en el vacío.



### **Basilisco del siglo XVI, por Leonardo Fronsperger (Ref. 4)**

- Año 1553      Las bombas, en el bombardeo de Aire
- Año 1569      “De Re Metallica”, de Jorge Agrícola, aparece en Basilea. La química metalúrgica.
- Año 1570      La utilización efectiva de la artillería en las batallas navales modificó las tácticas navales, tal cual quedó comprobado en la batalla de Lepanto, en 1570 y luego contra la Gran Armada en 1588.

El período experimental en la artillería pesada concluyó antes de fines del siglo XVI, a partir de cuyo tiempo el cañón de metal fundido, cargado por la boca, de ánima lisa era empleado universalmente en todos los tamaños y para todos los tipos de servicio. Hierro, bronce y latón eran fundidos para producir artillería. Hierro era el menos costoso y podía soportar el servicio mas severo, pero era mas afectado por la corrosión que las aleaciones cuprosas y mas propenso a fracturas peligrosas.

### **CONSECUENCIAS:**

En la tecnología: métodos de fundición y de fabricación metalúrgica, continúan su desarrollo.

En el campo militar: fortificación, en vías de desaparición.

Organización de los ejércitos. Los mercenarios.

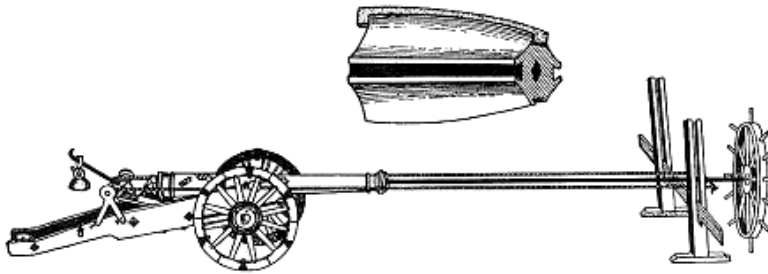
En el campo político: Métodos de recolección de fondos.

Organización del Estado.

### **SIGLO XVII**

- Año 1613      Diego de Ufano: clasifica los cañones en tres tipos principales: 1) para ofender al enemigo, 2) para batir murallas o 3) para echar a pique las naves enemigas. La principal era la culebrina.

- Año 1640 “El Arte de los Metales” de Álvaro Alfonso Barba.
- Año 1662 Thomas Fuller escribió en su libro “Worthies of England”: “Dios dividió las ventajas de las armas entre España e Inglaterra: su acero hacía las mejores espadas; nuestro hierro, los cañones mas útiles”.
- Año 1693 Aparece el obús, en las batallas de Neerwinden



**Taladro simple horizontal, operado por un cabrestante.(1603). (Ref.2)**

Año 1678 El Príncipe Ruperto, en Inglaterra, inventó un método para el recocido de hierro, que haría al metal menos propenso a la fractura.

En esa época el cañón era horadado por medio de la fuerza hidráulica. Biringuccio (1540) indicó que el taladrado era una innovación muy reciente: “para tener la mayor precaución, para la belleza y la seguridad del cañón, y para tener la certeza de que cumple con el objeto de disparar con la mayor precisión”, los soldados y los maestros artilleros comenzaron a desear que todos los cañones, grandes y pequeños, deberían ser taladrados, tal como se hace con los mosquetes y los arcabuces. Hubo varios tipos de taladros verticales y horizontales.

Ese poder destructivo obligó a modificar los sistemas de sitio y de fortificación, lo cual fue llevado al máximo por el gran ingeniero francés Vauban. También, los problemas administrativos se hicieron mas

complejos, tales como el establecimiento de fábricas de pólvora, el control de las fábricas de armamento, la movilidad de la artillería en el campo y el suministro de clases diferentes de pólvora, proyectiles y mechas.

Como consecuencia, también, los ejércitos se hicieron mas dependientes de la organización de sus trenes de bagajes. Para mediados del siglo XVII tales asuntos habían sido resueltos, en particular el transporte.

La fabricación de armas era cuidadosamente supervisada por el Estado y, aun, llevada a cabo en sus propios establecimientos; se habían creado instalaciones para la experimentación y la inspección. Grandes cantidades de cañones y de municiones podían ser movidas a discreción del comandante, cuerpos especializados de ingenieros y de artilleros se habían formado y la logística jugaba una parte importante en la preparación de operaciones militares.

### **CONSECUENCIAS:**

En la tecnología: métodos de fundición y de fabricación metalúrgica.

En el campo militar: fortificación

Organización de los ejércitos. Los mercenarios. Mayor tecnificación.

Organización militar francesa.

Organización militar prusiana.

Organización militar sueca.

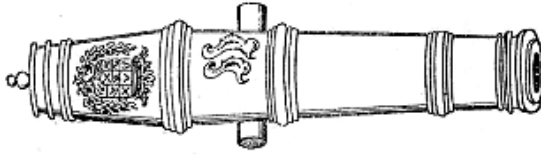
Organización militar rusa.

En el campo político: Métodos de recolección de fondos.

Organización del Estado.

### **SIGLO XVIII**

Se sostiene que la práctica de taladrar un cañón de un cilindro sólido fundido comenzó en 1713, pero en 1747, cuando los holandeses abandonaron el sistema de la fundición hueca por el nuevo método, preservaron el secreto con gran cuidado, de su técnica y máquinas utilizadas.



### **Cañón pedrero de principios del siglo XVII (Ref. 4)**

Los morteros se fabricaban de igual manera que los cañones, primero contruidos de hierro forjado y, posteriormente, fundición de hierro o en metal cuproso.

Todas esas innovaciones provocaron profundos cambios en las defensas estáticas y, eventualmente, en las fortificaciones.

Año 1753 Euler dio una solución aproximada de la trayectoria en el aire.

Año 1798 Conde Rumford- Horadando cañones para Rey de Baviera Desarrolla criterios para enunciar, posteriormente, la Primera Ley de la Termodinámica.

También, aleaciones mas apropiadas para los cañones.

Se profundizan los ensayos químicos: fundamentos de la química cuantitativa, para conocer la composición exacta para la fundición de campanas y cañones.

La balística exterior.

Newton consideró los efectos de la resistencia del aire en la trayectoria.

### **CONSECUENCIAS:**

En la tecnología: métodos de fundición y de fabricación metalúrgica.

En las matemáticas, estudios profundos sobre curvas.

En el campo militar: fortificación

Organización de los ejércitos. Los mercenarios.

En el campo político: Métodos de recolección de fondos.

## Organización del Estado.

### **SIGLO XIX**

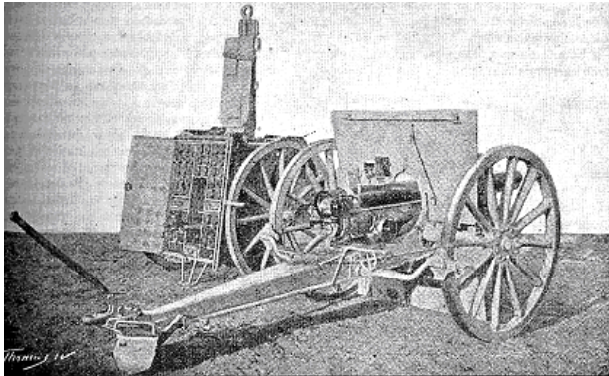
- Año 1800 Los británicos introducen el carbón quemado en cilindros.
- Años 1812 Batalla de Borodino: Napoleón emplea 640 cañones.
- Año 1853 Armstrong, Inglaterra, El rayado del ánima.  
Los calibres mayores
- Año 1860 Se introduce la nitrocelulosa (algodón pólvora) o pólvora sin humo Balística interior.

El desarrollo de diversos tipos de explosivos tuvo lugar especialmente en el siglo XIX, luego del algodón pólvora por Schönbein en 1845-46, la nitroglicerina por Sobrero en 1846 y el control de las explosiones de ésta por Nobel entre 1859 y 1866.

El fulminato de mercurio, que había sido preparado por Howard en 1800 permitió que se utilizara en el detonador comercial después de Nobel

La balistita, inventada por Nobel y luego la cordita. Contribuyeron a refinar la preparación de mezclas explosivas sólidas.

### Ecuación de Van der Waals



**Material español de artillería de campaña de tiro rápido.  
(Pieza y carro en batería) (Ref. 4)**



## CONSECUENCIAS:

En la tecnología: métodos de fundición y de fabricación metalúrgica. Se introducen múltiples tipos de armas, cortas, largas y de artillería. Aparece la recámara.

En la ingeniería. La termodinámica. La balística interior, la química.

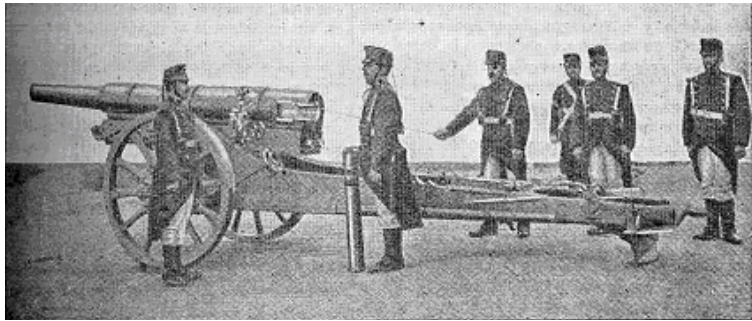
En las matemáticas: la balística exterior.

En el campo militar: la estrategia, la fortificación es modificada.

Organización de los ejércitos.

En el campo político: Métodos de recolección de fondos.

Organización del Estado.



**Obús de sitio de 12 cm., sistema Krupp. (Pieza en batería)  
(Ref. 4)**

## SIGLO XX

Balística interior: se desarrolla la recámara.

Principio General de Automatismo

Metalurgia: Aleaciones de acero para soportar altas presiones y temperaturas

Producción: máquinas automatizadas para producir municiones.

Perfeccionamiento de materias explosivas.

Año 1916

Primera Guerra Mundial

Los ingleses introducen el tanque de guerra como plataforma rodante, móvil para emplazar un cañón.

- Año 1916      Alemania, Cañón Serie Bruno. Cañón “Paris”, de calibre 15”, alcance de 70 millas, altura de 40 km., para bombardear París.
- Año 1942      Segunda Guerra Mundial, los alemanes construyen cañones de gran calibre para bombardear objetivos a mayores distancias.
- Los americanos introducen el tanque Sherman, armado con cañón de 75 mm.; los rusos introducen el tanque T-34.
- Año 1943      Alemania, Cañón “Gustav”, de 800 mm., peso total de 1329 ton., realizó un total de 48 disparos contra Sebastopol.  
Alemania, mortero “Thor” de 600 mms., pesaba 2400 ton.
- Año 1944      Los alemanes introducen el tanque “Tigre”, armado con cañón de 105 mm.
- Año 1945      Los rusos emplean 42.000 cañones y obuses en el sitio de Berlín (abril).
- Año 1953      Estados Unidos, se construye el cañón atómico, de 280 mm. “Atom Annie”

## **APLICACIONES**

Con respecto a las aplicaciones de la artillería, se pueden mencionar dos ejemplos: En la batalla de Borodino (septiembre de 1812) Napoleón empleó 640 cañones; en el sitio de Berlín (abril de 1945) los tres frentes rusos juntos tenían 42.000 cañones y morteros, con 6240 tanques y cañones auto- propulsados. Ambos casos indican el alto grado de dependencia que se colocaba en la aplicación de la artillería.

A título anecdótico, la palabra “bombardeo”, tan vista en el siglo XX, es derivada de la palabra “bombarda” del siglo XIV.

Hemos visto aquí el desarrollo ocurrido en las piezas de artillería, desde las bombardas mas primitivas hasta los obuses montados sobre orugas de finales del siglo XX, con alcances muy lejanos y mayor poder destructivo. Sin embargo, también, se vieron las aplicaciones no destructivas que ocurrieron en el campo civil como consecuencia de los avances en la metalurgia.

El desarrollo total de la metalurgia, el descubrimiento y producción de aleaciones hasta llegar a los refinamientos del siglo XX fueron consecuencia directa de todas estas y otras aplicaciones. No estaríamos lejos de concluir, cuando observamos los componentes del reloj, o los de un teléfono celular, que sus aleaciones dependieron del desarrollo de la artillería: tan opuestos son, pero fue así. La invención de la máquina de vapor, posteriormente la del ferrocarril y la producción en masa del acero fueron hitos altamente vinculados a la historia aquí descrita. La obra de Biringuccio aquí mencionada, fue un antecedente muy importante en el desarrollo de los cohetes.

En este trabajo no se mencionan los desarrollos en elementos vinculados a la artillería, tales como bombas, granadas, cureñas, y otros, así como tampoco a otros tipos de armas, en especial las personales.

El desarrollo de los cohetes en la primera mitad del siglo XX, primero los de propelantes sólidos y luego de los líquidos, tales como en la V-2, colocaron a estas tecnologías en la cúspide de lo que la técnica moderna podía ofrecer como soluciones para los viajes espaciales y la investigación del mundo sideral. Satélites y estaciones espaciales son la consecuencia del desarrollo de la artillería. Queda por ver lo que ofrece el futuro.

### **CONSECUENCIAS:**

En la tecnología: métodos de fundición y de fabricación metalúrgica.

Introducción de múltiples tipos de armas tanto personales como de artillería.

La tecnología nuclear aplicada en muchos campos.

La exploración del espacio.

En el campo militar: la estrategia, la táctica, fortificación, trincheras.  
Organización de los ejércitos. Los mercenarios.

En el campo político: Métodos de recolección de fondos.  
Organización del Estado.

## **BIBLIOGRAFÍA**

En la preparación de este trabajo he utilizado no solo las fotos mencionadas en la bibliografía sino también los conceptos derivados de visitas a museos especializados; pero a quienes estén interesados en profundizar sobre la historia militar y el desarrollo del armamento, se les puede recomendar la visita a los innumerables museos militares que hay en Europa, particularmente el Museo Militar de Estambul, el Museo del Ejército de Madrid, el Museo de Tanques de Munster en Alemania.

1. THE SHIELD OF ACHILLES. Por Philip Bobbitt.  
Penguin Books, England, 2003.
2. A HISTORY OF TECHNOLOGY. Por Charles Singer y otros.  
Oxford University Press, London, 1956.
3. METALURGIA GENERAL. Por Dr. Emilio Jimeno y Dr. Ing.  
F.R.Morral  
Universidad de Madrid, Madrid, 1955.
4. ENCICLOPEDIA ESPASA. (Tomo 6)
5. ENCICLOPEDIA BRITÁNICA
6. BALÍSTICA EXTERIOR  
Capitán de Corbeta Ernest E. Herrmann  
Escuela Naval del Peru, 1945.
7. Army Recognition DataBase.

## APOSTILLA SOBRE “LA FAJA DEL ORINOCO” de Aníbal R. Martínez

Dr. Ing. Alberto Méndez Arocha  
Individuo (Sillón I)

*“He estado escribiendo y conversando de La Faja por tanto tiempo como se le ha reconocido en su mas esplendorosa condición, por lo menos tres décadas después del viaje infructuoso de “la canoa”. Yo de ello no me canso y espero que Uds. tampoco...”* confiesa el autor (idem, p. 172).

Sin duda, La Faja tiene un incansable cronista, por suerte para nosotros. Esta reciente publicación de Martínez (Editorial Gálac; Caracas 2004; 331 pp., ils.) es básicamente *un relato histórico y técnico* de los acontecimientos que la fueron configurando. No una historia descriptiva o contemplativa como otras, sino tratando de escudriñar los secretos que explican los acontecimientos.

Martínez es una personalidad en el mundo petrolero venezolano, un investigador serio y preciso, sobrio, como debe ser. Se ha especializado principalmente en cuestiones de reservas, pero su experiencia cubre igualmente aspectos legales e institucionales de la industria petrolera venezolana, pasando por su pionera posición sobre política energética.

Estos atributos no deberían pasar por excepcionales, excepto que son escasos en el sector; a decir verdad, aparte de los estudios “políticos” de R. Betancourt (“Venezuela, Política y Petróleo” 1969) y los de J.P. Pérez Alfonso (entre ellos “Pentágono Petrolero” 1961, “Petróleo y Dependencia” 1971, “Política Petrolera” 1962), y algunos sobre Economía Petrolera (los Parra, los economistas de la UCV, el grupo de ingenieros del CIV con Eduardo Acosta, y otros) — no son tan abundantes como deberían ser las publicaciones sobre temas de historia y economía petrolera en el país.

Lo mejor de *este relato de la historia técnica de La Faja* es que ha sido realizado prácticamente por un testigo presencial, y más que testigo, actor en muchos casos y cosas. Pero es algo más que un trabajo de historia, en términos narrativos, que hacen de esta saga geológica un “cuento reciente” sumamente entretenido e instructivo sobre la lucha por apropiarse

del valor agregado generado entre los intereses del sector, y que a la vez resulta de alto mérito para apreciar los aspectos profundos de la venezolanidad en esta materia.

La exposición presenta el siguiente desarrollo, en lo que ARM denomina “la elipse” :

NACER - El Betún de Cubagua / La sustancia de Pedernales / La explotación del Betún /La Canoa Uno /Suata Uno / Recuento cronológico.

RENACER – Descripción geográfica – Descripción geológica – Primeros trabajos técnicos – Preliminares – Palabras, vocablos y nombres.

CONOCER - El trabajo clásico – El debate “Faja” – El trabajo del Ministerio – El debate sigue – El trabajo de Petróleos – El debate termina – Presentación del campo – La Faja en la UM (Universidad de Miami) – Visiones y revisión en Londres.

RECONOCER – Los hidrocarburos de La Faja – Las reservas y los recursos – La orimulsión – Las asociaciones – Predicciones, deseos y esperanzas.

Cronología Comentada - Glosario – Bibliografía - Índice Analítico.

Sigue nuestra apostilla. La parte de los orígenes tiene una prosa entretenida y bien informada, acudiendo a las citas de los principales cronistas, Oviedo y Valdés y Juan de Castellanos. De paso critica a Gómez (¿no es López?) de Gomara y a un tal Amador de los Ríos, nuevo para la ciencia. No se revisan otros conocidos cronistas, entre ellos Vazquez de Espinosa<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> En general los principales “cronistas” coloniales son: el padre Gumilla, Joseph de Acosta, Pedro de Aguado, Juan de Castellanos, Fray Antonio Caulín, Joseph Luis de Cisneros, de las Casas, Navarrete, Oviedo y Valdés, Antonio de Herrera, Oviedo y Baños, y Vázquez de Espinosa (muy bueno), entre otros.

Trae la cita del mene de Cubagua de Oviedo y Valdés:

*“tiene en la punta del Oeste un manadero de un licor como aceite junto al mar, en tanta manera que corre por ella encima del agua”*

y la cita de Juan de Castellanos:

*tienen sus secas playas una fuente  
(a lo este do bate la marina)  
de licor aprobado y excelente...*

Luego menciona valiosas documentaciones, entre ellas el Informe del Dr. José María Vargas sobre una muestra de asfalto de Pedernales, 1832, y en general una serie de datos poco conocidos sobre las investigaciones de los primeros hallazgos de hidrocarburos, como los asociados a la New York & Bermúdez de 1911<sup>2</sup>.

De repente aparece nada menos que Julio Verne, a través de “El soberbio Orinoco” – una acotación curiosa.

Después viene la “pequeña historia” de los descubrimientos de los principales campos, simplemente impresionante. Se advierte la tremenda presión por los descubrimientos del petróleo: perdidos los campos del Caspio por el poder soviético, encima la revolución mexicana del 17, las empresas europeas y americanas cayeron sobre Venezuela con toda urgencia.

Comenzando el año 1935 (muerte de Gómez) el geólogo jefe de la Standard Oil de Venezuela G M “Mose” Knebel... había recomendado al presidente de la empresa... determinar, mediante la perforación de un pozo exploratorio de campo nuevo, las posibilidades ... en el mas prominente domo de la línea de levantamientos ... que interrumpían la superficie bastante regular del basamento granítico del tercio sur de la

---

<sup>2</sup> Aunque con poca mención a las primeras trcalerías petroleras de los amigos del presidente Castro (Concesiones Vigas, Planas, Valladares y otros) transferidas a Caribbean y Shell, y General Asphalt de Philadelphia, Cf. AMA, “Bases para una política energética venezolana”, Caracas BCV 1974.

cuenca de Maturín, a menos de mil metros de profundidad...”

“La perforación de La Canoa-1 comenzó el 16 de octubre (aciago día petrolero!!) de 1935, culminando una operación logística de envergadura, tiempo de terminación dos meses, profundidad total estimada 1100 metros...” – primer pozo perforado en el campo Faja del Orinoco (en la cronología se corrige a 6 de enero de 1936, debe ser fin de los trabajos).

Luego siguió Suata:

*“Socony se lanzó a fines de setiembre de 1938 a la conquista del espacio prometedor con Suata-1/70 km al oeste de La Canoa-1. Mostró tres intervalos gruesos de arena petrolífera, primero a los 180 metros de 12 metros de espesor, el segundo a los 260 mts un solo manto de 15 metros y el tercero por los 260 metros, con mas de 35 metros. En total unos 80 metros, que fueron probados con paciencia y sin esperanza, para concluir al final*

**Los resultados del cuarteto de pozos terminados en La Canoa y Zuata (¿Suata?), así hubieran sido magros, fueron la causa aparente del inusitado ímpetu de la exploración del campo Faja del Orinoco durante los años 1939 y 1940.**

Sigue la saga geológica, la carrera contra el tiempo. Camorra No. 1 retrocedió un poco el camino y se hincó el 19 de marzo de 1939 al noreste de Barrancas, llegó hasta 910 metros y fue abandonado el 26 de abril. Cerro Negro-1 fue abandonado el 24 de enero de 1939 a 1120 metros. Cerro Negro-2 fue perforado de inmediato, del 15 de febrero al 27 de marzo de 1939, abandonado en el Basamento a 1179 metros de profundidad total, se recobró solo petróleo crudo de calidad inaceptable, mas pesado que el agua, así que por los momentos no se había alcanzado la gloria...



Con el año 1940 llegó la Mene Grande<sup>3</sup> que saltó al otro extremo de la Faja con Gorrín-1 al oeste de Hato Viejo-1 al sureste de Calabozo, “traspasó las arenas pobres del Mioceno y se metió en lo último, el granito del Basamento...”

Hasta aquí llegó la desilusión, se abandonaron progresivamente las perforaciones. La vuelta de la elipse bituminosa.

El “renacer” contiene aspectos básicamente sobre los descubrimientos geológicos. La prosa de Martínez se vuelve más técnica, aunque en su propio estilo inserta términos notablemente “floridos”, en una especial mezcla del siguiente tipo (p. 57):

“La forma miscelánea de tierra en llanos ondulados de Guárico pasa de suelos podzólicos amarillo rojizos con saturación baja a media de bases y lateritas hidromórficas en los llanos arenosos de Monagas...”

La parte del “renacer” incorpora los siguientes elementos : descripción geográfica; geológica; primeros trabajos técnicos, con especial referencia al trabajo de González de Juana sobre la Faja de 1944 y las primeras publicaciones (1951) de la Oficina Técnica de Hidrocarburos del Ministerio de Minas e Hidrocarburos, y los datos de la Convención Nacional Petrolera celebrada ese año.

Luego sigue con Preliminares, donde se señala que “el delineamiento de la frontera norte del campo Faja del Orinoco ocurrió paulatinamente, conforme se terminaron los pozos exploratorios de la búsqueda adolorida (sic) ....”

Entramos ahora en el tercer capítulo de la obra, “Conocer”, con el siguiente abreboque: ¡La Faja estaba lista! – y el autor lo presenta acertadamente con un toque dramático, de novela policíaca. En efecto, asienta ARM, después de los “treinta años de búsqueda, incomodidades y desafíos, letargo, insinuaciones y temple terminaron inesperadamente”.

---

<sup>3</sup> Aparentemente la formación de la Mene Grande fue producto de un arreglo entre las grandes para darle entrada a la Gulf. Véase US Federal Comm., en AMA, *op.cit.*

**Un día de julio de 1964 la Shell llegó a las oficinas de la CVP con una “presentación insólita, algunos pudieron haberla clasificado de insolente...” – para la explotación de los petróleos llamados en ese momento “no convencionales”.**

Sader Pérez encomendó a Hugo Velarde de la CVP la revisión del texto y discutió con el ministro Pérez Guerrero el asunto, conviniendo en realizar una evaluación formal de la Faja “para poder medir el alcance técnico de la proposición”. PG designó al geólogo José Antonio Galavís la coautoría del Informe.

“La presentación de Galavís y Velarde al 7º. Congreso Mundial de Petróleo (México 1967) causó un torbellino y lanzó la Faja del Orinoco al mundo...” – Estimaron el volumen de hidrocarburos inicialmente en sitio en 692 millardos de barriles (las reservas convencionales eran de unos 20 millardos de barriles)<sup>4</sup>.

La gente se volvió loca con el informe clásico de Galavís y Velarde. La repetición de la ponencia en Venezuela (4º. Congreso Geológico Venezolano, 1972) devolvió la controversia al plano local y algunos opinaron que los autores cuando escribieron ese Informe estaban algo “tocados”.

### **El debate “Faja”.**

Se van formalizando las investigaciones de CVP con la Occidental Petroleum (1971) y Mobil Maracaibo. Luego Japón mostró interés (1972) en

---

<sup>4</sup> Esta obsesión (temprana) del autor por aferrarse a las unidades métricas en un mundo petrolero inglés hace que el lector tenga que andar de la mano con un manual de equivalencias; no es que sea malo, sino que en petróleo son las unidades inglesas las que han dominado; lo menos que podría considerar es un “período de transición” en que aparezcan ambos sistemas, mientras la gente se acostumbra. Lo mismo con el listado de bibliografía, que vienen con la originalidad de ordenar las referencias por año y no por apellido. No se si es mas útil así, quizá para una historia pase, pero la costumbre es otra; y además, no lo informa al lector en ninguna parte. Tampoco lleva puntos en las abreviaciones de nombres de la bibliografía; esta práctica me parece buena, eficiente, evita puntuaciones inútiles (después se eliminarán los acentos que no son fonemas, o sea que no cambian el significado, son puramente decorativos).

cooperar y a finales de 1972 Estados Unidos también anunció conversaciones bilaterales sobre el tema. “Inmediatamente, el Frente Pro Defensa del Petróleo propuso declarar a La Faja reserva estratégica de uso nacional...” (id., 105). Pérez La Salvia formalmente desmintió la posibilidad (1973) de negociar un tratado binacional para la explotación del campo.

## **El trabajo del Ministerio**

El MMH se había ocupado rutinariamente de la fiscalización y a veces de la dirección de las actividades de La Faja, creó una Dirección de la Faja Petrolífera del Orinoco en 1974, con Benito Luongo a la cabeza. “El Ministerio determinó que el método más recomendable en el momento para la producción era la inyección de vapor... Los estudios de la Dirección “Faja” del Ministerio se concentraron en procesos adecuados al caso, en consideración a que la mayoría de las tecnologías en uso o en desarrollo se dirigen al tratamiento de residuales de crudos medios o livianos por plantas refinerías en Estados Unidos o Japón” (id., 117).

Al respecto Gustavo Coronel, miembro de la Junta Directiva de Petróleos de Venezuela, explica (idem, pie de pag. 120) :

“Conforme al criterio de los funcionarios de Intevep y PDVSA que analizaron la información del trabajo de evaluación durante 5 años realizado por el Ministerio es simplemente una casi completa pérdida de tiempo...”

## **El debate sigue**

El autor comienza a advertir sobre las luchas internas entre los intereses del Ministerio y los de la “industria”, para apropiarse del valor agregado añadimos nosotros. Notemos que la nacionalización sobreviene en 1974, y la Faja la pasa Carlos Andrés a Petróleos de Venezuela en 1977<sup>5</sup>.

---

<sup>5</sup> Antes de la nacionalización la lucha por una mayor participación de la ingeniería venezolana en la industria era adelantada principalmente por el Colegio de Ingenieros de Venezuela, a través de la famosa “Comisión de Inscripciones y Autorizaciones”. Recuerdo haber colaborado ocasionalmente con Eduardo Acosta Hermoso y Arévalo Guzmán Reyes en estas pujantes tareas. Del lado de la Creole estaban Petzall y colaboradores. Una vez, recuerdo igualmente en el Congreso de Ingenieros de Maracaibo, por el 73, justamente con motivo del alza de precios del crudo del 16 de octubre, propuse maltusianamente la

“Los antagonismos mas notorios<sup>6</sup> respecto a la disposición de la Faja del Orinoco no necesariamente se dilucidaron siempre en público”. De nuestra parte notemos también que se podrían identificar al menos tres grupos de intereses: 1) el grupo de los gerentes “tecnócratas” de Pdvsa (Coronel, Quintero, et al.); 2) el grupo de líderes políticos asociados al Ministerio (Silva- Calderón, Monsalve-Casado, et al.; 3) Los ejecutivos de los concesionarios (Giacopini, Petzall, Rodríguez Eraso et al.) – todos engarzados por “la apropiación del valor agregado del negocio” bajo distintas consignas, todas para salvar a la patria a su manera, que es lo que hemos llamado “nociones-pantalla”<sup>7</sup>.

“El debate “faja” se prolongó en el tiempo por lo menos una decena de años... Se debatía la forma y manera del desarrollo óptimo, lo que deberían ser el ordenamiento territorial y los objetivos globales...El Congreso Nacional acordó la fiscalización...Contrato a contrato, casi, Lagoven/Bechtel, Lummus/Lagoven, por ejemplo, entraron y salieron los materiales de las discordias...El Colegio de Ingenieros condenó que compañías mixtas actuaran...” (Idem., 121).

## **El trabajo de Petróleos**

“Las diferencias eran demasiado profundas entre los cuadros técnicos y gerenciales de PDVSA y los del Ministerio de Energía y Minas en los enfoques, las interpretaciones, los objetivos y las visiones, o los juicios de valor propios y ajenos, respecto a qué hacer con la Faja, cómo y cuando disponer de ella...” (id., 136).

de la castidad a la concupiscencia, ¿meritocracia vs politización?

“El apetito por la Faja desbordó cualquier expectativa...Cumplidos los trabajos de Petróleos de Venezuela en la Faja y dada la evolución subsiguiente de los eventos, en retrospectiva no parece justificada la amplia extensión del área de evaluación delineada en 1977 hasta envolver a

---

reducción del nivel de producción, y mi ponencia, en una sanción de 1000 ingenieros asistentes logró un solo voto, que por cierto no fue el mío, porque estuve ausente en el momento...

<sup>6</sup> La cita anterior de Coronel expresa bien la animadversión contra los esfuerzos del Ministerio y la CVP...

<sup>7</sup> Llamadas “*notions-écran*” por el Prof. Bye. Véase nuestra “Die Trilogie”, [comala.com](http://comala.com).

Calabozo, pues es evidente que al ser atravesada ...por el Arco de El Baúl ...la mitad del bloque Machete asignado a Corpoven y el tercio oeste del área principal de la producción Zuata se encuentra en una provincia geológica distinta...” (id., 67).

La campaña de exploración se terminó en cuatro años. Está el “experimento de Jobo”. Y otros adelantos. Así se culmina la presentación del campo, y la cuantificación final de sus reservas<sup>8</sup>. El debate termina, se comprobó la riqueza de la Faja. Una provincia extraordinaria, la mayor acumulación de hidrocarburos del mundo. Petróleo crudo extra-pesado (más denso que el agua) y bitumen natural.

El capítulo final, RECONOCER, se refiere a la orimulsión y las asociaciones estratégicas para crudos mejorados, con las siguientes sentencias: “Las predicciones estaban bien fundamentadas en los sueños. Las esperanzas ofrecen el color **de ser otra vez**”<sup>9</sup>...”. Dentro de las *Predicciones, Deseos y Esperanzas*, el mensaje final, son de resaltar dos aspectos básicos:

### **Los cinturones del Orinoco y el Vanadio**

Es interesante, y poco conocido creo, el hecho que existe un cinturón mineral, paralelo a La Faja, al Sur del Orinoco, exactamente enfrente. Además, existe un eslabón que une el cinturón del bitumen con el cinturón del hierro. Es el vanadio. Un nuevo reto, científico y tecnológico, que envuelve, en una sola visión, los cinturones del Orinoco.

### **La Faja y la Política Energética: “la Cina è vicina”**

---

<sup>8</sup> El libro de Martínez dedica una buena parte del contenido sobre la naturaleza y cuantificación de los hidrocarburos: tres cuartos de crudo extrapesado y un cuarto de bitumen natural. La actual PdvsA aparentemente desestima la existencia del bitumen, lo que resulta extraño. Notemos de paso que es aquí la primera vez que se publican las reservas y los recursos de cada hidrocarburo por áreas principales de producción. Añade Martínez (comunicación personal): “para tu conocimiento, justo antes de fin del 2004 publicamos el glosario SPE/WPC/AAPG ratificando la vivencia gloriosa del bitumen natural...”

<sup>9</sup> No compartimos exactamente el espíritu de la repetición del pasado, a menos que se trate dentro del esquema de empresas modelo, sin aberraciones, pero dedicadas sí a funciones energéticas específicas, sin distraerlas con funciones sociales que deberían atenderse independientemente para poder ejercer controles gerenciales adecuados para la medición de la excelencia.

La Faja cobra un enorme valor también considerando la emergencia de China e India, como nuevos grandes consumidores, al abandonar la bicicleta por el vehículo a motor. Habrá que considerar los proyectos para la mejor comercialización del crudo y bitumen, especialmente en cuanto al valor agregado nacional<sup>10</sup>.

La revisión del nivel de producción nacional (y su estructura por valor agregado) es una materia a decidir con la mayor prioridad. Llama la atención que a estas alturas del gobierno todavía no se conoce un Plan Energético Nacional, vista su necesidad para ordenar las metas del crecimiento económico del país.

### **Temas ausentes**

Martínez no hace mayor alusión a la actitud (de rechazo) del gobierno de Chávez hacia la orimulsión, excepto por comentarios someros en la cronología. La **“cuestión del cuestionamiento”** de la orimulsión puede examinarse directamente en otro sitio, a través del artículo *“The value of the extra-heavy crude oil from the Orinoco Belt”* de Bernard Mommer en el *Middle East Economic Survey* (47:11, abril 2004). Véase también, la versión en español *“El mito de la Orimulsión – La valorización del crudo extrapesado de la Faja Petrolífera del Orinoco (I)*, Serie Conciencia Petrolera, Eds. del MEM 2004; y copia de la *“Intervención en la Asamblea Nacional, Comisión de Energía”* del miércoles 16 de junio del 2004, 2 p.m. reproducido en [www.soberanía.info](http://www.soberanía.info).

Las críticas de Mommer se refieren en especial a la escasa participación fiscal, en vista que los niveles iniciales de regalías fueron tan bajos que la remuneración del Estado era mínima. Pero de allí a suspender los contratos de compra-venta, parece una posición demasiado ruda. Este aspecto hubiera podido elaborarse mas extensamente por ARM, aunque es materia mas bien de Ingeniería Económica.

Hay otros temas poco atendidos en el texto, en parte porque no tocan sino tangencialmente los aspectos de La Faja. Nos referimos por ejemplo al tema de la selección óptima entre los niveles de producción vs. niveles de

---

<sup>10</sup> El autor menciona (idem, p. 254) que es nuestra tesis de 1974 (*Bases para una política...*) solo nos referimos escuetamente a estas reservas; la verdad es que para la época no teníamos una visión completa del nuevo potencial ni sus características...

precios (“el rentismo”), la dicotomía que ha enfrentado a los mismos grupos citados en la historia de la Faja (nacionalistas a favor de precios altos y bajo volumen, vs tecnócratas con altos volúmenes y bajos precios — en un momento los llamamos “bolumétricos”), como si tal selección fuera posible y estuviera en las manos del gobierno o de los trazadores de políticas públicas. Como explicación parcial entiendo que muchos de los especialistas de esta “generación dorada” (asociada a la FM musical) y en general muchos ingenieros de la vieja guardia no estaban bien versados o no dominaban completamente las variables económicas asociadas a las herramientas de la planificación, lo que es una falla importante.

Tampoco se pronuncia el autor sobre las perspectivas de las Faja en cuanto a los mercados asiáticos, y la salida de crudos hacia el Pacífico, que son temas a tener en cuenta en la nueva política energética, especialmente después del cuestionamiento de la Orimulsión. Este lamentable incidente en su mercadeo debería revirarse no vaya a ser que un desmedido interés en liquidar un proyecto bandera de la tecnología nacional — con la intención de desprestigiar una gestión— afecte los propios principios e intereses fundamentales del Estado, ajenos a los avatares de la política entre los distintos grupos de intereses.

Nos parece además que hubiera convenido enmarcar mas el desarrollo de la Faja dentro del panorama internacional y nacional que iba sucediendo, como las “reformas estructurales” de los precios, las nacionalizaciones, y otros logros importantes, como tela de fondo solamente.

\*\*\*

En todo caso *este recuento “policíaco e ilustrado”* de Martínez constituye un valioso, entretenido y educativo aporte a la investigación, y al conocimiento de la historia petrolera de Venezuela, sin cuya documentación y comprensión no es posible percibir ni explicar los acontecimientos, y sobre todo para la formación de una base, requerida y necesaria para diseñar y planificar las políticas del futuro para el mejor bienestar de todos.

Todo lo que ha habido ha sido una lucha por apropiarse de los recursos de la nación para el bienestar de los privilegiados del momento, que se han ido turnando en un saqueo cíclico, los privilegiados de ayer sustituidos por los de ahora y al final satisfaciendo la voracidad energética de los nuevos consumidores con los recursos acumulados de la tierra, que hubieran

permanecido incólumnes de no haber sido por estos arrojados saqueadores de las tumbas telúricas, los geólogos pioneros que se adentraron en las soleadas sabanas y lagos con el ímpetu de los conquistadores buscando al Dorado, y lo encontraron; la disputa vino luego en la repartición...

Y que es ahora relatado curiosamente por otro geólogo en una amable y ornamentada germanía, una especie de lunfardo tecnológico, no el que usa la canalla, sino para referirse lúcida y precisamente a una saga que no debe olvidarse, sino divulgarse como ejemplo, para mayor gloria, o si prefieren *ad maiorem gloriam*.

Recomiendo ampliamente este trabajo para su estudio y divulgación universitarios y académicos, y también para aquellos del común interesados en conocer como se bate el crudo en este país.



# LA INGENIERÍA SÍSMICA EN VENEZUELA

## NOTAS PARA SU HISTORIA

*Acad. José Grases  
(Sillón VIII)*

### 1.- INTRODUCCIÓN

En este trabajo se han ordenado algunas notas y noticias dispersas sobre lo que algún día habrá de formar parte de la Historia de la Ingeniería Sísmica en nuestro país. Al igual que en muchas otras regiones de la Tierra ocasionalmente azotadas por sismos, también fue necesario entre nosotros el acicate de un terremoto, aún cuando moderadamente destructor como lo fue el de 1967, para despertar definitivamente el interés en Venezuela por esa nueva especialidad de la Ingeniería. Esta es la razón por la cual en la presente reseña son múltiples las referencias sobre dicho evento.

Complementa un ensayo anterior del mismo autor, escrito con motivo de la magna celebración del Séptimo Aniversario de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad de Carabobo como homenaje a esa ilustre institución (Grases, 1982). Visto con la perspectiva de más de 20 años y tomando en consideración que se trata de una especialidad que se ha desarrollado rápidamente, era necesaria su revisión y actualización en particular por el interés en esta nueva disciplina.

Por tanto será inevitable la referencia a trabajos muy recientes cuya trascendencia en el tiempo no es posible adelantar. Puede considerarse preparatorio de una obra de mayor alcance que planifica nuestra Academia Nacional de Ingeniería y el Hábitat.

Esta contribución consta de tres partes: la primera, tratada en las **Secciones 2, 3 y 4**, muy ligada a la percepción y síntesis de la peligrosidad sísmica, así como al inicio del registro instrumental de los sismos en nuestro país; en la segunda, **Secciones 5, 6 y 7**, se describen aspectos del terremoto del año 1967 y sus repercusiones en la Ingeniería Estructural, y; en las últimas tres **Secciones 8, 9 y 10** se analiza el tema de los cambios de Normas y sus eventuales consecuencias.

Son obligadas las dos advertencias siguientes: (a) por estar intrínsecamente relacionados, resulta inevitable incursionar en el dominio de la sismología y la neotectónica, ya que gracias a sus avances se han logrado decisiones de diseño que actualmente consideramos más confiables; (b) en una compilación reciente sobre la evaluación y mitigación de la amenaza sísmica en el país, con motivo de la conmemoración de los 35 años del sismo de Caracas, se recogieron mas de mil referencias de autoría

esencialmente venezolana . No ha sido fácil renunciar a la cita de la mayoría de ellas.

## **2.- PRIMERAS COMPILACIONES SOBRE SISMOS HISTÓRICOS**

Venezuela ha sufrido los efectos de terremotos desde que se fundaron los primeros asentamientos en el siglo XVI. Una revisión de la documentación relativa a nuestra historia sísmica, revela que a lo largo del período 1530-2004 han ocurrido alrededor de 140 eventos sísmicos, como consecuencia de los cuales poblaciones venezolanas han sufrido diferentes grados de pérdidas humanas y/o materiales: desde daños menores en pequeños poblados resultado de temblores locales, hasta los grandes sismos destructores como el del 26 de marzo de 1812 que afectó severamente ciudades tan distantes como Mérida, Barquisimeto, San Felipe y Caracas. Esa revisión de nuestra historia sísmica revela de una manera fehaciente la necesidad de considerar esta amenaza en áreas de nuestra geografía, en las cuales actualmente se desarrolla buena parte de la vida económica y política del país.

### **2.1.- Compilaciones Anteriores a la Primera Edición de *Estudios Sismológicos de Centeno Graü***

Sobre los movimientos sísmicos que en tiempos históricos han ocasionado algún tipo de daño en diversas regiones del país existe una abundante literatura, aun dispersa, que proviene tanto de narraciones hechas por el testimonio de actores, como de noticias publicadas por terceros, informes oficiales, boletines sismológicos, noticias de prensa local y foránea.

Antes de la primera edición del libro *Estudios Sismológicos* de Centeno Graü, publicado en Caracas el año 1940, se conocen algunos catálogos locales como los de: Rojas (1858; 1879), Ibarra (1862), Febres Cordero (1910; 1929), Soto (1931), Ugüeto (1935). Igualmente se cuenta con reseñas sobre sismos destructores ocurridos en Venezuela, como las de Ernst que se citan más abajo, de Ahrensburg (1901), Sievers (1905), Humboldt (1819; 1925) y otros; así como descripciones de testigos presenciales y observaciones personales, informaciones hemerográficas y relatos de terceros.

En el siglo XIX destaca la prolífica producción de Adolfo Ernst, investigador que puede considerarse con propiedad como uno de nuestros pioneros en los trabajos de campo, pues se interesó y estudió **in situ** el

sismo de los Valles del Tuy sucedido en 1874 (Ernst, 1878a; 1878b; 1891). Sobre el aporte de este naturalista en el dominio de las observaciones sismológicas es obligado consultar a Bruni Celli (1986), quien llevó a cabo una acuciosa tarea de revisión y traducción de la obra escrita por Ernst.

El cotejo sistemático de esas y otras fuentes de información, como lo son trabajos publicados en el extranjero, es una tarea pendiente que puede arrojar resultados promisorios. Es sabido que destacados venezolanos del siglo XIX fueron corresponsales de investigadores europeos interesados en los problemas sismológicos; ese flujo de información permite entender la riqueza documental sobre eventos venezolanos en catálogos publicados fuera de nuestras fronteras: los de Perrey (impresos en Francia y Bélgica entre los años 1843 y 1870), el de Mallet y Mallet (1852-1854) y el de Milne (1911), estos últimos publicados en Inglaterra. A ellos deben agregarse los trabajos de Rockwood editados en revistas de Norteamérica entre 1872 y 1886. En estos, ocasionalmente se describen fenómenos particulares de sismos venezolanos que no siempre figuran en las narraciones más conocidas de autores locales (véase: Grases 1971). Por ejemplo, en el libro sobre predicción de sismos publicados por Rikitake (1976) se cita como caso de perturbaciones premonitorias captadas por los animales, una descripción publicada en Nueva York por Milne (1886, p 303) del episodio según el cual minutos antes del terremoto de Caracas del año 1812, en un establo situado al este de la capital un caballo enloquecido rompió las cercas y escapó hacia la parte alta del valle, hecho éste que fue interpretado como precursor del terremoto principal.

Debe citarse aquí el muy reciente trabajo de Altez (2005) que contiene una revisión exhaustiva e interpretación de la documentación relativa a los efectos del ya citado terremoto de 1812. En esa tesis de Maestría, resultado de muchos años de riguroso trabajo sistemático, el autor ha hecho un valioso aporte que dilucida aspectos largamente debatidos entre los sismólogos venezolanos.

## **2.2.- La Contribución de Centeno Graü**

En 1940, el Dr. Melchor Centeno Graü publica su obra *Estudios Sismológicos* organizando en diez Capítulos el estado de los conocimientos sismológicos para ese momento. El autor acompaña ese texto de una muy completa compilación cronológica de noticias y experiencias personales sobre los terremotos destructores, temblores sentidos y efectos secundarios de eventos que afectaron la geografía venezolana desde 1530 hasta 1939. Sin lugar a dudas es el primer Catálogo de eventos sísmicos a escala

nacional; sirvió de base al Dr. Centeno para señalar las localidades afectadas en tiempos históricos en un mapa político que va inserto en esa edición.

Si alguna observación cabe a esa obra pionera, es la ausencia de una indicación precisa sobre las fuentes de información del catálogo; seguramente su autor utilizó entre otras fuentes, compilaciones locales como las que se anotan en la **Sección 2.1** de esta reseña. En su catálogo, a partir de 1914, Centeno cita el Observatorio Cagigal (O.C.) como fuente de información de la hora local de temblores sentidos en Caracas; a partir de 1933 añade datos sobre duraciones, tan cortas como 2 segundos, lo cual permite suponer que fueron leídas en registros sismográficos. Sobre la interpretación de éstos queda mucho por hacer.

Cuando Centeno fallece en Octubre de 1949, deja inconclusa la segunda edición de su libro. Ésta salió a la luz pública dos años después del terremoto de Caracas del año 1967, gracias al interés y diligencia de su amigo y colega de la Academia de Ciencias, el Dr. Guillermo Zuloaga. Éste se ocupó de la nueva edición de *Estudios Sismológicos* la cual, auspiciada por la Academia como volumen VIII, va precedida de una Nota Introductoria firmada por ese propulsor de la geología moderna de Venezuela que fue el Dr. Zuloaga.

Una comparación somera de las dos ediciones sólo revela cambios de formato: en el contenido de ambas se anuncian los mismos títulos en sus diez Capítulos y anexos. Una comparación más cuidadosa revela que: (i) la fe de erratas que acompañó la edición de 1940 y; (ii) una nota aclaratoria sobre el terremoto de Cumaná de 1929, enviada por el autor al Dr. Francisco J. Duarte, miembro también de la Academia, fueron incorporadas en la segunda edición. También se orienta al lector de esa nueva edición, con algunos subtítulos que seguramente fueron autoría del mismo Centeno.

Sin embargo diferencias en el texto reflejan la acuciosidad del Dr. Centeno. Señalaremos aquí tres de ellas:

- a.- En la primera edición, el Catálogo de sismos venezolanos abarca desde 1530 hasta el 7 de noviembre de 1939, probablemente una fecha cercana a la entrega del original a la imprenta. En el material que organizó el Dr. Zuloaga, el Catálogo se extendió hasta el 13 de Junio de 1949, es decir hasta escasos meses antes de la desaparición física del autor;
- b.- De los diez Capítulos, es en el séptimo donde Centeno revela su especial interés por encontrar posibles secuencias temporales en diferentes áreas sísmicas del país; lo que él denominó la: '*Ley de Coincidencias Sísmicas*'. Ese Capítulo está enriquecido en la segunda

edición con la Tabla N° 0, que precede la Tabla N° 1, en la cual se recogen eventos sísmicos posteriores a 1939 y con una más extensa discusión sobre las ‘coincidencias’ encontradas con la información hasta el año 1949;

- c.- Como se indicó, la primera edición de *Estudios Sismológicos* lleva inserto un mapa, en dos hojas, con las áreas y localidades afectadas por sismos sentidos, ruinosos y destructores. De su comparación con el contenido del Catálogo que acompaña esa primera edición, pareciera que el autor no hubiese acabado de verter en ese mapa toda la información que poseía.

Sin duda continuó su trabajo en la década que sigue a la primera edición, pues en el mapa que se reproduce en la versión post-mortem, las áreas de mayor peligrosidad sísmica del país son sustancialmente más extensas.

Estos aportes al mejor conocimiento de los sismos venezolanos y a su peligrosidad, de los cuales probablemente el Dr. Zuloaga tenía conocimiento, son accesibles hoy en día gracias a la iniciativa de este colega del Dr. Centeno. En fecha más reciente y como homenaje póstumo de la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales, y de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Central de Venezuela, de la cual fue Decano el Dr. Centeno, su Catálogo fue revisado, actualizado y referenciado (Grases et al, 1999); la primera edición fue bautizada en octubre de 1999 como Vol. XXXVII de la Academia, a pocos días del cincuentenario de la muerte del pionero de la Sismología en Venezuela.

### **2.3.- Precauciones**

Información descriptiva como la anotada más arriba debe ser usada con extrema cautela, especialmente en los eventos más antiguos, pues la interpretación de descripciones imprecisas no siempre es inmediata; el descubrimiento de nuevas evidencias documentales puede facilitar una mejor comprensión del hecho. Tal es el caso de la bien conocida narrativa en verso de Juan de Castellanos sobre importantes daños en la Isla de Cubagua a mediados del siglo XVI, que fue interpretada durante muchos años como un «terremoto desastroso»; nuevas evidencias documentales dejan escaso margen de duda de que, en realidad, se trató de un huracán con lo cual quedó confirmada la sospecha adelantada por Montessus de Ballore en 1915.

Cuidado especial debe guardarse igualmente con narraciones de segunda mano. Viene al caso citar la supuesta destrucción de Caracas, enriquecida con descripciones detalladas sobre el número de víctimas, construcciones dañadas, etc. dada por el Dr. Rockwood en el *Journal of Science* de 1883 como consecuencia del terremoto destructor que afectó Panamá y Colombia el 7 de septiembre de 1882; esto no se ajustó a la realidad ya que la información anterior fue negada por el naturalista Ernst, a la sazón radicado en Caracas, en carta publicada en la siguiente aparición de la misma revista. Otras inexactitudes que no vienen al caso, pueden distorsionar las evidencias disponibles de un fenómeno donde las mismas generalmente son muy escasas.

### **3.- PRIMERAS NORMAS Y MAPAS DE ZONIFICACIÓN SÍSMICA**

#### **3.1 Primer Mapa de Zonificación Sísmica del País**

El mapa que sobre la sismicidad a nivel mundial publicaron Mallet padre e hijo (Mallet and Mallet, 1852-1854), pioneros indiscutibles en la labor de cartografiar las zonas sísmicas del planeta, tiene limitaciones si su contenido se pretende reconstruir en un área limitada a unas pocas centenas de miles de km<sup>2</sup>. En particular por el hecho de que la versión publicada está a una escala del orden de 1:250x10<sup>6</sup>, con lo cual se pierde todo detalle; aún así, se logran distinguir las principales áreas epicentrales a lo largo de Venezuela.

Fue en 1898 cuando Montessus de Ballore publicó en México, el mapa que puede considerarse como el primero donde se establece una zonificación sísmica de Venezuela. En este mapa, desconocido hasta hace pocos años entre nosotros, las regiones de Cumaná y Caracas se identificaron como las de mayor peligrosidad sísmica en lo que hoy es Venezuela.

#### **3.2 Normas Sísmicas: 1939, 1947 y 1955**

A inicios del siglo XX el MOP ya contaba con la Sala de Cálculo para Edificaciones. Se menciona como primer edificio de concreto armado de más de dos plantas, el del Archivo Nacional (de Veroes a Carmelitas) cuya construcción se inició en 1912. Para 1938 los profesionales del MOP elaboraron el *Proyecto de Normas para la Construcción de Edificios*; revisado, aumentado y corregido se publica en 1945 bajo el título: *Normas para la Construcción de Edificios*. Debe citarse aquí que en 1939 el MOP publicó unas *Normas para el Cálculo de Edificios* que en su Capítulo 2, Art.

7, N° 31, establece lo siguiente: «*Es necesario estudiar la estabilidad de las edificaciones contra los movimientos sísmicos, debiéndose comprobar dicha estabilidad en aquellos edificios de más de tres pisos en todo el país y, en particular para las regiones montañosas de los Andes y la Costa, se hará en todos los casos*». Estos lineamientos eran similares a los del Uniform Building Code de California, vigente para aquel entonces.

La preocupación e interés por el problema sísmico existía entre los profesionales de la época. Cabe anotar aquí los trabajos de Aguerrevere P. (1925), Aguerrevere S. (1932; 1944), Stolk (1932), Vizcarrondo (1934) y el ya citado libro de Centeno cuya primera edición es del año 1940; en su Capítulo IX, titulado: *Construcciones y sus Fundaciones en Pisos Apropriados*, el autor da recomendaciones para ‘*la construcción de edificios y casas en los lugares acosados por terremotos...*’. Años después se publican en Venezuela otros trabajos sobre construcciones antisísmicas: Ferulano (1947), Kulik (1947), así como criterios prácticos de la época dados a conocer en 1947 y reproducidos posteriormente por Wallis (1967).

Hasta bien entrada la década de los años 40, lo establecido en el Capítulo 2 de la norma del MOP de 1939, referente al estudio de la estabilidad de las edificaciones contra los movimientos sísmicos tiene muy poca aplicación, por ser las construcciones en su mayoría de baja altura (véase: Comisión Presidencial, 1978).

Por resolución N° 2, del 23 de Agosto de 1947, el Ministerio de Obras Públicas declara oficial las: «*Normas para el Cálculo de Edificios*» (MOP, 1947); estas se promulgan por disposición de la Junta Revolucionaria de Gobierno, como: «... *la práctica usual del Ministerio*». Es en este documento donde se establece la acción de los movimientos sísmicos, con un nuevo mapa de zonificación sísmica del país. (Figura 1)

Las Ingenierías Municipales del Distrito Federal y del Distrito Sucre (Edo. Miranda), acogieron las normas del MOP de los años 1939 y los cambios de 1947. En un proyecto de Ordenanza del Distrito Federal del año 1947, se reglamentan los tipos de edificaciones a los cuales deben aplicarse cálculos antisísmicos, considerándose imprescindible en: (i) los edificios destinados a reuniones públicas; (ii) edificaciones de más de cuatro plantas, y; (iii) aquellas edificaciones con una altura menor de 13 m, cuando la relación de la altura a su ancho fuese mayor que 4.

En las normas de 1947, las fuerzas horizontales a considerar en el diseño eran calculadas de acuerdo con la fórmula:

$$F = C \times Q \quad (3.1)$$

donde: Q representa la carga muerta más la mitad de la carga viva y el factor C toma un valor constante para todos los niveles, variando sólo con el tipo de estructura y las condiciones del subsuelo. A la zona de Caracas correspondía el valor  $C=0.05$ , el cual podría reducirse en un 50% cuando la capacidad portante del suelo excedía  $2 \text{ kgf/cm}^2$ . Debe destacarse aquí el cálculo de las estructuras del Hospital Clínico y otros edificios de la Escuela de Medicina de la Ciudad Universitaria de Caracas, proyecto éste realizado en 1945; las sobrecargas y deformaciones debidas a sismos fueron de cuidadosa consideración en la correspondiente memoria (Pardo Stolk, 1963). Con base en las experiencias conocidas para ese momento, las citadas estructuras fueron diseñadas para una fuerza cortante basal igual a 0.10 del peso de la estructura, coeficiente exigido en las áreas de máxima peligrosidad; es decir, las del oriente del país

Probablemente como consecuencia de los efectos del terremoto de El Tocuyo de 1950, la Dirección de Obras Municipales (DOM) del Distrito Federal designa en 1952 una Comisión que elabora un proyecto de Normas Antisísmicas, cuyo cumplimiento es exigido antes de tener carácter oficial (Comisión Presidencial, 1978). Ese mismo año, en Noviembre, el MOP nombra una Comisión ad-hoc a la cual se incorporan miembros de la DOM, que elabora: « *...la Norma MOP de 1955...*», aún cuando es publicada y puesta en vigencia en Diciembre de 1959 (MOP, 1959); constituye el Artículo 7 de la Parte II, Cargas y Sobrecargas, de ese documento. Los efectos del sismo en edificaciones se siguen tratando como fuerzas estáticas horizontales y su cálculo depende ahora de un factor C, que varía con el número de niveles (N) contados por encima del nivel considerado, a partir de la formula:

$$C = 0.3/N + 4.5 \quad (3.2)$$

Salvo para el caso de almacenes y depósitos, en el valor de Q a emplear en la fórmula (3.1) se excluye ahora la carga viva. Debido a ciertas dudas en la interpretación del texto, esta Norma fue aplicada en dos formas distintas, dando lugar a valores de corte basal cuya diferencia era tanto mayor cuanto mayor fuese el número de pisos, alcanzándose valores excesivamente bajos de C para edificios con más de 9 a 10 plantas. Las normas de Cálculo no exigían diseño antisísmico para alturas menores de 5 pisos; para edificios de mayor altura, era frecuente el empleo del llamado ‘método de análisis de la estructura equivalente’, procedimiento debido al Profesor Blas Lamberti (1954).



### 3.3.- Una Recomendación Ignorada

A fines de los años cuarenta e inicios de los años 50, los ingenieros Californianos habían modificado sus normas para el diseño sismorresistente. Se incorporaban las propiedades dinámicas de las estructuras, así como el novedoso concepto de espectro de respuesta. Esto representó un progreso en la Ingeniería Sísmica del momento, especialmente en lo referente al análisis y diseño de edificios de varios niveles.

Tal importancia fue reconocida por algunos ingenieros del país, entre los cuales destacan los Ingenieros Julián De La Rosa y Oscar Urreiztieta. Ellos comprendieron la trascendencia de este nuevo enfoque y propusieron, en trabajo publicado en la Revista del Colegio de Ingenieros de Venezuela (De La Rosa y Urreiztieta, 1953), un cambio de Norma precisamente en una época de rápido crecimiento donde las edificaciones de Caracas alcanzaron los 30 niveles para 1967. Esta propuesta, que acompañaba un documento de mayor extensión para el diseño y detallado en concreto armado, fue analizada por distinguidos ingenieros del momento y no fue atendida: dos años después, como quedó dicho mas arriba, se aprobaba la nueva Norma del MOP siguiendo el viejo esquema de coeficientes sísmicos decrecientes con el número de niveles. El análisis del desempeño de las edificaciones de Caracas y Caraballeda con posterioridad al terremoto de 1967, confirmó el acierto de aquella propuesta publicada en la revista del CIV 14 años antes del sismo.

### 3.4.- La Norma Provisional de 1967

Inmediatamente después del sismo de 1967, la Comisión de Normas del Ministerio de Obras Públicas (MOP) elabora la *Norma Provisional para Construcciones Antisísmicas* (MOP, 1967); esta es publicada por la Dirección de Edificios del MOP en Noviembre del mismo año. La introducción de ese nuevo documento está firmada por: Ing. J. Sanabria (Asesor Técnico y Presidente de la Comisión); Ing. J. Bergeret de Cock (Jefe de la Sección de Estructuras de la Dirección de Edificios, MOP, Secretario de la Comisión); Ing. L. E. Hurtado Vélez, E. Gómez Escobar, N. Colmenares, G. Bourgeot L., Arq. R. Henríquez; Ing. Consultores P. Lustgarten, V. Sardi y P. Tortosa. Como se indica en la **Sección 4.5** de esta reseña, el nuevo mapa de zonificación que acompaña ese documento fue elaborado por el Dr. Fiedler.

Además del MOP, los organismos Municipales exigieron la aplicación de esa nueva Norma en los proyectos y construcciones presentados por particulares (véase el Apéndice B de: Comisión Presidencial, 1978).

#### **4.- LA CONTRIBUCIÓN DE GÜNTHER FIEDLER**

Interesa señalar aquí que el Observatorio Cagigal tiene sus inicios en septiembre de 1888. Paralelamente a las observaciones astronómicas y meteorológicas, en esa institución se guardaban anotaciones sobre los movimientos sísmicos sentidos en el área de Caracas. En 1931 el Cagigal obtiene un sismógrafo Wiechert que, sin estar debidamente calibrado, registra esporádicamente sismogramas.

El Profesor Henry Salas llevó a cabo una cuidadosa recopilación de la información sismológica que reposaba en esa institución entre 1891 y 1953. Salvo descripciones de sismos sentidos, o señales con horas de arribo de ondas no identificadas, el aporte del Observatorio a la sismología venezolana durante esos primeros 62 años es muy limitado (Salas, 1981).

##### **4.1.- El Boletín Sismológico del Observatorio Cagigal**

Las primeras interpretaciones de registros sismográficos se realizan en el Instituto después de la incorporación del Dr. Günther Fiedler y es a partir de Febrero de 1959 cuando comienza a aparecer de manera sistemática el Boletín Sismológico del Observatorio Cagigal. Además de la estación Cagigal (CAR), ya para 1969 se incluyen datos de las estaciones Cumaná (Sucre) (CUM) y Lagunillas (Zulia) (LGN); desde 1971 se añaden Mérida (UAV) y a partir de 1975, Santo Domingo (SDV) (Mérida) y El Tocuyo (Lara) (TOV); poco después se incluye la estación Guri (EUV) y otras ubicadas en el área de la represa del mismo nombre sobre el río Caroní (EDELCA, 1987 -)

Mientras el Dr. Fiedler estuvo al frente de esta responsabilidad, y gracias a su disciplina, el Boletín mantuvo rigurosa aparición mensual. En adición a la información instrumental, en éstos también se dejó constancia de datos macrosísmicos de mucha utilidad.

##### **4.2.- Registros en el Campo**

Quien suscribe acompañó al Dr. Fiedler en un trabajo de campo para determinar las propiedades dinámicas de edificaciones con estructuras de muros en la Urbanización Casalta. Instalada la red de sensores, Fiedler

observaba con suma atención el leve oscilar de la aguja del registrador, con lo cual logró adelantar una primera aproximación sobre el período del primer modo de vibración del edificio.

Con ese dato, todos los presentes procedimos a excitar ese primer modo ‘empujando’, con la cadencia adecuada, uno de los muros centrales; de esa forma se logró una marcada amplificación de la señal con el período estimado por Fiedler. La alegría y excitación de éste fue manifiesta, invitándonos a repetir el ejercicio con esa y otras cadencias más rápidas para detectar un segundo modo que no se logró registrar. Sirva esta anécdota para describir una de las características de la personalidad de Fiedler.

En Agosto de 1975, el Dr. Fiedler se encontraba en las cercanías de la represa de Guri estudiando los patrones de atenuación de ondas; para ello empleó como fuente de excitación el impacto del caudal del aliviadero del orden de unos 4000 m<sup>3</sup>/seg. Su interés estaba centrado en establecer el umbral de la magnitud  $m_b$ , dada una cierta distancia epicentral, para que la población llegase a percibir eventos con un grado de Intensidad III. El día 23 de Agosto de ese año, Fiedler logra un excelente registro de un temblor con fuente local; sismólogos de ese momento lo consideraron como el primer registro instrumental de un sismo inducido por el embalse de Guri. Este fue reproducido en el *Boletín Técnico IMME*, XV (57-58): 25-36, año 1977.

### **4.3.- Sismicidad Histórica**

Pocos años después de su arribo al país y con ocasión del III Congreso Geológico Venezolano celebrado en Caracas en 1959, Fiedler presentó tres contribuciones publicadas en el Tomo IV de las memorias de ese congreso, las cuales aparecieron en 1961, año Centenario del Colegio de Ingenieros de Venezuela. Estas son: (1) *Áreas afectadas por terremotos en Venezuela* (páginas 1791-1810); (2) *Mapa de relieve sísmico de Venezuela* (páginas 1811-1814); (3) *El gran terremoto de El Tocuyo del 3 de Agosto de 1950 y el fenómeno mecánico en el foco* (páginas 1787-1790); todas fueron aportes novedosos en nuestro medio.

Las dos primeras revelan un singular conocimiento e interés por nuestra historia sísmica, así como originalidad de su autor al sintetizar en mapas de isosistas descripciones sobre los grandes sismos que afectaron nuestro territorio. Estudió así, los sismos de 1766, 1812, 1853, 1875, 1894, 1900, 1929, 1950 y 1957; sobre éstos y otros muchos, adelantó los resultados de estudios que había hecho para ese momento con relación a: magnitudes, áreas epicentrales, energía liberada, etc. Su comprensible falta

de familiarización con los sistemas constructivos predominantes en el interior del país, hizo que en algunos casos sobrestimase las asignaciones de intensidad en la escala MCS que empleó, cosa que, sin restar mérito alguno a su aporte, él mismo admitió años más tarde. Estas contribuciones y otras posteriores son reconocidas por propios y extraños como trabajos pioneros en la sismología venezolana.

Con anterioridad a esa investigación sistemática de Fiedler, solo tenemos conocimiento de dos sismos venezolanos sintetizados en mapas de isosistas: (i) el del Dr. Centeno Graü, testigo presencial de los efectos del terremoto de 1900 en Barcelona (Centeno, 1900), quien elaboró un mapa muy probablemente sin tener conocimiento del publicado por Sievers en Bonn el año 1905, con área epicentral relativamente cercana, y; (ii) el *Mapa isosísmico del terremoto de El Tocuyo (3 de Agosto de 1950)*, elaborado por el Profesor J. Mas Vall, el cual fue un anexo del informe elaborado por la Comisión enviada al campo por el entonces Instituto Nacional de Minería y Geología del Ministerio de Fomento, constituida además por: L. Ponte, A. Schwartz, L. Miranda y C. Ponte.

Años después el suscrito supo que el Dr. Fiedler era persona experimentada en la evaluación de sismos pasados pues, antes de venir a Venezuela por invitación de Don Eduardo Röhl, había presentado su trabajo de grado en la Technische Hochschule de Stuttgart sobre la sismicidad del suroeste de Alemania entre 1800 y 1950 (*Die Erdbebenstätigkeit in Südwestdeutschland in den Jahren 1800 bis 1950*, Stuttgart 1954). De modo que las contribuciones del año 1959 encaminadas a sintetizar la historia sísmica de Venezuela, hechas por una persona con experiencia, sin duda formaron parte del sustento del mapa de zonificación sísmica del país que sustituyó al de la Norma de 1955.

#### **4.4.- Prevención Sísmica**

También se debe señalar entre las primeras contribuciones de Fiedler, su participación en el Primer Simposio Nacional sobre Calamidades Públicas celebrado en la Universidad Central de Venezuela el año 1962. El contenido de su ponencia, titulada: *Resultados de Estudios Sísmicos en Venezuela y Precauciones Preventivas*, constituye un llamado de atención a la Sociedad sobre las acciones a tomar en caso de inevitables sismos que él consideraba relativamente cercanos en el tiempo; no tenemos conocimiento de trabajos de esa naturaleza publicados en nuestro país, hasta ese momento. Cinco años después quedó demostrado el acierto de esa advertencia.

#### 4.5.- Zonificación Sísmica

La primera zonificación sísmica de Venezuela que conocemos del Dr. Fiedler, muy probablemente fue precipitada por el terremoto de 1967. Hasta donde sabemos, solo tenía en sus manos la edición de 1940 del libro del Dr. Centeno, así como otras obras con descripciones de sismos venezolanos que le facilitaron el conocimiento de la historia sísmica del país, demostrado en sus primeros trabajos citados mas arriba.

Ese conocimiento macrosísmico fue complementado en dos áreas fundamentales: (a) los ‘focos activos’ como los denominaba Fiedler, de eventos registrados en el Observatorio Cagigal y analizados por él, y; (b) los lineamientos de tectónica activa conocidos para ese momento. De modo que el mapa de zonificación sísmica del país que acompañaba el ya obsoleto capítulo sobre Cargas Sísmicas de las viejas Normas de Cálculo del MOP, año 1955, fue sustituido inmediatamente después del sismo por el que le solicitó al Dr. Fiedler la Comisión que redactó la Norma Provisional del MOP del año 1967. Ese mapa mantuvo su vigencia hasta 1982 y fue novedoso en su momento por las razones anotadas mas arriba; es decir, además de tomar en cuenta la sismicidad histórica y corregir omisiones repetidas en todos los mapas anteriores que empleó la Ingeniería Venezolana, fue el primero en incorporar un sustento sismotectónico, incipiente si se quiere, pero señalando la correcta dirección de trabajos que habrían de seguir en el país años después. El trabajo final de Fiedler sobre el mapa de zonificación de Venezuela extendido hasta 1975, se publicó por vez primera diez años después del terremoto (Fiedler y Rivero, 1977).

#### 4.6.- Pronósticos

En su contribución al citado Simposio Nacional sobre Calamidades Públicas de 1962, Fiedler adelantó que, analizada la historia sísmica conocida de la región de Caracas, cabía esperar sismos intensos con: “...*una periodicidad de  $60 \pm 9.5$  años*”; dado que el último sismo destructor sufrido por la capital había sucedido en Octubre de 1900, parecía prudente revisar las medidas preventivas. Este pronóstico, escrito 5 años antes del terremoto de 1967, lo destacó en la Introducción del artículo que sobre ese sismo se publicó en el Boletín IMME (Fiedler, 1968).

En la última Sección de dicho artículo, el autor comienza por advertir que sus evaluaciones no deben ser vistas como una predicción. Después de cuantificar las tasas de liberación de la energía sísmica en tiempos históricos en la región de Caracas incluido el sismo de 1967, Sección 2.4 de su trabajo,

concluye que: (a) si no ocurren sismos “...durante los próximos años...”, para 2030 se esperaría un sismo “...similar al de 1900 ó 1967...”; (b) si hubiese actividad regional, “...para 2010 aproximadamente corresponde un evento magnitud 7.7 en escala Richter”. No podía faltar en ese análisis la influencia que tiene la interpretación del terremoto de 1812; sí, dice Fiedler refiriéndose a ese evento: “...la descarga de energía no fue completa, ... ya entre 1970 y 1980 existe la posibilidad de un terremoto”.

## **5.- EL TERREMOTO DE JULIO DE 1967**

### **5.1.- Evaluación Sismológica**

El estudio sismológico publicado por Fiedler (1968) comienza con una muy detallada evaluación de la sismicidad de la región centro-norte del país, en la cual se incluye el análisis de la información conocida entre 1641 y 1964, separando los eventos principales de aquellos que consideró como réplicas. Los mapas de isosistas que presenta sobre los terremotos destructores de 1812, 1878, 1900 y 1967 constituyen sus interpretaciones como sismólogo.

Dedica especial atención a las determinaciones de epicentro, magnitud Richter y profundidad focal del sismo de Julio de 1967 hechas por otras instituciones con base en registros telesísmicos; en cada caso presenta sus objeciones y expone sus propios resultados. Por ejemplo, el problema de la determinación del foco del sismo de Julio de 1967 ameritaba revisión, pues cálculos publicados fuera del país revelaban fuertes discrepancias: 10 Km según el USGS, 40 Km según la estación Pasadena, hasta 101 Km según la red de sismógrafos controlada desde Trinidad. Fiedler aborda este problema aplicando procedimientos basados en información macrosísmica y estimó la profundidad focal en  $28 \pm 3$  Km.

Para la fecha del sismo de 1967 no se obtuvieron registros acelerográficos ni sismográficos: los sismógrafos del sistema WWSN (Vela) solo registraron parcialmente el sismo y los registros del sismógrafo Wiechert, se perdieron. El único registro obtenido fue el de un sismoscopio, construido por Fiedler años antes de 1967, consistente en un casquete esférico de vidrio, fijo a la base de un sismógrafo fundado sobre esquisto rocoso. Sobre el vidrio ahumado y en la parte inferior de su superficie cóncava, reposaba una esfera metálica de unos 11 mm de diámetro y 5.5 gramos de peso, libre de desplazarse en cualquier dirección como un péndulo. Experimentalmente determinó el período fundamental del sistema,

el cual resultó ser igual a 0.7 segundos; su amortiguamiento referido al crítico, alcanzó 2.9%.

Con base en los trazos dejados por las oscilaciones de la esfera sobre la superficie ahumada de ese casquete esférico, Fiedler concluyó que las aceleraciones máximas en roca fueron inferiores a 0.1g, concordante con la apreciación de que el grado de intensidad MSK en las áreas de la capital donde aflora la superficie rocosa, aún cuando meteorizada, no había excedido el grado 7. Advierte no obstante, que en zonas urbanizadas sobre terrenos con espesores importantes de aluviones recientes, las características del movimiento del terreno seguramente sufrieron modificaciones desfavorables para edificaciones con períodos fundamentales en exceso de un segundo aproximadamente; esto, anota Fiedler, explicaría las concentraciones de daños en edificios altos en diferentes partes de la ciudad, lo cual ilustró en un mapa que guarda vigencia.

En el instante del sismo, la ‘Compañía Venezolana de Discos, C.A.’ se encontraba grabando un aguinaldo folklórico en el cual quedó registrado: “...*el sonido espantoso que acompañó las vibraciones del suelo durante el terremoto*”. De su análisis, Fiedler concluye que: “*La suposición de 2 sismos casi simultáneos, el primero con distancia a Caracas de 70 Km,  $M \sim 5.7$ , y el segundo con distancia a Caracas de 30 Km,  $M = 6.3$ , explicaría las grandes dispersiones en las determinaciones del epicentro y, más todavía, de las magnitudes obtenidas dentro de la red sismológica mundial.*”

Esta hipótesis ha sido objeto de múltiples estudios posteriores, que no es el momento de revisar (véase por ejemplo: Rial, 1978). La comunidad científica reconoce que este mecanismo, confirmado más recientemente con la reevaluación de registros telesísmicos del sismo de 1967 empleando algoritmos desarrollados con posterioridad (Suárez y Nábèlek, 1990), es original del Dr. Fiedler quien la fundamentó: en el análisis del “...*sonido espantoso...*” que quedó registrado conjuntamente con la canción de un aguinaldo.

## **5.2.- Influencia en la Ingeniería Estructural**

El terremoto de Caracas ocurre exactamente 10 años después del terremoto que sacudió ciudad de México el 28 de Julio de 1957. Este sismo, con foco en Guerrero a 300 Km de distancia de la capital mexicana y magnitud 7.8, ocasionó daños en edificios altos de la capital azteca como consecuencia de fenómenos de amplificación en un área limitada de la ciudad y tuvo implicaciones importantes en la Ingeniería Sísmica (Rosenblueth et al, 1958).

En la década siguiente, suceden eventos sísmicos en casi todos los continentes que dejaron variadas lecciones; sobre todo, sembraron inquietudes en el mundo profesional. En la Tabla 5.1 se da un breve resumen sobre 18 sismos sucedidos en esos 10 años, que trascienden en la Ingeniería Civil.

De modo que los profesionales especializados en el proyecto de edificaciones de concreto armado y de acero, recibieron con mucho interés las noticias sobre el desempeño de los edificios altos en Caracas y Caraballeda; algunos de estos alcanzaron el estado de ruina o daños estructurales severos, a diferencia de otros que sobrevivieron sin mayores consecuencias, aún cuando todos podían ser considerados como diseñados y construidos con normas similares. Esto explica que en las semanas subsiguientes al sismo, Caracas fue ‘invadida’ por Ingenieros e Investigadores de todos los continentes, ávidos de información sobre el sismo y sus efectos. Los informes conocidos y los trabajos publicados, fueron objeto de atención por parte de los ingenieros del país.

### **5.3.- Contribución de las Universidades**

De una u otra forma, los docentes e investigadores de nuestras Facultades de Ingeniería, especialmente los de la UCV, se vieron rápidamente involucrados en el estudio de los efectos del terremoto del 29 de Julio: se ensayaron muestras de los elementos estructurales de los edificios derrumbados, se organizaron y ejecutaron mediciones de propiedades dinámicas de edificios, la Comisión Presidencial para el Estudio del Sismo solicitó el análisis del problema de la tabiquería lo cual dio origen a los primeros ensayos sobre este material, etc.

El citado terremoto y sus efectos en las edificaciones influyeron en las inquietudes de muchos de nosotros. Por un lado nos dimos cuenta de la importancia del fenómeno como amenaza natural y, por otro, de la poca atención que en el ámbito universitario se había prestado al problema; algo comparable a lo que sucedió en el dominio de la hidrología, con los deslaves del estado Vargas en Diciembre de 1999.



**TABLA 5.1**  
**EVENTOS SÍSMICOS SUCEDIDOS ENTRE**  
**EL 28 DE JULIO DE 1957 Y EL 29 DE JULIO DE 1967**

FECHA	ZONA EPICENTRAL	MAGNITUD	BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS EFECTOS
1957-07-28	Guerrero, México	7.8	Daños en edificios altos en Ciudad de México, situada a 300 Km del epicentro. 68 víctimas
1957-12-04	Gobi-Altai, Mongolia	8.6	1200 víctimas
1957-12-13	Kurdistán, Asia	7.3	2000 víctimas
1959-08-17	Montana, USA	7.7	Represamiento del río Madison en Hebgen lake. 28 víctimas
1960-02-29	Agadir, Marruecos	5.7	12000 víctimas, de un total de 36000 habitantes de esa ciudad
1960-04-24	Lar, Irán	5.8	1000 víctimas / ¿1961-06-11?/
1960-05-21	Costa Sur de Chile	9.6	Mayor sismo del siglo XX. 1000 Km de rotura a lo largo de la costa chilena. El subsiguiente maremoto se extendió por todo el Pacífico. 6 a 10 mil víctimas incluidas las de Japón y Hawai.
1962-09-01	Buyin - Zara, Irán	7.4	12200 víctimas
1963-07-26	Skopje, Yugoslavia	6.0	Edificios altos dañados. 1000 víctimas
1964-03-28	Anchorage, USA	8.6	Grandes deslizamientos. Maremoto destructor. 131 víctimas
1964-06-16	Niigata, Japón	7.5	Volcamiento de edificaciones de 4 a 5 plantas, hasta de 80° fuera de la vertical. Licuefacción generalizada. Maremoto. 26 víctimas
1965-03-28	Valparaíso, Chile	7.5	600 víctimas
1965-05-03	San Salvador, El Salvador	6.3	110 víctimas y 30 mil sin vivienda
1966-03-20	Toro, Uganda	6.7	150 víctimas y fallamiento superficial hasta de 1.2 metros. La réplica de Mayo causó 90 víctimas
1966-08-19	Varto - Ustukran, Turquía	6.9	2600 víctimas y 100 mil sin vivienda
1966-10-17	Costa Central, Perú	7.5	Maremoto en el Pacífico. 100 víctimas
1967-07-22	Mudurnú, Turquía	7.1	Desplazamientos hasta de 1.9 metros en la falla de Anatolia. 86 víctimas
1967-07-29	Caracas, Venezuela	6.3	Ruina de edificaciones de varios niveles. Alrededor de 300 víctimas

#### **5.4.- Lecciones**

Escapa al alcance de esta reseña una descripción sobre los efectos del sismo de Caracas; sobre el tema hay una abundante literatura en buena medida listada por Ugas et al. (1983). Su revisión dio pie a un libro encomendado por FUNVISIS al Profesor Celso Tulio Ugas Fermín y a quien suscribe, en 1982, el cual no se llegó a publicar por el lamentable fallecimiento del Prof. Ugas; los originales aún reposan en esa institución.

Cabe aquí destacar lecciones aprendidas que han trascendido en el tiempo, algunas de las cuales han quedado incorporadas en las Normas:

- a) El sismo dejó evidencias de que los depósitos aluviales o coluviales pueden modificar sustancialmente las características del movimiento del terreno;
- b) Los elementos denominados ‘no estructurales’ (tabiques y paredes de fachada) pueden interactuar con la estructura portante, modificando en forma apreciable la respuesta predicha sin su consideración;
- c) La buena calidad y resistencia de los materiales puede quedar opacada si los detalles del refuerzo no satisfacen ciertas características en las zonas críticas de estructuras de concreto reforzado;
- d) Irregularidades en la resistencia o rigidez, pueden conducir a respuestas de tipo catastrófico;
- e) Suelos inestables o potencialmente licuables, pueden perder su equilibrio o capacidad portante, aún si se encuentran a 100 Km o más de la zona epicentral.

#### **6.- POSTGRADO EN INGENIERÍA SISMORRESISTENTE**

A finales de 1971 se comenzó a organizar en la Facultad de Ingeniería de la UCV, un curso de Ingeniería Sísmica a nivel de Maestría. Esta iniciativa se vio favorecida por la designación de esa Facultad como centro de excelencia por la Organización de los Estados Americanos (OEA) a partir de 1972.

Aprobados por parte de la Comisión de Postgrado del Rectorado los programas de las diferentes materias, así como el Profesorado propuesto, en Septiembre de 1973 se inició el dictado del Primer Curso Multinacional de

Ingeniería Sísmica. Ese primer año participaron docentes venezolanos e invitados del extranjero, y cursantes de: Venezuela, República Dominicana, Perú y Colombia. En su mayoría, estos profesionales de la Ingeniería fueron becados por OEA; en cursos posteriores, además de esta organización también asistieron colegas con apoyo financiero de UNESCO y de universidades venezolanas o foráneas.

Con el tiempo este curso se ha beneficiado de otras iniciativas en el área de la Ingeniería Estructural; actualmente se pueden extender los estudios hasta alcanzar el nivel académico de doctorado.

Al Instituto de Materiales y Modelos Estructurales (IMME) de la Facultad de Ingeniería, UCV, se le reconoce haber sido líder en las iniciativas encaminadas a formar gente y conocer mejor tan interesante especialidad; se puede decir que ese esfuerzo sostenido se ha extendido a lo largo de las últimas tres décadas (López y Genatios, 1994).

En el nacimiento de la Maestría hubo un hecho fortuito que resultó muy favorable. Corrían los últimos días del mes de Julio de 1972, a cinco años del sismo de Caracas, y nos encontrábamos reunidos en la Dirección del IMME con el Dr. Antonio Quesada, representante del programa de Ciencias de la Tierra de OEA. Ante el limitado entusiasmo que despertaba la iniciativa de fundar la Maestría, dijo Quesada: *«Aquí haría falta un nuevo temblor para que la gente se acuerde...»*. No había pasado una hora de esa frase, cuando sentimos un fuerte temblor, bautizado después como de La Tortuga por su ubicación epicentral y el cual fue estudiado posteriormente por Arcia (1975). Efectivamente, como lo supuso Quesada, este argumento fue convincente para lograr la aprobación por parte de la Comisión de Postgrado de ese momento; un año después se iniciaba la Maestría en nuestra Facultad con el apoyo de OEA.

## **7.- CREACIÓN DE FUNVISIS**

Con posterioridad al sismo de 1967 y a la evaluación inmediata por parte de la comunidad de Ingenieros de las edificaciones más afectadas, se creó la Comisión Presidencial para el Estudio del Sismo y la Oficina Técnica Especial del Sismo (OTES). La primera presentó, en 1968, una detallada descripción de los daños ocasionados por el sismo en edificaciones de la capital y del litoral central; sus resultados y primeras evaluaciones, constituyeron una de las ponencias centrales sobre este sismo en el IV Congreso Mundial de Ingeniería Sísmica, celebrado en Santiago de Chile el año 1969 (Comisión Presidencial, 1969). Luego, y bajo el auspicio de esta nueva Fundación, se publicó el Informe Final en 2 volúmenes (Comisión

Presidencial, 1978). La OTES se encargó de atender los problemas técnicos de reparación y reforzamiento de edificios dañados por el temblor; desafortunadamente sus archivos andan extraviados.

Sobre estas valiosas experiencias y estudios detallados hechos en Venezuela y en el extranjero, sólo ha quedado una pequeña fracción publicada. Es una de las tareas que amerita atención pues son múltiples las lecciones que dejó el sismo.

La importancia del problema requería dar continuidad a los trabajos tanto de la Comisión Presidencial como de la OTES, lo cual culminó con la creación de la Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas (FUNVISIS). Como se verá su contribución resultó fundamental en el subsiguiente desarrollo de la Ingeniería Sísmica.

## **7.1.- Sistematización de los Trabajos de Campo**

Tal como se señaló en la **Sección 5.2** de esta reseña, la comunidad de profesionales interesados en la Ingeniería Sísmica rápidamente comprendió la importancia que tiene el análisis de los efectos de sismos intensos, especialmente en zonas urbanas. Estos resultan ser auténticos ensayos a escala natural, con frecuencia asociados a pérdidas materiales e irreparables pérdidas humanas. De allí que, después del mortífero sismo de Agadir en 1960 (véase **Tabla 5.1**), es manifiesto el interés por parte de organismos internacionales como UNESCO, OEA y otros, para conformar y enviar misiones técnicas al campo.

Sabemos que en Venezuela, organismos del estado atendieron a la población del área afectada con ocasión del gran terremoto de los andes del año 1894. en el siglo xx, asociaciones gremiales como el civ e individualidades también se han ocupado por recoger evidencias de campo y asistir a la población afectada (además de los trabajos ya citados, véanse entre otros: Franquiz Jiménez, 1901; Aguerrevere et al., 1951; civ, 1967). una de las cualidades y aciertos que tuvo la creación de FUNVISIS, fue fomentar el acopio sistemático de la información de campo en zonas del país que sufrieran los efectos de sismos, gracias al decidido apoyo que supo dar desde un comienzo su director, el ingeniero Luís Urbina Luigi. de modo que a partir del sismo de casanay-carúpano (junio de 1974) hasta hoy, los profesionales de otes y FUNVISIS deben haber elaborado unos cincuenta informes técnicos. entre los primeros destacan los de: alonso y Urbina, 1974; Malaver, 1975; Urbina, 1979.

Es preciso señalar en ese contexto la muy completa tarea, sin duda pionera, emprendida por el Dr. André Singer sobre el inventario de riesgos geológicos que abarca todo el registro histórico hasta 1980 (Singer et al, 1983) y que está pendiente de ser actualizada. aún cuando asociado a las amenazas hidrometeorológicas es obligada la cita aquí del acucioso trabajo recientemente publicado por el profesor Germán Pacheco Troconis sobre deslaves e inundaciones de la cordillera de la costa (Pacheco, 2002).

## 7.2.- Registros Instrumentales y Reparación de Boletines Sísmicos

Entre 1974 y 1983 hay una laguna en los boletines sísmicos de Venezuela; va desde los últimos boletines elaborados en el Cagigal y la nueva serie bajo la responsabilidad de FUNVISIS que se inicia en Enero de 1983. En la Sección V, '*Comentarios Sismológicos*', del Boletín correspondiente a Enero-Marzo 1984 elaborado por Pérez et al (1984), se da la sismicidad ( $m_b = 4.0$ ) localizada telesísmicamente por la red mundial de estaciones sismológicas durante el período 1955-1982 (**Figura 3**).

El registro sistematizado de la actividad sísmica en el país retomado por FUNVISIS, queda en los Boletines Sísmicos de esa Fundación. A modo de ejemplo, en la **Figura 4** se da un mapa de epicentros registrados instrumentalmente entre 1983 y 1996 en la región norte-central de Venezuela; se grafican allí los epicentros de sismos con magnitud  $m_d$  ( $m_d =$  magnitud de duración de coda), los cuales solo ocasionalmente exceden  $m_b$  4.0. La comparación de esta última figura con la **Figura 3**, revela que el umbral de magnitudes registradas en los últimos años es sustancialmente inferior. Para 1997, la red de FUNVISIS alcanzaba 69 estaciones (Rendón et al, 1997); sobre las nuevas redes, véase FUNVISIS (2002). Más información sobre la historia de la sismología en: Olivares (1986; 1997); Altez et al., (2004).

## 7.3.- Estudios de Neotectónica

Entre las múltiples iniciativas de FUNVISIS se encontraba la de acoger cooperantes de Francia. Uno de ellos, el Geólogo Jean Pierre Soulas, dejó una huella importante entre nosotros, pues sentó las bases y demostró la importancia de los estudios sobre neotectónica. Entre sus contribuciones más importantes deben señalarse: Soulas (1983; 1986). Estas han tenido continuidad y, hoy por hoy, los aportes del Departamento de Ciencias de la Tierra, entre los cuales se encuentra el mapa neotectónico de Venezuela

escala 1:2.000.000 (FUNVISIS, 1993), son reconocidos; un antecedente de este mapa, a la misma escala y con carácter preliminar, fue elaborado por Soulas diez años antes (Soulas, 1983).

Sobre el control geodésico de los desplazamientos en fallas activas, véase a: Schubert (1976; 1977); Henneberg and Schubert (1986). Más recientemente los resultados de mediciones por posicionamiento global (GPS) publicados en (Pérez et al., 2001).

#### **7.4.- Centro Documental en Sismología e Ingeniería Sísmica**

Una segunda tarea de mucha utilidad adelantada en funvisis fue la creación del centro documental en sismología e ingeniería sísmica. a sus múltiples contribuciones se suman los aportes de la facultad de ingeniería, ucv (carapaica, 1992; carapaica et al., 1987) y otras iniciativas como por ejemplo: audemard et el (2000) sobre fallas activas venezolanas, acosta y de santis (1997) sobre licuefacción, grases et el (1999) sobre sismos venezolanos y sus efectos.

### **8.- INCORPORACIÓN DEL ‘SISMO’ A NIVEL DE PROYECTO**

#### **8.1.- Estrategia Preventiva**

Progresivamente se ha desarrollado en el país la más eficiente estrategia preventiva a largo plazo:

- i) Formar e informar a los profesionales sobre esta amenaza natural;
- ii) Elaborar documentos técnicos, normativas y especificaciones de obligatorio cumplimiento con lo cual ‘el sismo’ es incorporado desde las primeras etapas de los grandes proyectos de ingeniería;
- iii) Actualizar estos documentos con la nueva información tectónica y sísmica, así como sus implicaciones en los proyectos de ingeniería;
- iv) Facilitar su aplicación con textos y manuales.

#### **8.2.- Docencia Universitaria e Investigación**

Sobre el punto (i) es poco lo que se puede añadir aquí, aparte de la importancia que debe prestarse a su enseñanza universitaria. En los últimos 30 años se ha celebrado un buen número de congresos, talleres, seminarios y

cursos, entre ellos siete Congresos de Sismología e Ingeniería sísmica en el país.

La aplicación por parte de los profesionales de la Ingeniería y la Arquitectura que se apunta en (iv), se ha visto grandemente facilitada por la proliferación de los algoritmos de cálculo automatizados y por una intensa acción de diseminación de experiencias provenientes de sismos pasados adelantada por medios electrónicos. De igual manera, en nuestro idioma se han hecho públicos textos de utilidad. Por ejemplo en Venezuela, los bien conocidos Folletos de Estructuras de la Facultad de Ingeniería, UCV, cuya iniciativa y aparición se deben a la constancia del Profesor Joaquín Marín, gracias a los cuales han quedado para consulta las Conferencias del Curso sobre '*Diseño de Edificios Altos*' que se dictó en 1970 (véase: Newmark, 1970; Roy, 1970; Sozen, 1970). También han aparecido otros textos, entre los cuales: Abenante y Grases (1969); Arias G. (1984); Arnal E. (1988; 2001); Arnal H. (1979); Arnal H. y Barboza (1991); Academia de Ciencias (1997); Vezga (2002). Entre los manuales de aplicación: Gutiérrez (1982); Grases et al. (1984); Arnal H. y Epelboin (1985).

En lo que se refiere a contribuciones sobre problemas de análisis, modelado y diseño de autoría venezolana, publicados en Revistas y Memorias de Congresos, son centenares los títulos cuyo listado escapa a la extensión de esta memoria. Se citan aquí algunos ya incorporados en normativas venezolanas como son: López and Cruz (1996); López et al. (1995; 2000); Hernández (1997a; b; c), Hernández y López (1999); Gutiérrez (1989; 1997); Castilla (1990); Echezuría (1997); Echezuría et al.1997).

### **8.2.1.- Sistemas Pasivos de Aislamiento Sísmico**

En el Artículo 8.7 de la última versión de la Norma COVENIN 1756-2001, se autoriza: «...*el empleo de sistemas de control pasivo debidamente justificados, analítica y experimentalmente para reducir la respuesta sísmica, tales como los sistemas de aislamiento sísmico y amortiguamiento*». La experiencia recabada hasta la fecha sobre la respuesta dinámica de edificaciones construidas sobre sistemas de aislamiento sísmico durante sismos intensos es promisoria. En el Comentario C-8.7 de la Norma COVENIN mencionada, se señala que hasta tanto se promulguen normas nacionales, los sistemas propuestos pueden evaluarse con la metodología establecida, por ejemplo en UBC (1997). Esta opción ha sido empleada recientemente en una edificación de Barquisimeto (Morón y Gastcheff, 2003).

En su propuesta de Norma para el diseño sismorresistente de puentes, Lobo Quintero trata el tema del posible aislamiento sísmico de puentes. Su propuesta para sistemas con características específicas la desarrolla en: (Lobo Quintero, 1998).

En las estructuras de los viaductos del Sistema Ferroviario Caracas - Tuy Medio, se decidió el empleo de un sistema móvil con disipación unidireccional cualquiera. La justificación de su empleo, los aspectos teóricos relativos a los criterios de diseño una vez incorporado el término de disipación, así como los resultados de estudios experimentales, modelos y resultados de análisis dinámicos con acelerogramas representativos de la amenaza sísmica del área, fueron objeto de una muy detallada investigación aplicada, pionera en nuestro país, por parte del Profesor Robert J. Pérez, UCAB, quien falleció en forma prematura hace poco tiempo; los resultados parciales de sus diseños pueden consultarse en: Pérez H., R., 2000.

### **8.3.- Cursos de Divulgación**

En adición a las iniciativas en el seno de las Universidades nacionales, han sido numerosos los cursos y talleres de divulgación destinados a informar a los profesionales interesados. Además de los primeros cursos patrocinados por la Asociación Venezolana de Productores de Cementos (AVPC), en las décadas de los años 70 y 80 la Fundación Juan José Aguerrevere (CIV) organizó cursos y talleres; algunos de ellos para dar a conocer textos y manuales, sobre las nuevas Normas COVENIN (Grases et al., 1984).

Una acción similar emprendió el centro de entrenamiento de la industria petrolera (CEPET), luego centro internacional de entrenamiento (CIED), en especial después de la aprobación, en los primeros años de la década pasada, de las Especificaciones PDVSA JA-221, JA-222, JA-224 y FJ-251. Ingenieros Civiles y Mecánicos de diferentes filiales de PDVSA, y posteriormente de empresas responsables de proyectos para PDVSA, participaron en cursos que se dictaron en diversas localidades del país.

## **9.- NORMAS MODERNAS**

Entre las iniciativas que se publicaron para modernizar nuestras normas sísmicas, destaca la proposición de un código sismorresistente para Mérida presentada por el Profesor William Lobo Quintero de la Universidad de los Andes (Lobo Quintero, 1979). Se propuso allí un conjunto de especificaciones encaminadas a sustituir la Norma provisional MOP (1967),



como continuación de un estudio sobre la microzonificación sísmica de la meseta de Mérida (Alonso et al., 1973). En sus 24 páginas de articulado la propuesta de Lobo Quintero fue, en su momento, el más completo y moderno documento publicado en el país sobre esa especialidad, incluidas las principales prescripciones para el diseño de muros y pórticos dúctiles de concreto armado. A diferencia de la proposición de De La Rosa y Urreiztieta (1953) (**Sección 3.3** de esta reseña), la semilla sembrada por Lobo Quintero dio fruto; sin duda, esa iniciativa fue prolegómeno de la Norma COVENIN 1756-82 la cual se ajustó a un formato similar, sin alcanzar a cubrir todos los temas de la propuesta original de Lobo Quintero del año 1979.

## **9.1.- Edificaciones**

A lo largo de este texto, se han ido mencionando diferentes normas y mapas empleados en el país para el diseño de edificaciones y obras públicas promulgadas entre 1939 y 1967. Tales documentos representan el mejor testimonio de las inquietudes de los profesionales que han tenido en sus manos la responsabilidad de establecer estrategias de mitigación contra esa amenaza natural.

La modernización de sus normas para el diseño sismorresistente, puede considerarse que tiene su origen como efecto inmediato del terremoto de Caracas del año 1967. ¿Cuál sería la situación de haberse retrasado ese sismo dos o tres décadas? ¿Cuáles las consecuencias? Es un ejercicio especulativo. También lo es, suponer que se hubiesen acogido las acertadas proposiciones para el análisis y diseño de estructuras de los ingenieros Julián de La Rosa y Oscar Urreiztieta, publicadas catorce años antes del terremoto cuatricentenario de Caracas (véase la **Sección 3.3**).

### **9.1.1.- Concreto Reforzado**

En 1981, la Comisión de Normas de Estructuras para Edificaciones de MINDUR, aprobó con carácter provisional las nuevas Normas COVENIN 1753: *Estructuras de Concreto Armado para Edificios. Análisis y Diseño*. En su introducción se señala que el contenido está basado en el ACI 318-1977 y que hasta tanto no sean de aplicación obligatoria, «...la utilización de las normas MOP Teoría Clásica 1967 es permitida.». El Capítulo 18 de ese documento, titulado: *Prescripciones Especiales para el Diseño de Elementos Estructurales de Edificaciones Antisísmicas*, está limitado a siete líneas; se anuncia en ellas la preparación de su contenido y, mientras tanto,

«...se podrá aplicar las disposiciones del Apéndice A de la Norma ACI-318-77 y/o las correspondientes de la Norma SEAOC-1980.»

En adición a los cambios que se describen en la próxima **Sección**, en Julio de 2003 una nueva versión de la Norma COVENIN 1753, auspiciada por FONACIT, fue sometida a la consideración de SENCAMER organismo coordinador de la normalización en el país; actualmente se encuentra en la última fase de su aprobación. Información sobre su contenido se da en: Gutiérrez (2003); Rodríguez (2002; 2003a; 2003b).

### **9.1.2.- Diseño Sismorresistente**

El documento COVENIN 1756 aprobado en 1982, *Edificaciones Antisísmicas*, modernizó las exigencias de la Ingeniería Sismorresistente para ese momento, con la particularidad de que no fue el resultado de la presión creada por algún sismo destructor. A su vez dejó abierto el necesario vínculo para actualizar los requerimientos de diseño sismorresistente (Capítulo 18 citado) de las normas de concreto armado, COVENIN 1753. Es así como en la introducción de la versión del año 1985 de la Norma COVENIN 1753, se lee: « *En esta edición figura por primera vez el Capítulo 18, el cual establece las prescripciones especiales para el diseño de elementos estructurales de edificaciones antisísmicas en concordancia con la Norma COVENIN-MINDUR 1756-82...*» (Véase: COVENIN, 1985); esta norma incorporó estadísticas sobre las propiedades de los aceros venezolanos con amplio respaldo experimental.

El análisis de los efectos de sismos sucedidos en la década siguiente a lo largo de toda América, así como en Europa y Asia, señalaron la necesidad de revisar aspectos de ese nuevo documento normativo. Esa iniciativa contó con el apoyo del Ing. Cesar Hernández, Presidente de FUNVISIS para ese momento. Su prematura y lamentada desaparición a poco de comenzar el trabajo planificado por las diferentes Comisiones, trastocó el programa y la labor de revisión requirió más tiempo del previsto, culminándose en 1998. Después de un año de provisionalidad, las observaciones sobre su contenido fueron analizadas, se amplió el Comentario y en Marzo del año 2001 se entregaba a COVENIN la versión definitiva que se identifica como: COVENIN 1756-2001. En su Capítulo 4 se establece la zonificación sísmica del país, delimitada a nivel de Municipios, sin modificación desde 1998.

## 9.2.- Puentes

Con posterioridad a la Norma COVENIN de 1982, Lobo Quintero (1986) elaboró un muy completo documento como propuesta de Norma para el diseño sismorresistente de puentes; sus primeros diez Capítulos pueden consultarse en la obra editada por la Academia de Ciencias (1997). Sobre el diseño de puentes, entre los aportes recientes destacan los de: Arnal E. (2000; 2001), Gutiérrez (2001) y Lobo Quintero and Medina (2001).

## 9.3.- Instalaciones Industriales y Equipos

Sobre las Normas y Especificaciones a ser empleadas en el diseño y evaluación de instalaciones industriales o equipos, a finales de la década de los 70 e inicios de los 80, el problema sísmico comenzó a ser preocupación de algunas industrias o empresas del Estado: EDELCA, CADAFE, SIDOR, PDVSA y otras, tomaron conciencia del riesgo que representaba ignorar la amenaza sísmica en algunas de sus instalaciones. Se elaboraron así Especificaciones para el diseño y/o la evaluación sísmica de equipos e instalaciones. Algunas de ellas han sido actualizadas y constituyen la mejor herramienta para incrementar la confiabilidad de buena parte de la infraestructura de servicios y de algunas industrias básicas del país; además de las anotadas en la **Sección 8.3**, se citan aquí: CADAFE (1984); EDELCA (1983; 1991); ELECAR (1994). (Figura 2)

En el caso particular de PDVSA y por intermedio de su filial de estudios técnicos INTEVEP, numerosas instalaciones han sido evaluadas para lo cual el correspondiente cuerpo de especificaciones técnicas también fue actualizado (véase la **Sección 8.3**). Así, los estudios mas elaborados de confiabilidad bajo acciones aleatorias, se refieren a instalaciones pertenecientes a la industria petrolera: Parra (1997). De igual modo, obras como los diques de la costa oriental del lago de Maracaibo (COLM), fueron evaluadas y reforzadas.

## 10.- SISMOS DE DISEÑO, DESEMPEÑO Y RESPONSABILIDAD CIVIL

Esta reseña sería incompleta si se omitiese la primera acusación de ‘homicidio intencional’ dirigida contra un miembro del CIV, como consecuencia de los efectos de un sismo.

Para comprender su alcance es preciso tener presente algunas hipótesis, propias de los sismos de diseño establecidos en las Normas, así como el

riesgo, implícita o explícitamente aceptado sobre un eventual desempeño indeseable.

### **10.1.- Observancia de las Normas**

La rigurosa observancia de las normas y reglamentos vigentes reduce la probabilidad de alcanzar estados límites catastróficos. En ese mismo sentido se pronunció el Profesor David D. Brillembourg, Presidente del Colegio de Ingenieros en las fechas de la aprobación de las nuevas normas de 1967, cuando dijo: «*Sería una irresponsabilidad ética el no diseñar los nuevos edificios a la luz de las nuevas Normas Provisionales para Construcciones Antisísmicas puesto que ellas representan para el momento, el mejor elemento de juicio que poseemos para resolver el problema dentro de las exigencias de la técnica moderna y de nuestros actuales conocimientos*» (Brillembourg, 1968). Ese calificativo de «*mejor elemento de juicio*» se repite con frecuencia en documentos normativos modernos. Entre los primeros documentos donde se reconoce «*the best judgement*», es obligado citar aquí el resultado de la más detenida revisión de la estrategia de diseño sismorresistente emprendida en los Estados Unidos de Norteamérica por parte del Applied Technology Council, uno de cuyos resultados es el bien conocido documento ATC-3 (1978), base de muchas normas modernas en diversos países, entre ellos Venezuela.

### **10.2.- Desempeño de Edificios Altos en Julio de 1967**

En la investigación que llevó adelante la Comisión Presidencial (1978) con el fin de evaluar la influencia que ciertos parámetros característicos tuvieron en el comportamiento observado de edificios con alturas entre 9 y 22 pisos, fue necesario simular las acciones sísmicas que realmente habían ocurrido el 29 de julio de 1967. Para ello se seleccionaron dos coeficientes sísmicos: 2.5% y 5.0%, el segundo de los cuales: «*...se consideró estar más acorde con la acción sísmica sentida el 29-07-67 en la zona de los Palos Grandes- Altamira*», valor este mayor al que se obtenía de la aplicación de la norma vigente para ese momento.

Como resultado de los estudios que se adelantaron inmediatamente después del sismo en edificios dañados por este, en otro documento de la Comisión Presidencial (1969, p. 82) se afirma que en la región de Caraballeda: «*...la intensidad del movimiento había excedido las previsiones del Código*». Lo anterior se refleja en dos hechos: (i) en la Norma Provisional que se elaboró inmediatamente después del sismo (MOP, 1967),

se incrementaron sustancialmente los cortes basales de diseño si se comparan con los de la Norma de 1955 vigente hasta ese momento; (ii) se sustituye el mapa de zonificación sísmica, por otro que tiene un muy lejano parentesco con el que había estado vigente hasta la fecha; en ese nuevo mapa, Caracas y sus alrededores quedan ubicadas ahora en Zona 3, que es la de máxima peligrosidad sísmica del país.

Adicionalmente, en las normas COVENIN 1756 subsiguientes (1982 y 2001), la selección de los movimientos máximos del terreno requeridos a nivel de diseño sismorresistente, fue hecha con criterios probabilísticos y se tomó en consideración la capacidad de disipación de energía de la estructura de acuerdo con las Normas de diseño de miembros y uniones. Dicho en otras palabras, en las Normas se acepta que: a) los movimientos máximos del terreno pueden ser más intensos que los prescritos y, b) bajo la acción de estos últimos, los elementos del sistema resistente a sismos pueden incursionar en el dominio no elástico. Aún cuando se establecen límites para reducir el riesgo de daños irreparables, su posibilidad de ocurrencia es aceptada.

### **10.3.- Confiabilidad Estructural**

Uno de los objetivos de las normas es lograr que: edificaciones con sistemas portantes diferentes, fundadas en distintos tipos de suelos y ubicadas en localidades asociadas a amenazas sísmicas diferentes, alcancen confiabilidades del mismo orden cuando son examinadas con el mismo algoritmo; por su complejidad, ese ejercicio no es hecho de modo sistemático al elaborar las normas. En nuestro país esto ha sido evaluado a posteriori, por medio de métodos simplificados y sus resultados expresados en términos de probabilidades de ruina (véase por ejemplo: Molina, 1993; Parra, 1997; Marinilli, 1999).

Para ello es preciso adoptar un conjunto de hipótesis y simplificaciones, generalmente similares a las de los modelos empleados en el análisis, con lo cual se ha logrado comparar los valores asociados a nuestras normas con los de otros documentos. Obviamente, los resultados dependen de las hipótesis de partida, las cuales presuponen el cumplimiento de todas las prescripciones normativas vigentes para el momento de su cálculo. En el último de los trabajos citados en el párrafo anterior, se exploran diferentes metodologías, entre las cuales el denominado ‘Método de Simulaciones de Monte Carlo’, procedimiento que ofrece ventajas para los casos en los cuales no resulta posible describir funciones de desempeño hasta el estado de ruina.

Por vía de ejemplo, en el citado documento ATC 3 (1978) se reconoce explícitamente que edificaciones diseñadas y construidas de acuerdo con sus recomendaciones, están asociadas a una probabilidad de ruina en 50 años estimada entre  $10^{-2}$  y  $10^{-3}$ . Son valores del mismo orden de los obtenidos recientemente con simulaciones de Monte Carlo en nuestro país para diseños de estructuras sencillas hechas con las normas vigentes.

#### **10.4.- Responsabilidad Civil**

Sobre el evento sísmico que hemos seleccionado para ilustrar este tema y que se describe a continuación, hay una abundante literatura publicada hasta la fecha, así como estudios aún no concluidos.

El sismo fue de magnitud 6.9 y el registro de la historia de aceleraciones en roca, se obtuvo en una estación ubicada a unos 75 Km de distancia. En las cercanías de esta estación y en un suelo constituido por un depósito de aluviones recientes, con un espesor mayor de 45 m y con algunos lentes asociados a una moderada tendencia a licuar, se encontraba fundado un edificio con estructura de concreto reforzado, de 7 niveles, proyectado hace 27 años y construido pocos años después. Por tanto, el edificio fue diseñado con los documentos normativos vigentes para ese momento, los cuales han sido actualizados en dos oportunidades hasta el día de hoy. Por efecto de las sacudidas del sismo, el edificio perdió su estabilidad con el lamentable balance de unas 25 víctimas aproximadamente. De acuerdo con las investigaciones hechas, la presencia de los aluviones en el sitio de fundación modificó de manera desfavorable, no prevista en la norma aplicada, la acción vibratoria. Por considerarla más representativa, esta señal modificada fue la empleada en los análisis dinámicos de dos modelos seleccionados según: la geometría y estructuración de la edificación, la resistencia de los materiales y la disposición del refuerzo determinada en el sitio. Los modelos fueron analizados con algoritmos y criterios modernos: análisis dinámico en el dominio del tiempo, modelos de tres grados de libertad por planta, aplicación simultánea de dos historias de aceleraciones ortogonales y 5 ángulos de entrada de la pareja de acelerogramas. En los 10 casos analizados, el coeficiente sísmico resistente de la estructura excedió el valor de diseño establecido en la normativa que se encontraba vigente para la fecha del proyecto, debidamente reconciliado para su comparación. Todo lo anotado en este párrafo, salvo el número de víctimas, ha sido extraído de un muy competente Informe Técnico que sirvió de base al Juez para acusar de ‘homicidio intencional’ a un profesional colegiado en el CIV.

El citado Informe Técnico contiene varias conclusiones indubitables, entre las cuales destacan las cuatro siguientes: (i) la acción sísmica que actuó en el nivel de base de la edificación que perdió su estabilidad, excedió los valores prescritos en la norma que se encontraba vigente para la fecha en la cual se proyectó la edificación; (ii) lo anterior queda confirmado, pues aún considerando el modelo mas desfavorable de los dos estudiados, las solicitaciones sísmicas actuantes en cualquiera de las 5 direcciones de entrada seleccionadas no tan solo conducen a coeficientes sísmicos de falla que exceden el valor exigido por la norma que se encontraba vigente para la fecha en la cual se proyectó la edificación, sino que excedieron los coeficientes sísmicos resistentes del edificio ya que este perdió su estabilidad; (iii) los agravantes de la estructuración que probablemente contribuyeron a precipitar un desempeño catastrófico (torsión y columnas de doble altura en la mezanine), no se mencionaban en la norma que se encontraba vigente para la fecha en la cual se proyectó la edificación; esos agravantes son penalizados en las normas vigentes hoy en día; (iv) los requerimientos de detallado predominantes en las fechas del diseño, han sido radicalmente modificados en los últimos 25 años especialmente en lo referente al diseño sismorresistente, según se explica detalladamente en las **Secciones 9.1.1 y 9.1.2** de esta reseña.

Ninguna de estas cuatro conclusiones se destaca en el Informe Final que sirvió de fundamento al Juez, profano en la materia, para acusar de ‘homicidio intencional’ a un profesional colegiado en el CIV. El país tampoco cuenta con Comisiones de Normas que puedan pronunciarse sobre situaciones como la descrita, con el carácter de ‘Autoridad Competente’ que señalan las Normas vigentes.

## **11.- CONCLUSIONES**

De una narración destinada a retener información para la historia de una parte de la Ingeniería Venezolana no se esperan conclusiones. Sin embargo, hay cinco aspectos resaltantes:

- a.- La reseña presentada revela que los efectos del terremoto de 1967 han marcado un ‘antes’ y ‘después’ en la Ingeniería Estructural venezolana.
- b.- Iniciativas de tipo académico y otras propias del ejercicio de la profesión, adelantadas con posterioridad al citado sismo, han tenido continuidad. Como resultado de ello, el país cuenta con profesionales bien formados e informados lo cual se refleja, entre otras cosas, en el

diseño de estrategias preventivas actualizadas, no desencadenadas por eventos destructores.

- c.- Nueva información sísmica y tectónica, ha introducido cambios en la cuantificación de la peligrosidad sísmica y en la percepción de esa amenaza natural. Esto ha contribuido a incorporar ‘el sismo’ desde las etapas iniciales de los Proyectos de Ingeniería, lo cual es reconocido como la estrategia adecuada para lograr obras menos vulnerables.
- d.- Inevitables cambios en las exigencias de diseño, propios de documentos normativos que periódicamente deben ser modernizados, plantean problemas de confiabilidad estructural que ameritan cuidadosa atención.
- e.- Actualmente el país no cuenta con Comisiones de Normas que puedan abordar problemas como el anterior con el carácter de ‘Autoridad Competente’ que le señalan las Normas vigentes.

Caracas, 15 de Agosto de 2005

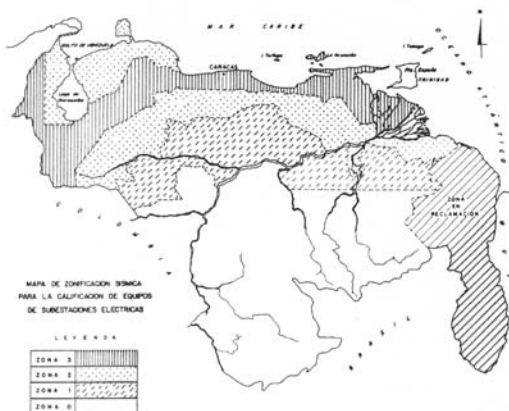
**Agradecimiento:** el autor desea dejar constancia de su agradecimiento a los colegas por la paciente lectura y valiosas sugerencias que han mejorado la comprensión y calidad del texto.



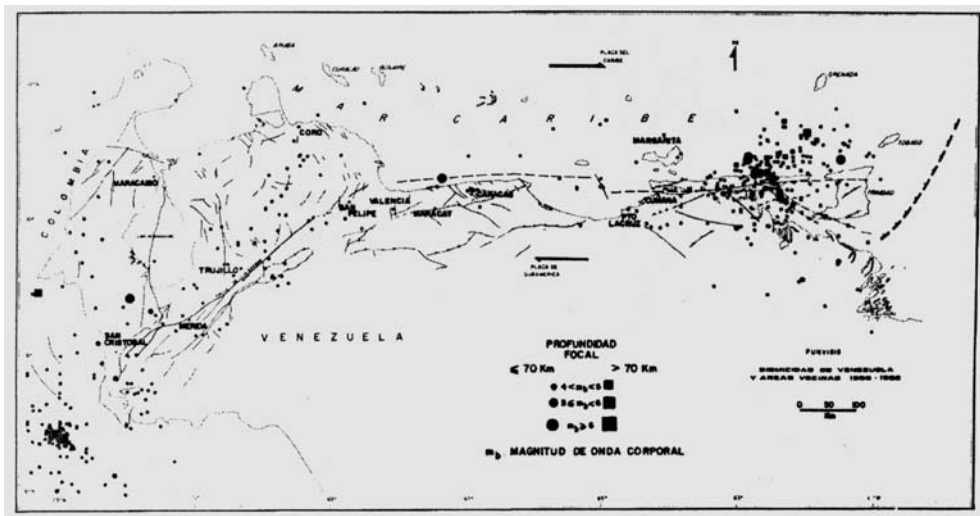
**Figura 1**  
**Zonas sísmicas de Venezuela según la Norma MOP (1947)**



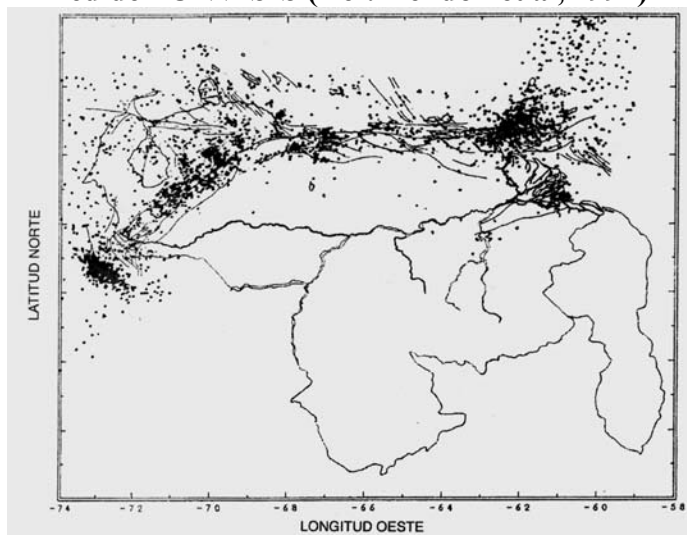
**Figura 2**  
**Mapa de zonificación sísmica para la verificación s/e de extra alto voltaje (CADAFE, 1984)**



**Figura 3**  
**Sismicidad de Venezuela y áreas vecinas (1955 - 1982);**  
**magnitudes  $m_b \geq 4.0$  (Ref: Pérez et al, 1984)**



**Figura 4**  
**Mapa de espectros de sismos registrados entre 1982 y 1996 con la**  
**red de FUNVISIS (Ref: Rendón et al, 1997)**



## REFERENCIAS

- ABENANTE F. y GRASES J. (1969). *Contribución al análisis sísmico de estructuras*. Oficina de Investigación de Viviendas de Interés Social del BANAP, CCCA y AVIE. Caracas, 87 p.
- ACADEMIA DE CIENCIAS FÍSICAS, MATEMÁTICAS Y NATURALES (1997). *Diseño Sismorresistente. Especificaciones y Criterios empleados en Venezuela*. Biblioteca de la Academia, Vol. XXXIII; una contribución al Decenio para la Reducción de las Catástrofes Naturales. Coord: J. Grases, Editorial Binev, Caracas, 662 p.
- ACOSTA L. y DE SANTIS F. (1997). Mapa inventario de licuación de suelos en Venezuela. FUNVISIS, *III Conf. Latinoam. de Ing. Geotéc. Jóvenes*, Caracas.
- AGUERREVERE P.I. (1925). Un estudio sobre los terremotos. Sus referencias a Caracas. *Rev. del Col. de Ing. de Venez.*, III:30:93-98, Junio, Caracas.
- AGUERREVERE S. (1932). Sobre el pronóstico de los temblores de tierra. *Rev. del Col. de Ing. de Venez.*, N° 93:911-913, Caracas.
- AGUERREVERE S. (1944). Movimientos sísmicos en Casanay, estado Sucre. *Mem. Ministerio de Fomento*, 144 p, Caracas.
- AGUERREVERE S., HERRERA UMEREZ G., PAOLI C. P., PARDO STOLK E. y VEGAS A. (1951). Informe que presenta al Colegio de Ingenieros de Venezuela, la Comisión nombrada para estudiar el terremoto de El Tocuyo. *Revista del Col. de Ing. de Venez.*, N° 178:2-8, Enero, Caracas.
- AHRENSBURG H. (1901). Erdbeben in Caracas. *Abdruck aus den Mitteilungen der Geographischen Gesellschaft für Thüringen zu Jena*, Band XIX, pp 56-58.
- ALONSO J. L., ARCIA J. y RUIZ A. (1973). La microzonificación sísmica de Mérida. Oficina Técnica Especial del Sismo, Caracas.
- ALONSO J. L. y URBINA L. (1974). Sismo de Carúpano del 27-06-74. Secretaría Ejecutiva, FUNVISIS, Caracas.
- ALTEZ R. (2005). *El desastre de 1812: sismos, vulnerabilidad y una patria no tan boba*. Instituto de Investigaciones Históricas, UCAB. Trabajo de Grado de Maestría en Historia de las Américas, Caracas, Mayo, 434 p.
- ALTEZ R., RODRIGUEZ J.A. y URBANI F. (2004). *Historia del pensamiento sismológico en Venezuela*. UCV, EBUC, FUNVISIS, ACFMN, Soc. Ven. de Hist. de las Geoc., Colección Temas 91, ISBN 980-00-2146-9, Caracas, 168 p.

- APPLIED TECHNOLOGY COUNCIL (ATC-3) (1978). *Final review draft of recommended comprehensive seismic design provisions for buildings* Redwood City, California.
- ARCIA J. (1975). Análisis del temblor de La Tortuga del 24 de Julio de 1972. *Boletín de la Asociación Venezolana de Ingeniería Estructural*, N° 13, 2-8, Caracas.
- ARIAS A., G. (1984). *Análisis sísmico estático de edificios. Con aplicación a microcomputadores*. Ediciones Vega S.R.L., Caracas.
- ARNAL E. (1988). *Manual para el Cálculo de Elementos de Concreto Armado*. SIDETUR, ISBN 980-6063-11-2, Edit. Arte, Caracas, 190p. /Preparado de acuerdo con la Norma COVENIN 1753-85/.
- ARNAL E. (2000). *Lecciones de Puentes*. ISBN 980-07-6910-2, Caracas, 300p.
- ARNAL E. (2001). La enseñanza de puentes en las universidades Venezolanas. *Mem. Sem. Técn., Los Puentes en Venezuela*, SIDETUR, Noviembre, pp 90-102, Caracas.
- ARNAL H. (1979). *Planeamiento estructural de edificios altos*. Ed. UCV, Caracas.
- ARNAL H. y BARBOZA E. (1991). *Diseño Antisísmico de Edificios*. Editorial Textos, Caracas, 322 p.
- ARNAL H. y EPELBOIN S. (1985). *Manual para el proyecto de estructuras de concreto armado*. Ministerio del Desarrollo Urbano, Fundación Juan José Aguerrevere, CIV, 859 p. + anexos, Caracas.
- ARNAL H. y PAPANONI M. (1974). *Guía para el proyecto antisísmico de estructuras prefabricadas de concreto armado*. Cuaderno N° 7 BANAP, Caracas.
- AUDEMARD F., MACHETTE M., COX J., HART R. and HALLER K. (2000). *Map and database of quaternary faults in Venezuela and its offshore regions*. A project of the International Lithosphere Program Task Group II-2, Major Active Faults of the World U.S. Geological Survey Open-File Report 00-18, 79 pp + map. Denver, Colorado.
- BELTRÁN C. (1994). Trazas activas y síntesis neotectónica de Venezuela. *Mem. del III Congr. Venez. de Geofis.*, pp541-547, Caracas, Septiembre.
- BENDITO DE SANTIAGO A., RIVERO P. y LOBO QUINTERO W. (2001). Curvas de isoaceleración para estados de desempeño estructural en el occidente de Venezuela. *Boletín Técnico IMME*, 39:2, pp1-18.
- BRILLEMBOURG D.D. (1968). La responsabilidad profesional del Ingeniero y del Arquitecto. *Bolet. de la Asoc. Venez. de Ing. Estruct.*, N° 8:38-40, Caracas.

- BRUNI CELLI B. (1986). *Obras completas de Adolfo Ernst*. Ed. Presidencia de la República, 6 vol., Caracas.
- CADAFE (1984). *Norma NS-P-420 para la calificación de equipos de subestaciones eléctricas*. Caracas.
- CARAPAICA B. (1992). Bibliografía de las investigaciones realizadas en Venezuela en las áreas de Ingeniería Sísmica, Sismología y Geología. MINDUR-FUNVISIS, Caracas.
- CARAPAICA B., GRASES J. y CARRASCO R. (1987). *Contribuciones de la Facultad de Ingeniería (UCV) a la Ingeniería Sísmica y Sismología en Venezuela*. IMME-SOCVIS; edición patrocinada por SOCVIS. Caracas, 38 p.
- CASTILLA E. (1990). Experiencias recientes en mampostería confinada sismorresistente. *Boletín Técnico IMME*, XXV(79):31-60, Caracas.
- CENTENO GRAÜ M. (1900). El terremoto de 1900. *La Linterna Mágica*, 15 de Noviembre, pp1-2, Caracas.
- CENTENO GRAÜ, M. (1940). *Estudios Sismológicos*. Litografía del Comercio, Caracas. /Segunda edición en 1969, aumentada y corregida: Vol VIII Acad. de Cienc. Físic., Matem. y Nat., Talleres Cartografía Nacional, Caracas/.
- COLEGIO DE INGENIEROS DE VENEZUELA (CIV) (1967). Informe que sobre el sismo presentó la Comisión designada por el Colegio de Ingenieros de Venezuela. *Boletín de la Soc. Venez. de Mec. del Suelo e Ing. de Fund.*, N° 25-26:38-64, Caracas.
- COMISIÓN PRESIDENCIAL PARA EL ESTUDIO DEL SISMO (1969). Evaluación de los procedimientos de proyectos y prácticas de construcción en Caracas; su relación con los daños. *Boletín de la Asociación Venezolana de Ingeniería Estructural (AVIE)*, N° 9, Caracas pp 15-28.
- COMISIÓN PRESIDENCIAL PARA EL ESTUDIO DEL SISMO (1978). *Segunda fase del estudio del sismo ocurrido en Caracas, el 29 de Julio de 1967*. FUNVISIS, 2 vol., Caracas.
- COMISION VENEZOLANA DE NORMAS INDUSTRIALES, COVENIN (1982). *Edificaciones antisísmicas*. Norma Venezolana, MINDUR-COVENIN 1756-82. Caracas, 67 p + comentarios.
- COMISION VENEZOLANA DE NORMAS INDUSTRIALES, COVENIN (1985). *Prescripciones especiales para el diseño de elementos estructurales de edificaciones antisísmicas*. Capítulo 18 de la Norma COVENIN-MINDUR 1753-85. Caracas. /Subcomisión coordinada por el Ing. César Hernández A./.

- COMISION VENEZOLANA DE NORMAS INDUSTRIALES (COVENIN) (2001). *Edificaciones Sismorresistentes*: Norma COVENIN 1756, Fondonorma. Caracas, Articulado 71p + Comentario 123p + referencias + índice analítico.
- DE LA ROSA J. y URREIZTIETA O. (1953). Normas para el uso del Concreto Armado. *Revista del CIV* , N° 206:9-17; N° 207:4-17; N° 208:4-13, Caracas.
- ECHENZURÍA H. (1997). Modificaciones de la aceleración y el período fundamental para perfiles geotécnicos con suelos blandos bajo carga sísmica. *Mem. Sem. Intern. de Ing. Sísmica. Aniv. del Terrem. de Caracas*. UCAB, pp 63-76, Caracas.
- ECHENZURIA E., PAGÁ M., CELIS E. y de SANTIS F. (1997). Aspectos geotécnicos sobre el diseño sismorresistente de fundaciones, muros y taludes. En: *Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales* (1997), Tema 13, pp 215-228.
- EDELCA (1983). *Especificaciones generales de Ingeniería para la línea de 800 mil voltios. Mapa de zonificación sísmica*. Caracas.
- EDELCA (1987- ). *Boletines sísmicos mensuales de la red de Gurí*. Puerto Ordaz.
- EDELCA (1991). *Especificaciones técnicas generales de subestaciones. Consideraciones antisísmicas*. Especificaciones ETGS/PAS-001, Caracas. /Actualizadas en 1998/.
- ELECAR (1994). Diseño sismorresistente para el sistema eléctrico. Norma DNI ND-C-B-01-94. La Electricidad de Caracas C.A., Caracas.
- ERNST A. (1878a). Earthquake in Venezuela (Cúa). *Nature*, XXVIII, p 130, London.
- ERNST A. (1878b). Tranquilizador. A propósito del terremoto de Cúa. *La Opinión Nacional*, Caracas, Abril 22; y: La causa probable del terremoto de Cúa. *La Opinión Nacional*, Caracas, Mayo 2.
- ERNST A. (1887). Das Erdbeben vom 26 März 1812 an der nordkuste süd-Amerika. *Nederlands Aardryskund Genoostrap*, Ser II, Deel III, N° 1, pp 175-181.
- ERNST A. (1889). Seismic disturbance in Venezuela. *Nature*, XXXIX , p 341, London.
- ERNST A. (1891). Observaciones sobre los temblores en Venezuela. *Boletín del Ministerio de Obras Públicas*, # 101, 103, 105, 107-108, Caracas. /Texto reproducido en: *Obras Completas de Adolfo Ernst*, ed. Blas Bruni C., vol VII: 552-593, Caracas/.
- FEBRES CORDERO T. (1910). Memorias de Tulio Febres Cordero: cronología, prólogo y notas de Beatriz Martínez Cartay. IABN, Sala

- Febres Cordero, Mérida, 52 p./Véase: Estudios de sismología y catalogo de terremotos en los Andes Venezolanos/.
- FEBRES CORDERO T. (1929). Cronicón sísmico. En: *El Universal*, Caracas 2 de Marzo, p 5.
- FERULANO P. E. (1947). Construcciones antisísmicas en general. Estructuras de concreto armado. *Revista del Colegio de Ingenieros de Venezuela*, año XXV, N° 168, pp 315-318, Caracas.
- FIEDLER G. (1961a). Áreas afectadas por terremotos en Venezuela. *Memorias del III Congreso Geológico Venezolano*, Tomo IV, p 1791-1810, Ministerio de Minas, Dirección de Geología, Caracas.
- FIEDLER G. (1961b). Mapa del relieve sísmico de Venezuela. *Memorias del III Congreso Geológico Venezolano*, Tomo IV, p 1811-1814, Ministerio de Minas, Dirección de Geología, Caracas.
- FIEDLER G. (1961c). El gran terremoto de El Tocuyo del 3 de Agosto de 1950 y el fenómeno mecánico en el foco. *Memorias del III Congreso Geológico Venezolano*, Tomo IV, p 1787-1790, Ministerio de Minas, Dirección de Geología, Caracas.
- FIEDLER G. (1962). Resultados de estudios sísmicos en Venezuela y precauciones preventivas. *I Simposio Nacional sobre Calamidades Públicas*. Instituto Sismológico, Observatorio Cagigal, 11 p., Caracas.
- FIEDLER G. (1968). Estudio sismológico de la región de Caracas con relación al terremoto del 29 de Julio de 1967. Reporte y evaluaciones. *Boletín IMME*, VI: 23-24, 127-221, Caracas.
- FIEDLER G. y RIVERO L. (1977). *Mapa sísmico. Principales sismos ocurridos en Venezuela (1530-1975)*. Caracas.
- FRANQUIZ JIMÉNEZ J. M. (1901). *Un pueblo en ruinas. Episodios del terremoto en Guatire*. Guatire, 91p.
- FUNVISIS (1983- ). *Boletín Sismológico de Venezuela*. Departamento de Sismología, de aparición trimestral, Caracas.
- FUNVISIS (1993). *Mapa Neotectónico de Venezuela* (escala 1:2.000.000). Compilación de C. Beltrán, Caracas.
- FUNVISIS (2002). *La investigación sismológica en Venezuela*. ISBN 980-6069-11-0, Impresos Lauper, Caracas, 118p.
- GRASES J. (1971). *The seismicity of the Caribbean region. Chronological narrative of destructive earthquakes during the period: 1502-1900*. Department of Civil Engineering, Imperial College, London, 425 p.
- GRASES J. (1982). Notas para la historia de la Ingeniería Sísmica en Venezuela. *Boletín Técnico IMME*, XX (70-71):83-121, Caracas.
- GRASES J., ALTEZ R. y LUGO M. (1999). *Catálogo de sismos sentidos o destructores. Venezuela 1530/1998*. Vol XXXVII, Acad. de Ciencias

- Físic., Matem. y Nat., y Fac. de Ing. UCV. Ed. Innov. Tecno., ISBN: 980-6195-06-X, Caracas, 654 p.
- GRASES J., LÓPEZ O. y HERNÁNDEZ J. J. (1984). *Edificaciones sismorresistentes. Manual de aplicación de las Normas*. Ediciones FONDUR, Caracas, 250 p. /Segunda edición, Fundación Aguerrevere, 1987
- GUTIÉRREZ, A. (1982). *Manual de proyectos de estructuras de acero*. Tomo I, CVG Siderurgica del Orinoco, SIDOR, 2ª edición, Caracas.
- GUTIÉRREZ A. (1989). Requisitos sismorresistentes del concreto armado. *Boletín Técnico IMME*, N° 77: 69-85, Caracas.
- GUTIÉRREZ A. (2001). Propuesta de Normas Venezolanas COVENIN para Puentes. *Mem. Sem. Técn., Los Puentes en Venezuela*, SIDETUR, Noviembre, pp 1-22, Caracas.
- GUTIERREZ A. (2003). Diseño sismorresistente de edificaciones de concreto estructural según el Código ACI 318-2002 y la propuesta SOCVIS para la actualización de la Norma COVENIN 1753. *Mem. VII Congr. Venez. de Sísm. e Ing. Sísm.*, Barquisimeto, Noviembre, 11p.
- HENNEBERG H.G. and SCHUBERT C. (1986). Geodetic networks along the Caribbean-southamerican plate boundary. *Tectonophysics*, 130:77-94.
- HERNÁNDEZ J. J. (1997a). Desarrollos en el área de estructuras para la norma antisísmica. *Seminario Internacional de Ingeniería Sísmica, Aniversario del Terremoto de Caracas de 1967*, Caracas, 14p.
- HERNÁNDEZ J. J. (1997b). Desempeño estructural y espectros de diseño. Tema 9 en: *Diseño Sismorresistente. Especificaciones y Criterios empleados en Venezuela*. Acad. de Cien. Físic., Matem., y Natur., Edit. Binev, Caracas.
- HERNÁNDEZ J. J. (1997c). La torsión dinámica en planta bajo excitación sísmica. Trabajo de Grado para Magister Sc. en Ingeniería Sismorresistente, UCV, Caracas.
- HERNÁNDEZ J. J. y LÓPEZ O. (1999). Respuesta de edificios bisimétricos a sismos ortogonales simultáneos. *Boletín Técnico IMME*, 37(3):35-50, Caracas.
- HUMBOLDT A Von (1819). Account of the earthquake which destroyed the town of Caracas on the 26<sup>th</sup> March 1812. *Edinburg Philosophical Journal*, vol i:272-280, Edinburg.
- HUMBOLDT A. Von (1925). Temblores de tierra en Caracas. Traducción del Dr Lisandro Alvarado, publicada en la *Revista del Col. de Ing. de Venez.*, N° 35:157-168, Noviembre, Caracas.



- IBARRA A. (1862). Temblores y terremotos. En: *El Independiente de Caracas*, ediciones entre el 26 de Marzo y el 7 de Abril. /Diez entregas sucesivas/.
- KULIK J. (1947). Temblores de tierra y construcciones antisísmicas. *Rev. del Col. de Ing. de Ven.*, año XXV, N° 166:214-220, Julio-Agosto, Caracas.
- LAMBERTI B. (1954). Método de la estructura equivalente para el cálculo de edificios antisísmicos. *Revista del Colegio de Ingenieros de Venezuela*, N° 223, pp 61-64, Caracas.
- LOBO QUINTERO W. (1979). *Código antisísmico de Mérida: una proposición*. Boletín Técnico IMME, XVII (64):57-83, Caracas.
- LOBO QUINTERO W. (1986). Norma venezolana para el diseño sismorresistente de puentes. Propuesta para la Dirección de Estudios y Proyectos del Ministerio de Transporte y Comunicaciones, articulado y comentarios. Mérida, Julio.
- LOBO QUINTERO W. (1998). Aislamiento sísmico de puentes. IV Jorn. Venez. de Ing. Civil y I Jorn. Binacionales. San Cristobal, Octubre.
- LOBO QUINTERO W. and MEDINA J. (2001). Vulnerability of pony truss bridges. *Earthq. Resist. Eng. Struct. III*, Editors: C.A. Brebia and A. Corz, Wessex Inst. of Techn. Press.
- LÓPEZ O., CHOPRA A. and HERNÁNDEZ J. (2000). Critical response of structures to multicomponent earthquake excitation. *Earthq. Engine. and Struct. Dynam.*, vol 29:1759-1778.
- LÓPEZ O. and CRUZ M. (1996). Number of modes for the seismic design of buildings, *Earthq. Engine. and Struct. Dynam.*, vol 25, N° 8, August.
- LÓPEZ O. y GENATIOS C. (1994). El IMME de la Facultad de Ingeniería de la UCV: 34 años como centro de investigación y desarrollo al servicio del país. En: *Historia de la Construcción en Venezuela*, E. Papi, editor, pp 335-337, Caracas.
- LÓPEZ O., RAVEN E. y ANNICCHIARICO W. (1995). La influencia de la forma de la planta en la respuesta sísmica de edificios. *Boletín Técnico IMME*, 33(1):13-30, Caracas.
- MALAVAR A. (1975). Análisis de los daños ocurridos en el Estado Lara como consecuencia del temblor del 5 de Abril de 1975. Oficina Técnica Especial del Sismo (OTES), MOP, Caracas.
- MALLET R. and MALLET J. W. (1852; 1853; 1854). *Third report on the facts of earthquake phaenomena. Catalogue of recorded earthquakes from 1606 B.C. to A.D. 1850*. Reports of researches in Science of the British Association for the Advancement of Science. Third Report (1852) pp1-176; idem (1853) pp 118-212; idem (1854) pp 1-326.

- MARINILLI A. (1999). Confiabilidad estructural y funcional de instalaciones hospitalarias ante cargas sísmicas. *Boletín Técnico IMME*, 37(3):1-8, Caracas.
- MAS VALL J. (1950). Mapa isosísmico del terremoto de El Tocuyo (3 de Agosto de 1950). Ministerio de Fomento, Instituto Nacional de Minería y Geología. Caracas.
- MILNE J. (1911). *A Catalogue of Destructive Earthquakes A.D. 7 to A.D. 1899*. British Association for the Advancement of Science, Portsmouth Meeting, London, 94 p.
- MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS (MOP) (1939). *Normas para el cálculo de edificios*. Ministerio de Obras Públicas, Caracas.
- MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS (MOP) (1947). *Normas para el cálculo de edificios*. Ministerio de Obras Públicas, Dirección de Edificios e Instalaciones, Imprenta Nacional, Caracas.
- MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS (MOP) (1959). *Normas para el cálculo de edificios*, 1955. Ministerio de Obras Públicas, Dirección de Edificios e Instalaciones. Caracas, Tipografía Italiana, pp 164-171.
- MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS (MOP) (1967). *Norma Provisional para Construcciones Antisísmicas*. Caracas, 18 p + mapa.
- MOLINA Y. (1993). Confiabilidad del diseño antisísmico de la norma COVENIN-MINDUR 1756. *Boletín Técnico IMME*, XXVIII (80):15-30, Caracas.
- MONTESSUS DE BALLORE F. (1898). L'Amérique Centrale et l'Amérique du sud Sismiques. *Memorias de la Sociedad Científica Antonio Alzate*, XI: 34, pp 263-277, México.
- MORÓN A. y GASTCHEFF L. (2003). Instalación de disipadores pasivos de energía para reducción de daños ante acciones sísmicas. *Mem. VII Congr. Venez. de Sism. e Ing. Sism.*, Barquisimeto, 12-14 Noviembre.
- NEWMARK N. N. (1970). Introducción a la Ingeniería Sismorresistente. . Charlas del «Curso sobre Diseño de Edificios Altos», patrocinado por la AVPC, traducidas y adaptadas por el Prof. J. Marín. Folleto de Estructuras N° 10, Depto. de Ing. Estruct., Facultad de Ingeniería, UCV, Caracas, Octubre 1976, 190 p.
- OLIVARES A. E. (1986). *Dr. Luis Ugüeto. Ingeniero, Astrónomo y Profesor*. Vol. 22 de la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales. Caracas, 305p.
- OLIVARES A. E. (1997). Datos históricos sobre las observaciones sismológicas y normas sísmicas en Venezuela hasta 1967. En: *Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales* (1997), Tema 1, pp17-24.

- PACHECO T. G. (2002). *Las iras de la serranía. Lluvias torrenciales, avenidas y deslaves en la Cordillera de la Costa, Venezuela: un enfoque histórico*. Fondo Editorial Tropykos, ISBN: 980-325-260-7, Enero, 169p + 1 mapa.
- PARDO STOLK E. (1963). *Memoria relativa al proyecto de la Escuela de Medicina de la Ciudad Universitaria*. Fundación Editorial Escolar, Caracas, 120p.
- PARRA J. G. (1997). Evaluación probabilística de confiabilidad estructural ante acciones sísmicas en instalaciones petroleras. Dep. de Ing. General, INTEVEP, El Tambor, Edo. Miranda, 18 p. /Presentado en el *Seminario de Ingeniería Sísmica*, UCAB, 1997/.
- PDVSA (1991). Diseño antisísmico de instalaciones industriales (PDVSA JA-221). *Manual de Ingeniería de Diseño de PDVSA*, Especialidad 18 «Estructuras», Caracas./Norma COVENIN 3621, en revisión/.
- PDVSA (1993). Diseño sísmico de tanques metálicos (PDVSA FJ-251). *Manual de Ingeniería de Diseño de PDVSA*, Especialidad 19, «Tanques». Caracas. /Norma COVENIN 3623, en revisión/.
- PDVSA (1994). Diseño sismorresistente de estructuras en aguas lacustres someras (PDVSA JA-224). *Manual de Ingeniería de Diseño de PDVSA*, Especialidad 18, «Estructuras». Caracas. /Norma COVENIN 3624, en revisión/.
- PÉREZ H. R. (2000). *Disipación sísmica en viaductos ferroviarios*. Trabajo de Ascenso, Fac. de Ing., UCAB, Caracas, 54p.
- PÉREZ O., BILHAM R., BENDICK R., HERNÁNDEZ N., HOYER M., VELANDIA J., MONCAYO C. y KOZUCH M. (2001). Velocidad relativa entre las placas del Caribe y Suramérica a partir de observaciones dentro del sistema de posicionamiento global (GPS) en el norte de Venezuela. *Interciencia*, 26(2):69-74, Caracas.
- PÉREZ O., NOGUERA C., RENDON H., GAVIDEZ N., GARCÍA A., RODRIGUEZ F., BARROETA I., LÓPEZ LÓPEZ F. y PÉREZ J. (1984). Boletín Sismológico de Venezuela, FUNVISIS, Enero-Marzo, pp 1-27, Caracas.
- PERREY A. (1843). Note historique sur les tremblements de terre aux Antilles. *Comptes Rendus (hebdomadaires) de la Academie de Sciences de Paris*, t. 16, pp 1283-1312, jan-juin, Paris. /Este autor publicó 15 contribuciones adicionales sobre el mismo tema, hasta 1870. Las adiciones de los años 1845-1846, 1846-1847 y 1852, fueron publicadas en: *Mémoires de l'Academie des Sciences de Dijon*; las 12 restantes, hasta la de 1870, aparecen en alguno de los órganos de difusión de *l'Academie Royale des Sciences de Belgique*, Bruxelles./

- RENDÓN H., APARICIO J., AVENDAÑO J., LAFAILLE J., LÓPEZ F., RAMOS C., ROMERO G. y SALAS H. (1997). Red sísmica de Venezuela. En: *Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales* (1997), Tema 4, pp 51-57.
- RIAL J. (1978). The Caracas, Venezuela, earthquake of July 1967: a multiple source event. In: *Journal of Geophysical Research*, 83 (B11): 5405-5414.
- RIKITAKE T. (1976). *Earthquake prediction*. Develop. in Solid earth Geophy., v. 9. Elsevier, Amsterdam, 357p.
- ROCKWOOD C.G. (1883). Notices of recent American earthquakes. *American Journal of Science*, 25(12):353-369.
- RODRIGUEZ D. (2002). Muros estructurales. Diseño sismorresistente. *Revista Construcción*, N° 366:74-75, Caracas.
- RODRIGUEZ D. (2003a). Diseños apropiados de nodos en sismorresistencia. *Revista Construcción*, N° 368:66-70, Caracas.
- RODRIGUEZ D. (2003b). Detallado de estructuras sismorresistentes aporticadas de concreto armado. *Revista Construcción*, N° 369:42-45, Caracas.
- ROJAS A. (1858). Fragmento de un estudio geológico de los terremotos y temblores de tierra en Venezuela. Imprenta Bolívar, *El Federalista*, N° 54, Caracas.
- ROJAS A. (1879). La ctástrofe de 1812. In: *La Opinión Nacional*. Caracas, 12 de Julio.
- ROSENBLUETH E., MARSAL R. J. y HIRIART F. (1958). Los efectos del terremoto del 28 de Julio y la consiguiente revisión de los criterios para el diseño sísmico de estructuras. *Revista Ingeniería*, Enero p3-30, México.
- ROY H. (1970). *Introducción a la Estructuración de Edificios Altos*. Charlas del «Curso sobre Diseño de Edificios Altos», patrocinado por la AVPC, traducidas y adaptadas por el Prof. J. Marín. Folleto de Estructuras N° 13, Depto. de Ing. Estruct., Facultad de Ingeniería, UCV, Caracas, Octubre 1977, 138 p.
- SALAS H. (1981). Notas sobre movimientos sísmicos tomados en el Observatorio Cajigal entre los años 1891 y 1953. *Memorias del III Congreso Venezolano de Sismología e Ingeniería Sísmica*, vol II, pp 1180-1233. Caracas, Marzo.
- SCHUBERT C. (1976). Investigaciones neotectónicas en Venezuela: objetivos y resultados. *Interciencia*, 1 (3): 159-169, Caracas.

- SEED H. B., UGAS C. and LYSMER J. (1976). Site-dependent spectra for earthquake-resistant design. *Bull. Seis. Soc. of Amer.*, 66(1):221-243, February.
- SIEVERS W. (1905). Das Erdbeben in Venezuela von 29 Oktober 1900. Festschrift zur Feier des 70 Geburtstages von J.J. Rein, Jahrb. Veroffnet. Geog. Verein. zu Bonn, p 35-50.
- SINGER A., ROJAS C. y LUGO M. (1983). *Inventario de riesgos geológicos. Estado preliminar, mapa, glosario y comentarios.* FUNVISIS, Dep. Cienc. de la Tierra, Serie Técnica 03-83, Caracas, 126 p.
- SOTO J. F. (1931). La Sismología en Venezuela. *Boletín de la Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales*, N° 2, pp 37-89. Caracas, Septiembre.
- SOULAS J. P. (1983). Mapa neotectónico de Venezuela a escala 1:2.000.000. Dpto. Ciencias de la Tierra, FUNVISIS, Informe para CERESIS (Lima), Caracas. /Véase *Acta Científica Venezolana*, ASOVAC, 34(1):513, resumen, Caracas 1983/.
- SOULAS J. P. (1986). Neotectónica y tectónica activa en Venezuela y regiones vecinas. *Memorias VI Congreso Geológico Venezolano*, Septiembre-Octubre, Tomo X, p. 6639-6656.
- SOZEN M. (1970). *Introducción al Comportamiento de Edificios de Concreto Armado.* Charlas del «Curso sobre Diseño de Edificios Altos», patrocinado por la AVPC, traducidas y adaptadas por el Prof. J. Marín. Folleto de Estructuras N° 14, Depto. de Ing. Estruct., Facultad de Ingeniería, UCV, Caracas, Noviembre 1977, 129 p.
- STOLK J. F. (1932). Datos útiles para las construcciones contra temblores. Tesis para optar al Grado de Doctor en Ciencias Físicas y Matemáticas, UCV, Caracas.
- SUÁREZ G. and NÁBĚLEK J. (1990). Caracas earthquake: fault geometry, direction of rupture propagation and seismotectonic implications. *J. Geophys. Res.*, 95, 459-474.
- UBC (1997). *Uniform Building Code.* Intern. Conf. of Build. Offi., Whittier, California.
- UGAS C., GRASES J. y VÁSQUEZ A. (1983). Referencias relativas al terremoto de Caracas del 29-07-67. *Boletín Técnico IMME*, XXI (72-73):223-258, Caracas.
- UGÜETO L. (1935). *Datos y observaciones sismográficas en Venezuela, realizadas por el Servicio Meteorológico Nacional (Observatorio Cajigal).* Gaceta N° 18651, Caracas 18 de Mayo.

- URBINA L. (1979). Información preliminar sobre el sismo del 5-5-79 en la región de Mérida. FUNVISIS, 4p., Caracas.
- VEZGA C. (2002). *Elementos de Ingeniería Sismorresistente*. Maracaibo, 214 p.
- VIZCARRONDO J. A. (1934). Consideraciones generales acerca de las construcciones antisísmicas. *Revista del Colegio de Ingenieros de Venezuela*, N° 102, pp 1121-1124, Caracas.
- WALLIS L.G. (1967). Disertación acerca de las construcciones en Caracas a prueba de terremotos. *Boletín de la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales*, año XXVII, tomo XXVII, N° 76, pp 105-121, Caracas.

## GUMERSINDO TORRES

### INICIADOR DEL NACIONALISMO PETROLERO

*Acad. Aníbal R Martínez  
(Sillón XXXIII)*

*La Cátedra Petrolera del Centro de Estudios Petroleros de la Facultad de Ciencias Económicas y Sociales de La Universidad del Zulia busca nombre adecuado y conforme a su objetivo, resaltar los nacionalismos petroleros. En tal sentido, organizó un ciclo de seminarios sobre el tema, del 13 de junio al 1ro de julio de 2005.*

*El iniciador del ideario que llamamos ahora nacionalismo petrolero es para mí el doctor Gumersindo Torres. Su perennidad radica en la enseñanza fecunda y su conducta intachable. Mantuvo en todo momento la exacta comprensión de la interrelación del interés nacional y los apetitos invariables de las concesionarias.*

*Gumersindo Torres cambió el rumbo y modificó de manera permanente la evolución de la industria petrolera venezolana. Por eso merece que la Cátedra Petrolera de LUZ lleve su nombre.*

Desde el año 1912, la Memoria del ministro de Fomento incluyó referencias específicas a la importancia enorme que para el país significaba el desarrollo de fuentes de petróleo por compañías extranjeras poderosas, que con sus inversiones significativas en regiones pobres, impulsaban el progreso regional. La legislación minera imperante no se correspondía con los adelantos crecientes y generosos en materia petrolera.

El 26 de junio del año 1917, se promulgó la Ley de Talleres y Establecimientos Públicos, primer intento por regularizar las condiciones de trabajo y los derechos de los trabajadores.

#### **Las primeras piedras en el camino**

El 17 de septiembre de 1917 el presidente Gómez designó ministro de Fomento al médico coriano Gumersindo Torres. En octubre, el ministro hizo el anuncio insólito de una nueva visión gubernamental petrolera, al indicar que no se debía seguir otorgando a ciegas contratos para la exploración o la explotación de petróleo.

El 19 de abril de 1918 indicó que lo prudente era ir cautelosamente dictando los reglamentos sobre petróleo, sin comprometer el porvenir. Dos meses después, el 27 de junio, se promulgó la nueva Ley de Minas.

“La Ley del 18” determinó que el otorgamiento de una concesión no confería la propiedad de los depósitos que se descubrieran, sino solamente el derecho de explotar las sustancias. Cuatro artículos trataron con exclusividad del petróleo, incorporando las ideas del ministro Torres.

\*La duración de los títulos se estableció en treinta años,

\*Las rentas superficiales variarían de acuerdo con los volúmenes de la producción

\*La regalía se fijó entre 8% y 15%, de acuerdo con las distancias entre los depósitos petrolíferos y los terminales, y

\*Las áreas que no se encontraran bajo desarrollo debían regresarse al Ejecutivo antes de los tres años. En el texto se incluyeron además las primeras referencias a medidas de conservación de los yacimientos del subsuelo.

De inmediato, el 1.7.1918, el ministro Torres creó en el Ministerio de Fomento la Dirección de Minas, para encargarse de la supervisión de las actividades petroleras que se anticipaban. Antes que terminara el año, el 9 de octubre, hizo promulgar un Decreto Reglamentario del Carbón, Petróleo y Sustancias Similares, en el que estableció que los concesionarios sólo podían trabajar la mitad del área otorgada para la explotación, revertiendo al Estado la otra mitad como “reserva nacional”.

El artículo 17 estableció por primera vez el principio que será llamado de la reversión, conforme al cual, al vencimiento de la concesión, el Gobierno no estará obligado al pago de mejoras de ninguna especie, sino que recibirá la mina con todos sus edificios, maquinarias y obras anexas.

## **La Ley de Hidrocarburos de 1920**

El 19 de junio de 1920, el Congreso de los Estados Unidos de Venezuela promulgó la primera Ley sobre Hidrocarburos y demás Minerales Combustibles. Entre otras disposiciones, se aumentaron las rentas superficiales, se redujo el tamaño de las concesiones, se incrementó el área de las reservas nacionales - que sólo podrían ser concedidas para explotación - y se disminuyó grandemente la lista de artículos de libre importación.

Los lotes debían dividirse en parcelas de 200 hectáreas. El artículo 50 fijó en tres años el lapso para seleccionar parcelas de explotación.



El Estado recibió la facultad de disminuir la regalía hasta el 10%, según fuese conveniente por la ubicación del yacimiento o las dificultades de transporte.

La misma persona o compañía no podía obtener por traspasos más de 40.000 hectáreas, tampoco sería posible entregar los derechos a gobiernos extranjeros, ni a presta-nombres o agentes suyos.

Los concesionarios se obligaban a informar trimestralmente el progreso de sus operaciones. El Ministerio de Fomento recibiría la información técnica de los reservorios y los datos geológicos de los depósitos.

La disposición del artículo 8, conforme al cual, en contradicción con la doctrina secular de la propiedad de la Nación de los yacimientos del subsuelo, se permitió a los propietarios particulares obtener concesiones en sus tierras, se convirtió en el foco de las controversias. Los grupos internacionales ávidos de concesiones consideraron la medida un desatino y un sacrificio injustificado, pues el estímulo a los ciudadanos dueños de tierras debía ser subsidiario al verdadero interés de las empresas, que con todas sus técnicas y capitales estaban preparadas para el riesgoso trabajo de la industria petrolera.

## **Nuevas leyes de hidrocarburos**

Los representantes de las empresas petroleras, concesionarias o no, no perdieron tiempo en preparar su oposición a las estipulaciones de la “Ley del 20” y comenzaron a reunirse regularmente en la Legación de los Estados Unidos, para fomentar que se promulgara una nueva ley de hidrocarburos.

El presidente Gómez, cediendo a las presiones, permitió que algunos funcionarios de las empresas concesionarias ayudaran en la redacción de otra Ley. Así, sin vacilaciones, el Ejecutivo Nacional procedió a hacer sancionar una segunda Ley sobre Hidrocarburos y demás Minerales Combustibles el 2 de junio de 1921. Los 2300 ciudadanos venezolanos que habían pedido que se le otorgaran concesiones sobre sus tierras particulares, las perdieron.

El área permitida para lotes de explotación se cuadruplicó, las regalías se mantuvieron en el 15%, pudiendo recibirse en efectivo o en especie. Las compañías se comprometieron a tratar de evitar daños, desperdicios y otras pérdidas, o incendios.

El proceso se completó un año más tarde. La ley sancionada el 9 de junio de 1922 fue un documento, simple y práctico, en el cual se aumentó

el tamaño de las parcelas de explotación y se extendió su duración a cuarenta años.

Todos los títulos recibidos por compañías norteamericanas se convirtieron a esta Ley bastante liberal que, con pequeñas modificaciones, regularía las actividades de la industria por más de dos décadas.

El 24 del mes, el doctor Torres salió del ministerio, el día que el encargado de la Legación de los Estados Unidos preparaba un informe al Departamento de Estado, en el que aseguró que la “Ley del 22” era la mejor en América Latina.

### **Segunda actuación del doctor Torres**

El general Gómez designó otra vez ministro de Fomento al doctor Gumersindo Torres el 16 de septiembre de 1929. Obviamente, ahora procedería de manera bien diferente.

En octubre, el Ministerio negó la exoneración del pago de impuesto de consumo a la gasolina vendida para el consumo doméstico por la West India Oil a otras empresas, y el ministro llamó seriamente la atención al representante de la Lago Petroleum porque el hospital de la compañía en Maracaibo vendía medicinas exoneradas a personas extrañas y le solicitó a la concesionaria cancelar los impuestos aplicables a sus 116 concesiones sublacustres en el estado Zulia. En diciembre, las compañías petroleras fueron obligadas a pagar Bs 12,5 millones por servicio atrasado de boyas en la barra de Maracaibo.

En abril del año 1930, el ministro Torres pidió a New York and Bermúdez, para el decoro, seriedad y buen nombre de la Administración Pública, prescindir del acuerdo mediante el cual la compañía pagaba al fiscal que inspecciona sus operaciones.

En la Memoria del Despacho de Fomento, el ministro Torres anunció una política de formación de personal y la próxima promulgación del reglamento a la Ley de Hidrocarburos vigente (de julio de 1928).

### **El Servicio Técnico de Hidrocarburos**

El 16 de julio de 1930, el doctor Torres en concordancia con la Ley de Minas nombró los primeros ingenieros venezolanos que actuarían por la República frente a las concesionarias.

El intento de proteger en forma eficiente los intereses nacionales, se concretó el 7 de agosto de 1930, con la promulgación del Reglamento de la “Ley de 1928”, a petición del ministro Torres.

El capítulo VII *De la inspección y fiscalización* impuso que, de conformidad con el derecho que tiene el Ejecutivo Federal, todo trabajo realizado por las concesionarias y las operaciones realizadas que causaran impuesto, debía ser inspeccionado y fiscalizado por medio de las oficinas de inspección técnica y demás empleados, en Maracaibo, Maturín y Coro. De esta manera, se institucionalizó el Servicio Técnico de Hidrocarburos.

El Reglamento determinó la organización del Servicio y los requisitos y atribuciones de los inspectores técnicos y los inspectores de campo. Las concesionarias quedaron obligadas a solicitar permiso para comenzar los trabajos de perforación de un pozo, a informar detalladamente su progreso y cada una de las operaciones de cementación, torpedeamiento, protección de los reservorios y hasta la recuperación de instrumentos perdidos en el hoyo. El desperdicio de gas natural dejándolo salir libremente a la atmósfera quedó absolutamente prohibido.

La fiscalización de la producción de petróleo crudo se comenzó a hacer en los patios de tanques de las áreas productoras, y no con relación al volumen embarcado para la exportación.

Las concesionarias entregaron al ministro Torres el 20 de setiembre de 1930 un Memorando de algunas compañías petroleras sobre el Reglamento de la Ley sobre Hidrocarburos y demás Minerales Combustibles, con copia al Procurador General, en el cual declararon anticonstitucional el Reglamento promulgado un mes antes, y solicitaron una audiencia al presidente de la República.

Las empresas protestaron los requisitos de observancia obligatoria en el levantamiento y trazado de los planos de concesiones, el establecimiento de servidumbres como derecho complementario, la solicitud de permisos necesaria para iniciar las perforaciones y atacaban, con particular ahínco, el capítulo VII que creó el Servicio Técnico de Hidrocarburos.

El escrito incluyó los textos que debían sustituir los artículos correspondientes del Reglamento.

La sección más extensa del Memorando se refirió al más difícil de todos los problemas de la industria petrolera en todos los países, el supuesto desperdicio del gas natural. Las petroleras insinuaron que para que la industria siguiera siendo un negocio lucrativo, debía dejarse perder el gas natural asociado al petróleo. Por la misma causa, tampoco consideraban razonable reinyectar el gas natural a los depósitos del subsuelo.

## **La contestación**

El doctor Gumersindo Torres contestó el Memorando de las petroleras el 18 de octubre de 1930, *Observaciones que el ministro de Fomento hace al Memorando que le han presentado algunas compañías explotadoras de petróleo con observaciones al Reglamento...*

El ministro Torres informó a las compañías petroleras que los ataques al Reglamento los consideraba atentatorios contra la soberanía del país, rechazando el recurso de solicitar una audiencia al presidente de la República, *sin haber padecido daño alguno en sus intereses.*

El ministro explicó a las empresas que las providencias tomadas por el Ejecutivo procuraban obtener directamente, por medio de sus propios funcionarios, la información necesaria para resguardar los intereses nacionales, conocer la marcha de la industria y obtener la información oficial para el cobro de los impuestos correspondientes. En tal sentido, el doctor Torres explicó que, por cuanto las exoneraciones fiscales a las empresas durante los últimos diez años ascendieron a Bs 233 millones y los impuestos recaudados a Bs 172 millones, *el cálculo desconsolador* indicaba que hubiera sido preferible no cobrar los impuestos de explotación, en cambio del pago de los derechos de aduana exonerados.

El ministro Torres aseguró que algunas provisiones se suspenderían, pues no eran aplicables en la práctica, pero que se mantenían todos los procedimientos de fiscalización y supervisión por los inspectores de campo. El permiso previo para perforar era un procedimiento aceptado y cumplido, por ejemplo en los Estados Unidos.

Si bien existe en las explotaciones un límite tolerable a la pérdida por venteo o quema del gas natural asociado, el ministro Torres instó a las concesionarias a evitar el desperdicio, como lo indicaban la docena de plantas en operación, para la extracción de gasolina natural.

El ministro Torres llegó a criticar al propio presidente Gómez, cuando expresó que *a la confianza, lealtad y cordialidad del gobierno, las compañías corresponden instalando fuera del país sus refinerías.*

## **La teoría y la práctica de las operaciones petroleras**

El Servicio Técnico de Hidrocarburos desarrollaba sus competencias de la mejor manera posible. A instancias del Dr Torres, el 24 de noviembre de 1930, el presidente Juan Bautista Pérez decretó el envío de *un grupo de jóvenes ingenieros*, por cuenta de la Nación, a centros avanzados de la

industria petrolera de Estados Unidos, a estudiar los últimos adelantos de esa industria. En consecuencia, el ministro Torres designó a los ingenieros Manuel Guadalajara, Siro Vásquez y Jorge Hernández Guzmán para estudiar la teoría y práctica de las operaciones petroleras en la universidad de Tulsa, Oklahoma, y a los ingenieros Edmundo Luongo Cabello, José Abel Monsalve y José A Delgado para estudiar igualmente en la universidad de Oklahoma en Norman.

Sobre la base de las informaciones estadísticas de la Comisión de Aranceles de los Estados Unidos, el ministro Gumersindo Torres acusó a las petroleras de presentar al Gobierno estados financieros incorrectos. Otra vez fue suficiente y salió del ministerio de Fomento el mes de julio del año 1931, por coincidencia, cuando regresaban al país los primeros graduados de ingeniería del petróleo en Oklahoma.

### **Nacionalismo petrolero**

Entiendo el nacionalismo petrolero como un proceso de vigencia permanente, inacabado, que se refiere a la voluntad popular de dominar y dirigir independientemente la marcha de la industria.

Podría decirse que la nacionalización comenzó poco después de la entrega de las primeras concesiones y el reconocimiento de la eventual capacidad y excepcionales condiciones de los depósitos de hidrocarburos del subsuelo conforme se iban descubriendo.

La primera expresión firme del proceso de nacionalización fue la Ley de Hidrocarburos de 1920. La popularización de los ideales de nacionalización petrolera comenzó con los debates públicos del tema, el año 1943 y la promulgación el mismo año de la Ley de Hidrocarburos. A fines de 1946, con la imposición de un impuesto extraordinario a las ganancias de las compañías petroleras, se utilizó por primera vez el régimen fiscal con fines de reivindicación nacionalista.

En 1954, a pesar de las circunstancias desfavorables del momento, comenzó el movimiento de la venezolanización de la industria. Las últimas concesiones petroleras las entregó la dictadura en 1956-1957.

Al reiniciarse la vida democrática, el proceso de nacionalización recibió impulso definitivo. El principio de política petrolera de “No más concesiones” quedó restaurado y en 1960 se crearon la Corporación Venezolana del Petróleo y la Organización de Países Exportadores de Petróleo. Mediante cambios sucesivos de la Ley de Impuesto sobre la Renta se incrementó significativamente la participación financiera en las ganancias, mientras que por intermedio de la Oficina Técnica de

Hidrocarburos se consolidó la acción supervisora de los proyectos y las operaciones.

A medida que se acercaba 1983 –año cuando por Ley comenzaba a revertir las concesiones- el sentimiento noble de inmediata nacionalización se generalizó y se hizo urgente, mientras la oposición al proceso por parte de las concesionarias se hizo más cerrada y más militante.

En julio de 1971 se promulgó la Ley de Bienes Afectos a Reversión y, antes del mes, la Ley de Reserva al Estado del Gas Natural. El Intevep fue creado luego de muchas dificultades en marzo de 1972.

La Comisión Presidencial de Reversión, instalada en mayo de 1974, cumplió la misión política que le fuera encomendada y pasó al Congreso la Ley de Reserva al Estado de Industria y el Comercio de los Hidrocarburos. El 31 de diciembre de 1975 concluyó la etapa concesionaria y toda la operación de la industria en manos de Petróleos de Venezuela se hizo nacional, no obstante la dependencia tecnológica y la incapacidad de comercialización propia.

Los procesos de privatización o apertura permitieron la contratación de operaciones que van desde la explotación de campos hasta ciertas actividades del mercadeo interno.

El 12 de septiembre de 1999 y el 2 de noviembre de 2001, por decretos leyes presidenciales, entraron en vigencia respectivamente las leyes orgánicas de Hidrocarburos Gaseosos y de Hidrocarburos. La venta pública de acciones de PDVSA se prohíbe expresamente en el artículo 303 de la Constitución.

## **La primera gran figura**

Gumersindo Torres es la primera gran figura notable del petróleo venezolano porque cambió el rumbo y modificó de manera permanente la evolución de la industria petrolera.

Su honestidad en los procedimientos y sinceridad de acción es enseñanza constante. Su visión renovadora y la energía de sus actuaciones son ejemplo edificante de conducta.

El Dr Torres es el precursor indiscutible de un amplio movimiento, natural e incontenible, por el control del petróleo venezolano, en función del beneficio comunitario y el desarrollo propio.

Si se pidiera destacar un rasgo, del cúmulo de sus actuaciones, podría nombrarse el haber mantenido en todo momento la exacta comprensión de la interrelación del interés nacional y los apetitos invariables de las concesionarias.

La perennidad de Gumersindo Torres radica en su enseñanza fecunda, en su conducta intachable y en haber sido el austero iniciador de los ideales que llamamos ahora nacionalismo.

**Nota del Editor:** El Centro de Estudios Petroleros de la Facultad de Ciencias Económicas y Sociales de la Universidad del Zulia decidió nombrar “Gumersindo Torres” la Cátedra Petrolera.

# REFLEXIONES SOBRE FERROCARRILES, PUERTOS Y TRANSPORTE (II)

César Quintini Rosales <sup>(11)</sup>  
(Sillón XIX)

## ENTRANDO EN DETALLES

En el artículo publicado en el anterior Boletín (No 11) nos referimos a una serie de aspectos generales del transporte en Venezuela, destacando la conveniencia de utilizar un enfoque multimodal en los procesos de análisis y planificación, a objeto de obtener los mejores resultados dentro de las limitaciones impuestas por nuestra geografía y por la ocupación territorial de mayor conveniencia para la población.

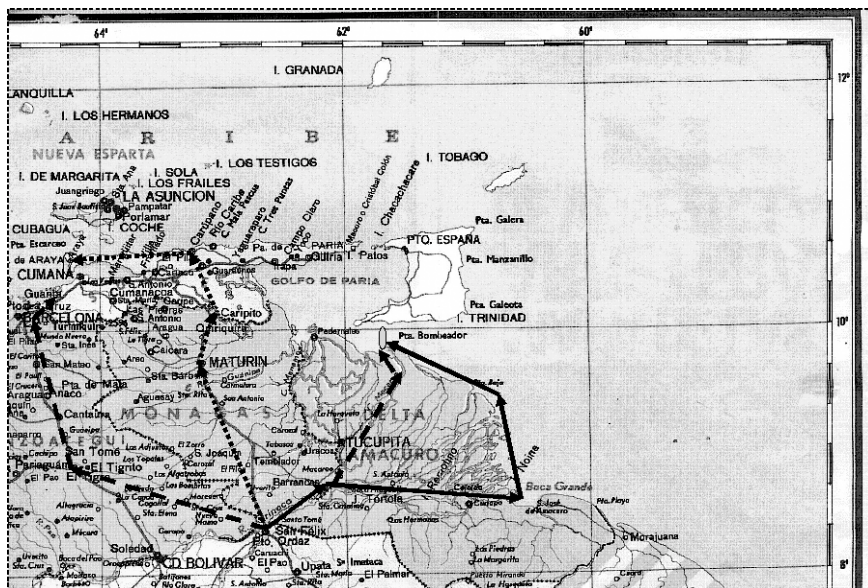


Figura 1 – Rutas alternas de salida de la producción de la Región Sur-Oriental

<sup>11</sup> Individuo de Número y Expresidente de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat



Luego de las consideraciones globales, se pasó a examinar dos proyectos: La línea ferroviaria en construcción Caracas-Valles del Tuy y la línea en proceso de prediseño Matanzas – Maturín – Puerto de Araya. Esta última, aunque definida dentro del marco de un Decreto Ley, todavía no ha tomado un curso de acción irreversible, por lo que vale la pena intentar ampliar el análisis de la propuesta, considerando soluciones alternas que a la larga, pudieran resultar de mayor conveniencia.

## **ANTECEDENTES**

Luego que el desarrollo del transporte carretero, eliminó por completo el tráfico regular de cabotaje por el Orinoco a partir de la década de 1940, a nuestra principal vía fluvial le surgió otra oportunidad. Al entrar en explotación los yacimientos de mineral de hierro en El Pao, Estado Bolívar, la solución multimodal que se puso en práctica fue la de realizar el acopio en la mina utilizando grandes camiones, los que a la vez alimentaban una vía férrea construida entre la mina y el puerto de Palúa ubicado en San Félix, allí el producto era transferido a gabarras que viajando por el Orinoco y siguiendo el curso del Caño Macareo, cruzaban el Golfo de Paria hasta llegar a Puerto de Hierro, ubicado en el Sureste de la Península del mismo nombre, donde el mineral se almacenaba para su eventual transferencia a embarcaciones oceánicas que lo llevarían a su destino final, fundamentalmente la Costa Este de Estados Unidos.

Cuando años más tarde se otorgaron en concesión las minas del Cerro Bolívar, dada la magnitud de los volúmenes a explotar y al hecho de que las facilidades portuarias tanto en San Félix, como en Puerto de Hierro, eran de una empresa competidora de la que tenía la concesión del Cerro Bolívar, era entonces indispensable procurar alguna solución complementaria. Una de ellas era la de también utilizar la navegación Orinoco-Macareo y construir terminales nuevos. Entre las demás soluciones contempladas se destacaban dos: Construir un ferrocarril desde el Cerro Bolívar hasta un puerto al Norte de Anzoátegui o dragar el Orinoco de modo que permitiese el tránsito de los mayores buques oceánicos de la época – los Panamax – de modo que el nuevo puerto que se construyera, se convirtiera en un polo de desarrollo ubicado en la desembocadura del Caroní en el Orinoco.

Prevaleció la solución del puerto oceánico en el Orinoco con la expectativa, ya citada, de que su ejecución sirviese de elemento catalizador para estimular el tráfico fluvial aguas arriba y eventualmente se

reprodujeran las experiencias de Rotterdam, Hamburgo o Nueva Orleans. De haberse optado por la solución ferroviaria, probablemente todo el desarrollo que en efecto ha ocurrido en lo que hoy constituye Ciudad Guayana – a excepción de las instalaciones hidroeléctricas de Macagua – pudo haber ocurrido en la forma de una expansión hacia el Oeste de Ciudad Bolívar. A medio siglo de haberse tomado aquellas decisiones, bien valdría la pena realizar un análisis de sus consecuencias. Puede sí decirse que de no haberse contado con el financiamiento originado por la renta petrolera, el solo puerto oceánico en la confluencia Caroní-Orinoco, no hubiera generado el crecimiento demográfico logrado en Ciudad Guayana. Por otra parte, el único proyecto industrial que genera un retorno rentable para la economía nacional es el Desarrollo del Caroní, cuyas plantas generadoras se podrían haber construido igualmente de haberse adoptado la solución del ferrocarril de mayor extensión, hasta un puerto oceánico en el Norte de Anzoátegui. Es probable que la inversión inicial con el puerto fluvial, resultara menor que la requerida por el ferrocarril hasta la costa caribeña, pero por otra parte es posible que los costos de mantenimiento del canal pudieran haber resultado más costosos que el mantenimiento del mayor recorrido ferroviario. Los datos existen, es simplemente asunto que surja también la voluntad de recabar la información y analizarla.

Una vez construido el terminal oceánico en Puerto Ordaz y habilitado el Orinoco para dar cabida a los grandes barcos mineraleros de la época, las minas de la Guayana Venezolana disfrutaron de una extraordinaria ventaja comparativa durante varias décadas, pues estaban ubicadas apenas a unos cien kilómetros del punto de embarque a los mercados internacionales. Las minas de la competencia, como las ubicadas en Brasil, estando a más de setecientos kilómetros del Océano Atlántico, tenían mayores gastos que agregar por el alto costo del transporte con tan largo recorrido en tierra.

Las cosas comenzaron a cambiar a consecuencia del cierre del Canal Suez, que obligó a los buques petroleros a circunnavegar el África, como en la época de Vasco de Gama. Las consecuencias estratégicas derivadas de esa circunstancia se convirtieron en estímulo para la innovación y condujeron a la construcción de los supertanqueros VLCC y ULCC (Very Large & Ultra Large Crude Carriers)<sup>12</sup> con un tamaño hasta un máximo de 350.000 TPM. Evidentemente que las economías de escala aplicadas al transporte de crudo

---

<sup>12</sup> Ver Transporte Marítimo de Petróleo, por la Economista Ausnción M. de Moreno. – Ediciones Petroleras Foninves No. 6 – Caracas 1977.

resultaban extrapolables al transporte de minerales, especialmente al transporte de mineral de hierro. En consecuencia luego de los supertanqueros aparecieron los supermineraleros y con ellos la necesidad de los terminales de aguas profundas.

Al mismo tiempo, la ubicación de las plantas siderúrgicas a nivel mundial experimentó importantes cambios, con los mayores incrementos en la demanda de mineral situados en el Lejano Oriente. Ello llevó a Brasil a la construcción de su primer terminal de aguas profundas, Tubarao en la ciudad de Vittoria, a tiempo que las nuevas circunstancias crearon las condiciones para justificar la explotación de las minas de la Serra dos Carajás, lo que implicaba la construcción de una vía férrea de casi novecientos kilómetros de longitud y un puerto de aguas profundas en Sao Luis, en el Noreste brasileño. Las grandes inversiones requeridas eran compensadas por las economías de escala derivadas del manejo de unos treinta y cinco millones (35.000.000) de toneladas por año.<sup>13</sup>

## **EL IMPACTO EN VENEZUELA**

Aunque en Venezuela ha existido – con diversos nombres – un ente centralizado de Coordinación y Planificación y existe además una oficina centralizadora del Presupuesto, dichos entes atienden prioritariamente los asuntos de forma y con cierta frecuencia se les escapan las cuestiones estratégicas cuya planificación se delega a las administraciones funcionales, sean ministerios, institutos, corporaciones o empresas estatales. Así decisiones que son válidas desde el punto de vista de la misión de un ente especializado, no lo son necesariamente desde el punto de vista global de la economía del país, sin embargo se ven favorecidas porque cumplen con las formalidades predefinidas.

Evidentemente que al alejarse los mercados, se hacían mayores las ventajas de transportar el mineral de hierro en grandes buques, los que no podían salir cargados de Puerto Ordaz por las limitaciones del canal del Orinoco. Percibida desde el punto de vista de la empresa, para mantenerse competitiva y conservar su presencia en el mercado, ésta debía estar en capacidad de manejar su producción de manera competitiva, por tanto la

---

<sup>13</sup> Mayor información sobre las vías férreas referidas puede encontrarse en libro “Rieles con futuro”, que ha publicado la Corporación Andina de Fomento y del cual hacemos una reseña bibliográfica en este Boletín.

Ferrominera Orinoco, debía procurar hacer uso de barcos de mayor tamaño de los que tenían acceso a Puerto Ordaz.

Visto desde un punto de vista nacional, si bien la exportación de mineral de hierro en su forma natural es una manera de generar divisas, todo el mundo admite que mientras mayor valor agregado nacional se le sume antes de exportarlo, más conveniente resulta para el país. Cosa que es evidente en el caso del mineral de hierro, razón por la cual ya se han instalado en Guayana varias plantas para la prerreducción del mineral y la Industria Siderúrgica ha experimentado un importante crecimiento. Siendo el caso de que aun cuando existen otros importantes yacimientos de mineral de hierro, aquellos no tienen la ubicación y otras condiciones favorables de los que ya se encuentran en explotación, por lo que pudiera resultar ventajoso bajar la intensidad de la extracción. He allí una fuente de conflicto entre los intereses de una empresa estatal, que como empresa siente necesidad de prosperar y el interés nacional que debe velar por preservar recursos para sus necesidades futuras. Al no tener una presencia decisoria y una adecuada capacidad de análisis quienes debieran procurar el mayor beneficio del conjunto, prevalece el interés de la visión puntual de la empresa.

Entre las soluciones que han sido analizadas, decidió adoptarse la de habilitar una estación de transferencia en el Océano Atlántico, en la Boca Grande del Orinoco en el punto donde comienza el Canal del Orinoco, con el fin poder cargar hasta su máxima capacidad (“top off”) los buques de mayor tamaño que no pueden recibir plena carga en Puerto Ordaz. Lamentablemente la ubicación escogida (ver Figura No. 1), por encontrarse a mar abierto, no ofrecía las condiciones adecuadas para el amadrinamiento de las naves requerido para la transferencia del mineral. Como consecuencia de esa circunstancia se optó por una nueva ubicación para la estación de transferencia, llevándola a un sitio cercano a la desembocadura del Caño Macareo, al Sur de Trinidad, donde dicha isla actúa como escudo protector de los vientos del Noreste, lo que crea condiciones de aguas muy tranquilas, a pesar de su ubicación en la costa atlántica.

Desafortunadamente la nueva ubicación aumenta sensiblemente el recorrido de las naves que alimentan la estación de transferencia, si las mismas continúan transitando por la ruta del Canal del Orinoco y además obligan a la navegación en mar abierto, lo que exige el uso de embarcaciones oceánicas. Por tales circunstancias se han venido utilizando

barcos construidos para el transporte a grandes distancias que, por limitaciones del canal, no siempre pueden operar a plena capacidad y por los medios de manejo de carga utilizados pasan un largo porcentaje de su tiempo en puerto, cosa que no ocurre cuando se utilizan para el transporte a grandes distancias. Dado el caso de que el tiempo en puerto genera costos comparables al del tiempo en ruta, pero no presta servicio alguno de transporte, ello pesa severamente en los correspondientes costos unitarios.

Sería interesante que se hiciera (y divulgara) una comparación de costos entre el transporte de minerales en el Rin, el Mississippi, los Grandes Lagos y el Orinoco, fundamentalmente en lo que se refiere al transporte de bauxita desde Puerto Gumilla y el de mineral de hierro a la Estación de Transferencia, tomando en cuenta que los activos utilizados en la bauxita solamente se utilizan no más de un sesenta por ciento del tiempo y de que en Venezuela el combustible se vende a precios considerablemente inferiores a los precios del mercado mundial.

Volviendo al problema, ha sido un planteamiento constante a lo largo del tiempo, que la construcción de una vía férrea hasta un puerto de aguas profundas, colocaría a Venezuela en posición competitiva en el mercado de exportación de mineral de hierro y de paso se aspira a que con la construcción de la vía férrea y la construcción del puerto de aguas profundas, este último se constituya en un polo de desarrollo y la vía férrea a su vez se convierta en un eje de desarrollo.

En virtud de las consideraciones anteriores se han examinado, como ya se expuso en la primera parte de este trabajo, una serie de rutas para llenar la expectativa planteada. Entre las consideradas están las siguientes: 1.- Puerto Ordaz-Punta Barima, al Sur del Orinoco, 2.- Puerto Ordaz-Jose, en el Norte de Anzoategui, 3.-Puerto Ordaz-Guacarapo (Golfo de Cariaco), 4.-Puerto Ordaz-Güiria y 5.-Puerto Ordaz-Araya<sup>14</sup>. Finalmente se ha escogido y ratificado en el Decreto Ley del 13 de Septiembre de 2001 la ruta que, pasando por Maturín, termine en un futuro puerto de Aguas Profundas de Araya.

---

<sup>14</sup> Originalmente en los años cincuenta se había estudiado la ruta ya mencionada Cerro Bolívar-Anzoategui, terminando en el área de Guaraguao, que era un puerto adecuado para las embarcaciones de entonces.

## **CONSIDERACIONES: CARGA EXISTENTE Y CARGA POTENCIAL**

La única carga conocida que pudiera hacer uso regular y eficiente del ferrocarril y del puerto de aguas profundas es el mineral de hierro exportado por la Ferrominera. Ni el mineral prerreducido, ni los productos terminados de la siderúrgica, ni de la planta de aluminio se exportan en volúmenes que no puedan ser manejados en embarcaciones convencionales aptas para entrar al Orinoco todo el año. Si bien algunos productos pudieran beneficiarse de los fletes menores de un porta-contenedores de gran tamaño, dicha reducción de costos probablemente no compensará el costo del manejo y el tiempo de espera adicionales que surgirían con dicha alternativa.

La producción nacional de mineral de hierro está en el orden de un tope de dieciocho millones de toneladas por año (18.000.000 ton/año)<sup>15</sup>, ello implica que luego de reducido el tonelaje requerido para la industria siderúrgica y el consumo de las plantas de pre-reducción y compactación, restan para la exportación en la forma de mineral crudo unos ocho millones de toneladas.

Las cifras dadas al público en declaraciones de prensa por las autoridades ferroviarias indican que el Ferrocarril Caracas-Tuy de unos cuarentidos kilómetros (42km) de longitud, habrá de costar más de dos mil cien millones de dólares (2.100 MM\$), lo que arrojaría un costo unitario de cincuenta millones de dólares por kilómetro (50 MM\$/km). Dadas las características de esa obra, dichas cifras no pueden tomarse como término de referencia para un ferrocarril Puerto Ordaz – Araya. Pero podría aceptarse como razonable un costo unitario de la tercera parte, o sea de dieciseis millones de dólares (16 MM\$/km), que para una ruta de más de trescientos kilómetros, arrojaría un costo total del orden de los cinco mil millones de dólares para la construcción de una vía férrea.

El costo financiero para toda la Nación calculado según el orden de magnitud de las tasas de interés (8% anual) que se pagan por deudas contraídas para obras de infraestructura, estarían en el orden de los cuatrocientos millones de dólares al año (400 MM\$/año) los cuales, habría

---

<sup>15</sup> Según cifras tomadas del Mensaje Presidencial a la Asamblea Nacional relativas al año 2003.

que imputar a los ocho millones de toneladas de mineral de hierro, hasta tanto surja otra carga de significación que asuma una proporción importante de dicho costo. Eso implica que para la economía nacional cada tonelada exportada de mineral de hierro tiene un costo financiero de cincuenta dólares (\$ 50/ton), a lo que habría que agregar los costos de mantenimiento, operación y gestión del ferrocarril. Es posible que se adopte la práctica de aplicar un subsidio, de modo que el flete a pagar por concepto del transporte ferroviario, resulte menor que lo que ahora se paga en el esquema actual basado en la Estación de Transferencia, lo cual pudiera restaurar la competitividad desde el punto de vista de la contabilidad de la empresa minera, pero como exportadora de mineral de hierro, nuestra Nación no sería competitiva.<sup>16</sup>

Ya en la primera parte de este trabajo, se señalan los numerosos inconvenientes derivados de no imputar los costos a las actividades que los generan y las desviaciones en que se incurre al pretender de que se está realizando una preinversión, porque se están creando condiciones para un supuesto desarrollo que habrá de surgir como consecuencia de la infraestructura propuesta, sea un puerto, un puente, un ferrocarril o una autopista.

Pudiera ser que en Venezuela ese no sea el caso, pero en Norteamérica, Europa y en el resto del mundo, el transporte fluvial de minerales y otros productos, cuando el tiempo de viaje no es un factor determinante, es significativamente menor que el realizado en cualquier otra forma de transporte terrestre. Es muy difícil entender que en Venezuela resulte menos costoso transportar un producto a granel por cuatrocientos kilómetros de ferrocarril, que hacerlo a lo largo de doscientos kilómetros de una vía fluvial. Las cifras preliminares manejadas en los párrafos precedentes dan una buena indicación al respecto.

Dentro del marco organizacional de la Corporación Venezolana de Guayana, existen sistemas de transporte que utilizan los tres modos de transporte aplicables a esta situación. Hay tres vías férreas para el transporte de minerales: Una de Bauxilum y dos de Ferrominera, hay múltiples operaciones a base de camiones y está el tráfico de gabarras que usan la

---

<sup>16</sup> Para finales del tercer trimestre de 2005, los precios del mineral de hierro en el mercado ocasional (“spot”) eran del orden de 50 US\$/ton, pero el precio promedio de los contratos para ventas regulares era del orden de los 17 US\$/ton. (Fuente: People’s Daily on Line - <http://english.peopledaily.com.cn>)

tecnología del Mississippi para el traslado de la bauxita de Puerto Gumilla a Puerto Ordaz, reiteramos lo planteado en la primera parte de este artículo, en el sentido de que los datos generados en las operaciones citadas deben ser integrados, para disponer de elementos de juicio confiables, para apoyar las decisiones que se tomen.

Es oportuno señalar que la vía férrea Ciudad Piar – Puerto Ordaz, tiene la característica de que existe un descenso continuo en la dirección en que los trenes viajan cargados, por lo que las locomotoras solamente requieren un esfuerzo de tracción importante en el viaje de retorno a la mina cuando los vagones están vacíos. Ese no es el caso de una ruta hacia Maturín y Araya, pues aunque se trata de terrenos planos, habrá casos en que el tren cargado debe negociar ciertas pendientes, lo que pudiera implicar mayores esfuerzos de tracción y un mayor consumo de combustible que en las condiciones actuales.

Para ilustrar la comparación, obsérvese que para transportar diez mil toneladas de carga, (10.000 Ton) se necesitan cien (100) vagones de cien toneladas (100T) cada uno, con un total de cuatrocientos (400) ejes y ochocientos (800) ruedas, requiriendo probablemente al menos un conjunto de tres locomotoras para movilizar el tren que se conforme. Un remolcador en el Orinoco, moviliza treinta mil toneladas (30.000T) de bauxita empujando veinte (20) gabarras de mil quinientas toneladas (1.500T) cada una. Evidentemente la inversión en el equipo ferroviario es significativamente mayor, pero desde luego la velocidad es mayor en el ferrocarril. Pero en este caso la velocidad no genera mayores ventajas.

Hay otras cargas, además del mineral de hierro, que hoy salen o llegan a Ciudad Guayana que en el futuro pudieran utilizar el Puerto de Aguas Profundas de Araya. Por ejemplo los despachos de mineral de hierro prerreducido, los cuales se hacen en volúmenes que no requieren barcos de un calado mayor que los que actualmente circulan por el Orinoco. Esos son despachos por encargo especial y a destino único, que dirigiéndose a grandes distancias, en nada educirían su recorrido saliendo desde el nuevo puerto, pero tendrían el costo adicional del recorrido ferroviario y el manejo adicional que ello implica. Similares comentarios serían aplicables a los viajes contratados para los despachos exclusivos de aluminio o de productos siderúrgicos, en ese caso el recorrido y el manejo adicional probablemente generen costos superiores que los ocasionados por el recorrido de ida y vuelta por las doscientas millas náuticas que tiene el canal del Orinoco.



Otras cargas menores cuyo volumen no justifica la entrada de barcos hasta Puerto Ordaz para levantarlas, son en la actualidad despachados por vía terrestre hasta los puertos caribeños en el Norte de la República, pudieran ser despachados hacia el nuevo puerto de aguas profundas, pero el costo de su traslado – a menos que sea subsidiado – no sería mucho menor que el transporte por carretera y se enfrentaría el inconveniente de que los grandes barcos portacontenedores tienen en la actualidad destinos restringidos y los transportes de carga general, casi siempre con tamaños inferiores a las 30.000 TPM, tocarían con menor frecuencia en un puerto de aguas profundas alejado de los principales centros de producción y comercio, que en puertos tradicionales con mucho mayor movimiento. No se puede olvidar que la frecuencia de los viajes es un factor tan importante como los fletes y a veces la importancia de la frecuencia es mayor.

Consideraciones similares son aplicables para las cargas que se reciben. En efecto tanto la industria siderúrgica, como la industria petrolera y la del aluminio importan a granel insumos especiales que requieren embarques exclusivos, ninguno de ellos son de tal cuantía que requieran ser transportados en buques de gran calado que solo puedan llegar a un puerto de aguas profundas. Nada se ganaría si esas embarcaciones dejaran de entrar al Orinoco, donde pueden hacerlo durante todo el año y atracaran en un puerto del Norte – de aguas profundas o no – para luego usar algún modo de transporte terrestre, incluido el ferrocarril, para enviar la carga hasta Puerto Ordaz.

Las cargas en lotes menores llegados a los puertos del Caribe venezolano con destino a Puerto Ordaz, responden a las mismas consideraciones aplicadas a cargas similares de exportación y su destino a un nuevo puerto, pudiera beneficiarse si el transporte ferroviario pudiera ser subsidiado, circunstancia que favorecería a los dueños de la carga, pero igualmente seguiría siendo un costo para la economía nacional.

Por otro parte, la carga que ahora se origina en la región en el área de influencia de la línea férrea propuesta y que ahora se moviliza por carretera, pudiera beneficiarse de las tarifas subsidiadas, pero se vería afectada por la menor frecuencia de los viajes y el manejo adicional de la carga.

En una época, SIDOR estuvo examinando la posibilidad de reactivar el tráfico de cabotaje para transportar sus productos terminados hasta puertos

al Oeste de La Guaira, inclusive llegó a construir un almacén en Puerto Cabello. Las cifras obtenidas en los estudios realizados, indicaban que el costo del transporte era considerablemente menor que los costos por carretera, excepto por el hecho de que los costos de manejo de los productos en el puerto de llegada, encarecían la operación de tal manera, que terminaba costando más que el transporte por tierra.<sup>17</sup>

Pudiera ser que con un terminal ferroviario en la Costa Nororiental, los productos de las plantas de acero y aluminio se lleven en contenedores especiales desde Matanzas a dicho puerto y luego se trasladen por vía acuática hasta el terminal ferroviario de Puerto Cabello, desde donde pudieran ser transportados hasta centros de distribución en puntos seleccionados del Ferrocarril de Occidente.

De igual manera, aunque en la práctica actual los barcos petroleros están diseñados para transportar exclusivamente petróleo, es importante señalar que un gran mineralero lleva varias decenas de miles de barriles para consumo propio, cantidad que es del mismo orden de magnitud que los despachos de combustible que se hacen a varias islas del Caribe. ¿Existirá la capacidad de diseñar un tanquero que, además de transportar hidrocarburos, pueda transportar también algunos contenedores? De ser así los productos manufacturados en Venezuela podrían ser transportados a costos sumamente convenientes hacia mercados que a pesar de estar dentro de nuestra área de influencia, son atendidos por otros proveedores.

## **CONSIDERACIONES: PUERTOS DE AGUAS PROFUNDAS**

Sin duda alguna las economías de escala se logran, cuando existiendo la necesidad de procesar o transportar grandes volúmenes, se procuran equipos e instalaciones de grandes dimensiones, lo que generalmente se traduce en costos unitarios menores. Pero en primer lugar debe existir la certeza de la necesidad, es decir, debe existir el mercado. Sin embargo, no necesariamente por existir la oferta se garantiza la demanda.

Por el contrario, si ya existe la demanda y las instalaciones existentes se encuentran copadas y operan ineficientemente, existe una alta probabilidad de que la dotación de instalaciones y equipos de mayor capacidad podrán crear las condiciones para generar economías de escala y

---

<sup>17</sup> En la Biblioteca de la ANIH, se encuentran documentos con los estudios realizados.

las condiciones más atractivas contribuirán a estimular el crecimiento de la demanda existente. A mayor tamaño es generalmente posible que los costos unitarios resulten menores, pero es bueno entender que los costos totales los determina la capacidad, mientras que los costos unitarios van en relación inversa a la magnitud de la demanda, de modo que al sobredimensionar una instalación los costos unitarios reales pueden resultar muy superiores a los costos unitarios teóricos, es decir los calculados en base a la premisa de que la instalación o el equipo adquirido se utilizan a plena capacidad. Aunque esto es asunto de fácil comprensión, vale la pena ilustrarlo con algunos ejemplos elementales: Si el costo de hacer un viaje en un taxi que admite cómodamente cuatro pasajeros es de cien unidades (100U), entonces el costo unitario por pasajero sería de veinticinco unidades (25U/p). Por otra parte si un autobús que puede transportar cómodamente cuarenta (40) pasajeros, tiene un costo total para el mismo recorrido de cuatrocientas unidades (400U), entonces el costo unitario a plena carga sería de solamente diez unidades por pasajero (10U/p). Evidentemente, de ser necesario transportar cuarenta pasajeros, es menos costoso llevarlos en autobús, que trasladarlos en diez vehículos. Todavía en el caso de que el número de pasajeros a transportar fuera de solamente veinte, el desembolso por el autobús aún siendo de cuatrocientas unidades (400U), sería menor que la utilización de cinco vehículos cuyo costo sería de quinientas unidades (500U). Sería incalificable que en base a que el costo unitario teórico del autobús es de sólo diez unidades (10U/p), se pretendiera contratar un autobús para movilizar un solo pasajero. De igual manera si una ciudad pequeña tiene poco tráfico aéreo porque tiene un aeropuerto pequeño, no puede pretender que se le construya un gran aeropuerto para que vayan allí grandes aviones y entonces lleguen muchos pasajeros.

En Venezuela, inclusive en las épocas de mayor bonanza, ciudades medianas dotadas de aeropuertos con capacidad para aceptar aviones comerciales de retropropulsión, simplemente no estaban incluidas en los itinerarios de las líneas que ofrecían vuelos regulares porque no había demanda. Cuando por fin algunas líneas introdujeron aviones con hélice de menores dimensiones, más adecuados a la demanda potencial de aquellas ciudades, no solamente fueron incluidas en los itinerarios regulares las ciudades menores, sino que en ciudades que antes eran atendidas con una baja frecuencia de vuelos, se vieron con un número mayor de vuelos y un notable incremento en el tráfico de pasajeros.

Los puertos, aeropuertos, terminales de autobuses y estaciones ferroviarias, no solamente dependen de su capacidad de manejar naves, aeronaves o vehículos, según sea el caso, requieren que existan pasajeros y carga que necesiten y deseen llegar y salir de ese destino y además que exista un sistema de transporte asociado que lo vincule a un mercado capaz de absorber y generar los volúmenes de carga y pasajeros que permitan la utilización adecuada de la capacidad del terminal. Si lo que se pretende es atraer nuevo tráfico a partir de los supuestos bajos costos unitarios de una gran instalación, resulta mucho menos costoso subsidiar directamente las tarifas, que hacerlo de manera oculta al no imputar en las tarifas el costo financiero real de las instalaciones.

En el caso concreto de la exportación del mineral de hierro, es evidente que si lo que incide mayormente en el costo del transporte es el tramo oceánico de larga distancia, entonces se requiere disponer de un puerto de aguas profundas para recibir los grandes buques mineraleros, Queda entonces por determinar la ubicación del puerto, cuyo acceso con el mineral a ser exportado resulte menos costoso, ello implica minimizar los costos totales de la infraestructura, de los equipos y de la operación. Aunque las condiciones naturales del sitio escogido determinarán el costo de las instalaciones portuarias, la variación entre ubicaciones alternas no debe ser de grandes proporciones, puede haber sí notables diferencias en el medio de transporte que enlace el punto de origen de la carga y el sitio específico del puerto. Cuando se trata de comparar la construcción de un ferrocarril de más de trescientos kilómetros y su equipamiento, con respecto a la rehabilitación de una vía acuática que ya ha sido previamente utilizada y cuya longitud es menor que la de la ferrovía, tomando en cuenta que por ella pueden circular sin problema gabarras de hasta cinco mil toneladas, aún sin contar con cifras detalladas puede llegarse fácilmente a la conclusión de que la vía acuática constituye un contendor serio y no debe descartarse sin haber investigado su factibilidad con adecuado detenimiento, así lo demuestran las cifras preliminares mostradas en párrafos precedentes.

La ubicación del terminal portuario puede generar variaciones importantes en el costo de las obras que deban realizarse. Es posible que para los volúmenes de exportación previstos para el mineral de hierro, que una solución basada en la prolongación de la vida útil de la actual Estación de Transferencia, o la adopción de una solución similar pudiera resultar adecuada, al menos para un terminal ubicado en la desembocadura del

Macareo. Entendemos que no sería ese tipo de solución la que se pondría en práctica en Araya.

Ya se ha comentado que el hecho de que se construya un puerto de aguas profundas para el manejo de minerales a granel, no implica que esa ubicación sea la mejor para que allí se instale un terminal que admita grandes barcos portacontenedores. En Venezuela no se manejan mayores volúmenes de contenedores, no por limitaciones en el calado de los puertos, sino por limitaciones en la capacidad de manejo en los terminales y porque el mercado no genera, ni atrae los números de contenedores que justifiquen la visita de barcos mayores. Eso ya se mencionó en la primera parte de este trabajo y lo reiteramos ahora.

En una reciente publicación de la CEPAL<sup>18</sup> Puerto Cabello es el único puerto venezolano que aparece en la lista de los Primeros 24 Puertos de América Latina y El Caribe y ocupa el puesto 19 con un total de 380.039 TEU en 2003. El segundo en la lista es el puerto de Santos, que sirve a Sao Paulo, en Brasil, manejó en 2003 un total de 1.560.963 TEU. Hamburgo que por ser un puerto fluvial<sup>19</sup>, no es un puerto de aguas profundas, ese año manejó seis millones de TEU colocándose en el noveno puesto a nivel mundial entre los grandes puertos de contenedores.

No es pues el calado de los puertos el que determina el volumen de contenedores manejados y aún siendo así, debe procurarse que su ubicación sea lo más cercana posible a los sitios de origen y destino de la carga. En ese sentido, Puerto La Cruz (Guaraguao) y Puerto Cabello parecieran ser las ubicaciones más atractivas con respecto a otras localidades venezolanas, aún cuando sus condiciones naturales pudieran requerir obras de ingeniería importantes para incrementar sus actuales profundidades.

## **OPORTUNIDADES QUE SURGEN**

Si las estimaciones preliminares aquí expuestas son sometidas a estudios más detallados, podrá confirmarse que en efecto la solución menos costosa para llevar el mineral de hierro hasta un terminal de aguas

---

<sup>18</sup> Puertos y transporte marítimo en América Latina y El Caribe: Un análisis de su desempeño reciente – Informe elaborado por Ricardo J. Sánchez – CEPAL 2004.

<sup>19</sup> Hamburgo admite buques de 12.80 m de calado en agua dulce, según se puede leer en el sitio de dicho puerto en Internet.

profundas, puede lograrse mediante la rehabilitación del Caño Macareo para navegarlo con gabarras, cuyo costo de espera en puerto es muy bajo.

Siendo el caso que las embarcaciones regresan vacías aguas arriba, el costo de transportar cualquier mercancía en ellas en el viaje de retorno resultaría insignificante. En ese caso la carga en contenedores que se recibiera de buques oceánicos en un terminal ubicado en la desembocadura del Caño Macareo, además de tener acceso todo el año a Ciudad Guayana también podría llegar sin restricciones estacionales a Monagas y Anzoategui, con algunas limitaciones para penetrar más al Oeste, pero con la certeza de que en la estación de aguas altas pudiera llegar hasta Cabruta, Caicara, San Fernando de Apure, Puerto Ayacucho, Puerto Páez y a Puerto Carreño en Colombia, aprovechando que las gabarras que transportan la bauxita, también hacen su viaje de retorno vacías. Sería esa una forma muy efectiva de vitalizar el Eje Orinoco-Apure.

Desde luego que al despachar el mineral de hierro por el Caño Macareo, poco sería el movimiento de carga que pudiera tener un ferrocarril con destino a un puerto en Araya y no habría justificación alguna para un terminal de aguas profundas. Por otra parte, tampoco a lo largo de la ruta existe carga, ni hay probabilidades de que se genere en el futuro, que no pueda ser manejada convenientemente por las carreteras de Monagas.

Si bien las experiencias previas, tanto de Venezuela, como del exterior, así como los números derivados de premisas realistas, señalan que son bien bajas las probabilidades de que las inversiones en ferrocarriles sean las que mayores beneficios ofrecen para la economía venezolana, no se puede ignorar la creencia generalizada en el país, compartida incluso por gente muy calificada, de que las expectativas ferroviarias son realizables y que no se puede desechar todo un Plan Nacional tan cuidadosamente concebido.

Si es ese el caso, debe procurarse una ruta en el eje Norte-Sur de Oriente, que aun cuando no cuente con el tráfico del mineral de hierro, pueda manejar un importante volumen de carga que hoy viaja por carretera, con costos operativos – excluidos costos financieros – que resulten menos onerosos que los del transporte carretero. Esa ruta es Puerto Ordaz – Anaco – Puerto La Cruz/Guanta, siendo Anaco el punto de cruce de la Troncal Ferroviaria Este – Oeste que prevé el enlace de Maturín con Acarigua.

La ruta que utilice a Guanta como punto terminal, tiene la ventaja de que llega a un puerto ya establecido que ya está servido por una vía férrea que solamente hace falta rescatarla. Ya se han mencionado en la primera parte de este trabajo las ventajas geográficas de esta ruta, la cual ya ha sido estudiada previamente.

## **PUNTOS DE ACCION**

- 1.- Utilizar la información de las operaciones de transporte a granel de minerales que se han venido realizando en Venezuela durante los últimos cincuenta años, así como la información generada en la construcción de líneas férreas, para determinar la solución más conveniente para la exportación de mineral de hierro. Comparando las alternativas aquí propuestas, con las previamente comprometidas: Guanta + Macareo vs Araya.
- 2.- Determinar la forma más conveniente de unir por vía acuática el Eje Ferroviario de Oriente, con el Eje Ferroviario de Occidente que existe desde hace cincuenta años.
- 3.- Determinar el potencial movimiento de carga desde un puerto en el Caño Macareo hacia los puertos en el Eje Orinoco-Apure, tomando en consideración que los equipos que transportan minerales, viajan sin carga en el viaje de retorno.
- 4.- Realizar investigaciones conducentes a determinar la practicabilidad, de diseñar y construir embarcaciones de doble propósito, que además de transportar combustibles a los países de Centro América y el Caribe, puedan transportar un tonelaje limitado de contenedores con productos diversos.

**BIBLIOGRAFIA:** Las referencias consultadas se han citado en las notas numeradas.

## Nota de Duelo

Con gran pesar reportamos el fallecimiento del Ingeniero Guillermo Capriles Echeverría, ocurrido mientras se encontraba en proceso de la presente edición del Boletín de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat (ANIH), en cuyas páginas siguientes está publicado el artículo **“Pasado y Futuro del Sector Eléctrico”**, documento elaborado a partir de la conferencia que sobre el mismo tema, presentara el Ingeniero Capriles en la sede de nuestra Academia.

El Ingeniero Guillermo Capriles Echeverría dedicó su larga y fructífera carrera al desarrollo eléctrico de Venezuela. Iniciándose desde su época de estudiante en el Departamento de Electricidad de la Corporación Venezolana de Fomento, ente organizativo que a partir de 1946 dio origen a numerosas empresas eléctricas regionales que posteriormente se integraron para conformar la C. A. de Administración y Fomento Eléctrico (CADAFE) creada en 1958 y de cuyo equipo fundador fue parte el Ingeniero Capriles.

Concluida su labor en CADAFE se incorporó como Asesor de la Cámara Venezolana de la Industria Eléctrica y allí participó en la elaboración de numerosas publicaciones y en la organización de cursos y eventos nacionales e internacionales, relacionados con la Industria Eléctrica, manteniéndose activo hasta finales de 2005, cuando debió retirarse por motivos de salud. Su valiosa contribución al desarrollo de la electricidad en Venezuela, perpetuará su recuerdo.



# PASADO Y FUTURO DEL SECTOR ELÉCTRICO

*Ing° Guillermo Capriles Echeverría*

## ANTES DE 1946

Se destaca los esfuerzos de empresarios venezolanos en la producción de energía eléctrica con fines comerciales en los años finales del siglo XIX.

Para ese entonces el país era primordialmente rural y muy lejos de disfrutar del desarrollo que produjo en Europa la llamada “Revolución Industrial”.

Para fines del siglo e inicio del XX, la población no sobrepasaba los 2.400.000 habitantes.

Sin embargo, existieron hombres que comenzaron a experimentar y luego aplicar comercialmente sistemas de electrificación, algo considerado como una novedad en Europa y Estados Unidos.

En Venezuela en 1881 la empresa distribuidora de gas se transformó en la Compañía de Gas y Luz Eléctricas operando una pequeña planta generadora en un inmueble de Caracas.

En 1883, centenario del nacimiento de Simón Bolívar, se iluminó la fachada del Teatro Municipal mediante electricidad.

En Maracaibo con motivo del nacimiento del General Rafael Urdaneta, el 28 de Octubre de 1888, se puso en servicio el alumbrado público de la ciudad. El promotor fue el Sr. Jaime Carrillo, quien formalizó la empresa en 1889 bajo la razón social “The Maracaibo Electric Light Co.”

En 1887 fue inaugurada la planta hidroeléctrica “El Encantado” utilizando aguas del río Guaire con capacidad de 420 kW. La energía eléctrica se transportaba a Caracas mediante una línea operando a 5 kV.

Entre 1887 y 1934 la Electricidad de Caracas añadió centrales hidroeléctricas tales como las llamadas “Los Naranjos”, “Lira”, “Mamo”,

“Caoma”, “Marapa” y en 1934 “Curupao” e “Izcaragua” en el denominado Sistema Guarenas.

Además de estas hidroeléctricas, la Electricidad de Caracas puso en servicio plantas generadoras con motores diesel en Santa Rosa y La Guaira y la termoeléctrica Ricardo Zuloaga que para 1934 alcanzó los 34.500 kW.

Adicionalmente a las hidroeléctricas señaladas, existieron en la geografía nacional plantas eléctricas de este tipo para alimentar total o parcialmente ciudades tales como La Victoria, San Juan de los Morros, Maracay, Valencia, Puerto Cabello, San Carlos, El Tocuyo, Valera, Boconó, Mérida, Tovar, San Cristóbal. La mayor parte de estas instalaciones eran de poca capacidad de producción, con poca regulación mediante embalses y con poca posibilidad de ampliación. Las gobernaciones y municipalidades instalaron pequeñas plantas diesel, muchas de ellas de operación diaria discontinua.

En Maracaibo, Barquisimeto y Ciudad Bolívar construyeron plantas termoeléctricas a vapor o con motores diesel técnicamente concebidas. Las empresas petroleras construyeron centrales para su propio servicio y alimentación de los campamentos del personal ejecutivo y obrero.

En los años 40 se creó en el entonces Ministerio de Fomento la “Sección de Energía Eléctrica” adscrita a la Dirección de Industria y Comercio. La sección de energía incorporó jóvenes estudiantes de ingeniería civil así como profesionales y técnicos llegados al país como consecuencia de la segunda guerra mundial.

Para 1946 con una población de 4.700.000 habitantes se disponía de 9,4 vatios/hab que alcanzaba a 37 vatios/hab al incorporar las instalaciones de generación de las petroleras.

La Sección de Energía Eléctrica del M.F. emprendió estudios y proyectos de electrificación en Nirgua, Valle de la Pascua, Cumaná y Maturín.

### **Período 1946 – 1950**

En 1946 se crea la Corporación Venezolana de Fomento (CVF), Instituto autónomo adscrito al MF, cuyo objetivo básico era promover en el

país el desarrollo industrial y en especial el ligado al agro. Entendió que para alcanzar su propósito, además de otorgar crédito a los promotores, era necesario promover los servicios y como infraestructura básica y especialmente la electricidad. A este respecto la CVF emitió la declaración siguiente:

“Toda acción energética encaminada a aumentar la producción industrial y agrícola del país, debe tener como base el desarrollo de los combustibles y en general del fluido eléctrico, pues unos y otros son indispensables para la producción.

Respecto a la electricidad, cuya producción resulta deficiente, anticuada y antieconómica, la CVF llevará a cabo en 1947 estudios extensos en materia hidráulica y su posible aplicación de modo de determinar hasta que punto las necesidades nacionales pueden ser cubiertas con instalaciones hidroeléctricas o mediante plantas térmicas.”

Para el momento de la “declaración” la CVF encontró que el servicio básico de energía eléctrica no había sido planificado ni controlado; con una falta total de estadísticas, con planos topográficos inexistentes en la cuenca de los principales ríos y sin registros de aforos, sin proyección de la demanda de electricidad y lo que es peor con una carencia de recurso humano calificado.

La declaración anterior constituye el punto de arranque de la electrificación integral del sector eléctrico del país, quedando encargada la CVF de su desarrollo.

En atención a la falta de planificación, la CVF contrató en 1947 a la firma consultora Burns and Roe para prestar servicios tendientes a determinar la demanda nacional y regional, así como establecer pautas para transmisión y distribución de energía eléctrica.

Se creó el Departamento de Electricidad, adscrita a la Sub Gerencia Técnica. El primer Jefe del Departamento fue el Ing. Alejandro Huizi Cordero, ingeniero civil, graduado en 1938, con curso de especialización en ingeniería eléctrica en universidades norteamericanas.

Al Departamento de Electricidad ingresaron estudiantes de ingeniería civil en su último año de la Universidad Central de Venezuela, entre los

cuales se encontraba mi persona y Carlos Acosta Sierra, quien llegó a ser Presidente de CADAPE (1963-1966).

En 1949 fue adscrita a la CVF la Sección de Energía Eléctrica del MF, quedando así en el instituto la responsabilidad del desarrollo eléctrico por el gobierno. Es de señalar que las actividades de las empresas privadas operando en Caracas, Valencia, Maracaibo, Barquisimeto y Ciudad Bolívar fueron respetadas.

Los consultores con el apoyo de ingenieros y técnicos venezolanos decidieron recomendar un programa de electrificación en las etapas siguientes:

- \* Construcción de plantas diesel de poca capacidad en la mayoría de las capitales de Estados y ciudades importantes en reemplazo de las existentes allí. Construcción de líneas de alimentación a voltajes de 34,5 kV para alimentar las poblaciones vecinas a los núcleos de generación y construcción de redes de distribución en esas poblaciones bajo diseño moderno.

Esta etapa tenía como propósito crear una serie de células de electrificación diseminadas en todo el país propiciando el desarrollo de la demanda.

- \* Construcción, en su oportunidad, de centrales térmicas e hidroeléctricas de mayor capacidad, de las cuales derivaron líneas de transmisión, operando a tensiones superiores a los 69 kV, a las ciudades electrificadas en la primera etapa, reemplazando sus centrales por subestaciones. Los equipos sustituidos se trasladarían a otras poblaciones aun no electrificadas.

Esta etapa tenía como propósito crear nuevas células de electrificación de mayor tamaño al consolidar en un área mayor las realizadas en la etapa anterior.

- \* Interconexión progresiva de las grandes centrales térmicas e hidroeléctricas para obtener un sistema hidrotérmico integrado con las plantas operando en sincronismo.

Adicionalmente recomendaron:

- Unificar la frecuencia a 60 ciclos en previsión de la futura interconexión.
- Normas “standard” para la construcción de líneas de transmisión, de alimentación y redes de distribución.

El recurso económico anual para el desarrollo del programa de electrificación sería provisto por la CVF, dentro de los aportes anuales destinados a dicho instituto dentro del presupuesto del MF.

### **Período 1950 – 1960**

En este lapso se inició la primera etapa del plan recomendado por los consultores, siendo necesario adquirir varias empresas privadas, municipales y estatales. Al adquirir estas empresas, la CVF por intermedio de su Sub-Gerencia Técnica y sus Departamentos de Electricidad e Ingeniería Civil construyó plantas diesel, nuevas redes de distribución y líneas de alimentación a 34,5 kV que conformaron nuevos sistemas en el Tuy-Barlovento, Acarigua- Turen, San Cristóbal y la mayoría de las poblaciones del Táchira, El Tocuyo, Boconó, Paraguaná-Coro, Cumarebo, Barinas, Calabozo, Valle de la Pascua, Puerto La Cruz, Cumaná, Carúpano, Maturín, Tucupita, Upata, Guanare y Margarita.

La organización administrativa se logró con la creación de las empresas C.V.F. Electricidad con sede en la ciudad donde se encontraba la planta generadora. De esta forma se crearon 20 empresas CVF Electricidad. Todas estas empresas fueron creadas entre 1954 y 1955.

La supervisión administrativa la efectuaba la División de Empresas Eléctricas mediante la normalización de procedimientos comunes y auditorías periódicas.

Es importante señalar que en la etapa se iniciaron por la CVF los estudios para el desarrollo hidroeléctrico del río Caroní, los cuales fueron traspasados a la Comisión de Estudios para el Desarrollo Hidroeléctrico del río Caroní, unidad creada en 1953, bajo la tutela del Ministerio de Fomento. La Comisión elaboró los proyectos finales y contrató la construcción de “Macagua I”, e inició los estudios para el desarrollo de “Guri”.

“Macagua I” y el desarrollo hidroeléctrico integral del río Caroní, se justificó en previsión de los proyectos de instalación en Guayana de grandes industrias de hierro y aluminio grandes consumidores de electricidad y el transporte de la energía excedente al Oriente y Centro del país, mediante la interconexión prevista inicialmente a 230 kV.

Asimismo los consultores recomendaron iniciar la segunda etapa en el área La Victoria-Maracay-Valencia, por considerar que era la de mayor potencial de desarrollo.

Bajo la supervisión de los consultores, se diseñó y contrató un sistema, que tendría como fuente generadora, una termoeléctrica ubicada en la península de La Cabrera, sobre el lago de Valencia, con capacidad de 15.000 kW; la construcción de 134 km de líneas de transmisión operando inicialmente a 69 kV pero aislada para operar en el futuro a 115 kV, para alimentar a Valencia, Central Tacarigua, Güigüe, Maracay, Turmero, Villa de Cura y La Victoria.

Se tomaron varias medidas en previsión del futuro, tales como:

- Previsión en las calderas de la planta para quemar bunker “C” o gas.
- Previsión en los equipos de las plantas y las sub-estaciones para operar en el futuro a 60 ciclos y 115 kV.
- Previsión en las líneas a doble circuito para operar en el futuro a 115 kV y añadir el segundo circuito.

El sistema inició su construcción en 1948, entró en servicio en 1951 y se amplió en 1954 con una unidad adicional de 15.000 kW, alcanzando La Cabrera su máxima capacidad turbovapor de 30.000 kW.

A mediados de la década, se contrataron las turbovapor de La Mariposa con 80.000 kW, Puerto Cabello con 90.000 kW, Táchira en la población de La Fría con 25.000 kW y San Lorenzo, Estado Zulia, con 20.000 kW.

Igualmente se contrataron los sistemas de transmisión operando a 115 kV, asociados a estas plantas. Por su parte la actividad privada también estuvo activa por cuanto la Electricidad de Caracas construyó la termoeléctrica Arrecife con 175.000 kW y la de Tocoa con unidades totalizando 82.000 kW.

Por su parte ENELVEN aumentó su capacidad de generación con la construcción de Arriaga II.

En 1958 se creó una Comisión Asesora para revisar y emitir recomendaciones sobre el Plan Nacional de Electrificación, la cual recomendó:

- § Integrar en una sola las 15 empresas CVF Electricidad, lo cual se cumplió el 27 de octubre de 1958 con la creación de la C.A. de Administración y Fomento Eléctrico (CADAFE).
- § Encomendar la revisión del Plan con consultores especializados. Al respecto se contrató a la Electricidad de Francia (EDF), quien en 1959, envió una misión de expertos.

En Abril de 1960 se incorporó a la CVF la Comisión de Estudios para el Desarrollo del río Caroní.

### **Período 1960 – 1980**

En el período se consolidó la integración del sector eléctrico al firmarse el Contrato de Interconexión en 1968 entre la Electricidad de Caracas, CADAFE y EDELCA, lo cual obligó unificar a 60 ciclos, siendo clave la decisión de operar “Macagua I” a esa frecuencia.

En los primeros años del lapso entraron en servicio Macagua I, La Mariposa, Puerto Cabello, Planta Táchira y San Lorenzo.

En 1960 se crea la Cámara Venezolana de la Industria Eléctrica (CAVEINEL) y en 1963 la C.V.G. Electrificación del Caroní (EDELCA).

La Electricidad de Francia recomendó básicamente:

- Continuar el desarrollo del río Caroní y promover el desarrollo hidroeléctrico de los ríos andinos.
- Construir una línea a 230 kV que interconectara Macagua I con las termoeléctricas La Mariposa, La Cabrera y Puerto Cabello.
- Construir en Puerto La Cruz otra termoeléctrica de interconexión con capacidad de 120 MW ampliable a 240 MW.
- Unificar la frecuencia a 60 ciclos en el sistema central.

Esta última recomendación la llevó a cabo CADAFE creando en Maracay la “Oficina del Cambio de Frecuencia”. Posteriormente en 1968, se firmó el contrato de interconexión, creando la Electricidad de Caracas una unidad transitoria denominada CAFRECA para el cambio a 60 ciclos del área metropolitana de Caracas. La unificación de la frecuencia concluyó en 1970.

EDELCA recibió un crédito del Banco Mundial para la construcción de Guri que contaría en su etapa inicial con 2.000.000 de kW y líneas a 400 kV que partiendo de Guri interconectarían el Complejo hidroeléctrico con la Electricidad de Caracas y CADAFE en Santa Teresa.

En los Andes se contrató y entró en operación en 1974 la hidroeléctrica José Antonio Páez con 240.000 kW con líneas de transmisión a 230 kV para Buena Vista y Las Morochas y a 115 kV para Mérida, Barinas, Guanare, Acarigua, Valera y San Lorenzo.

En 1969 entró en servicio la primera etapa de Guri y se inició la construcción de la segunda etapa y las líneas de transmisión a 765 kV.

La entrada en servicio de Guri en su etapa inicial y la contratación de la segunda etapa y el sistema de transmisión derivado a 400 kV, reforzó la integración hidrotérmica a nivel nacional, producto del contrato de interconexión.

Los procesos de integración trasladan recursos energéticos primarios, transformados en electricidad, de su lugar de ubicación a otros del país. La integración requiere de un órgano especial que efectúe la planificación conjunta de la expansión, supervise y controle la operación del sistema interconectado y registre las transacciones económicas de compra-venta de electricidad por parte de las empresas integrantes de la integración.

Para cumplir el rol indicado arriba, se creó en 1968 la Oficina de Operación de Sistemas Interconectados (OPSIS).

A principios de 1970 se contrató con consultores especializados el desarrollo del Complejo Hidroeléctrico Uribante, Doradas, Camburito, Caparo.



En 1973 se inició la construcción de Planta Centro cuyas dos primeras unidades de 400.000 kW cada una, entraron en servicio en 1979.

En la isla de Margarita, CADAFE puso en servicio una central con turbina a gas con capacidad de 30.000 kW. A partir de 1975 se ampliaron las plantas La Mariposa y La Cabrera con unidades de 50.000 kW. También se instalaron 740.000 kW en turbinas a gas en las plantas Táchira, San Lorenzo, Las Morochas, Punto Fijo, Yaritagua, Valencia, Puerto Cabello, Coro, Calabozo y San Fernando de Apure.

Entre 1969 y 1978, la Electricidad de Caracas equipó la planta con turbinas a gas Oscar Augusto Machado (OAM) con capacidad de 200.000 kW.

En 1974 se contrató un estudio para reordenar el sector eléctrico administrado por empresas propiedad del Estado.

En 1976 el Fondo de Inversiones de Venezuela adquirió las empresas privadas ENELVEN y ENELBAR.

### **Período 1980-2000**

En el período se reforzó la interconexión y se inició la regulación del sector. Para 1985 se completó la interconexión a 400 kV con la construcción del tramo Villa de Cura–Valencia–Morón-S.E. Yaracuy-Maracaibo, entrando ENELVEN a formar parte del contrato de interconexión.

Se puso en servicio las hidroeléctricas Macagua II y III, con lo cual el complejo basado en el río Caroní llegó a 11.780 MW nominales distribuidos en: Guri I y II 8.850 MW y las Macaguas 2.930 MW. Adicionalmente se inició la construcción de Caruachi que entraría en servicio para el 2003.

En este período entró en servicio el sistema de transmisión a 765 kV en la ruta Guri–Malena-Valle de la Pascua–Valencia-S.E. Yaracuy, derivándose de allí una línea a 230 kV para Acarigua.

De la S.E. Valle de la Pascua (San Jerónimo) se puso en servicio la línea 115/230 kV a Cabruta-Caicara-Los Pijiguaos-Puerto Ayacucho.

Internacionalmente se promovieron y construyeron dos interconexiones con Colombia. Una por el Zulia S.E. Cuatricentenario-Cuestacitas y otra por el Táchira, S.E. El Corozo-San Mateo, operando a 230 kV.

Entró en servicio la hidroeléctrica San Agatón con 300 MW, primera planta del sistema Uribante-Caparo. La Electricidad de Caracas amplió la “OAM”, sustituyendo turbinas a gas de 20 MW por otras de 80 MW.

Se efectuó un proyecto para construir en el Zulia una termoeléctrica utilizando como energético carbón de las minas de Guasare. Este proyecto de ENELVEN fue paralizado a favor de una interconexión más sólida con la S.E. Yaracuy.

CADAFE contrató un estudio para valorar la posibilidad de instalar en Santo Domingo del Táchira plantas utilizando como energético carbón.

En 1989 se dictó el Decreto N° 368 mediante el cual se dictaron normas para la determinación de las tarifas de electricidad y se creó la Comisión Nacional de Electricidad, reestructurada en 1994 como Comisión Nacional de Energía Eléctrica (CREE) con su brazo técnico, Fundación para el Desarrollo del Servicio Eléctrico (FUNDELEC).

En 1992 se publicó en la Gaceta Oficial N° 35.010 del 21/07/1992, los lineamientos que normarían el desarrollo del sector eléctrico, tales como:

- Separación entre el papel regulador y empresarial del Estado.
- Sistemas de precios basados en criterios económicos que se reflejen al costo del servicio en los diferentes niveles de tensión.
- Política tarifaria que tienda a corregir las distorsiones actuales.
- Programa de expansión e inversiones de las empresas de acuerdo a un plan óptimo a nivel nacional.
- Apertura progresiva del sector a la libre competencia, garantizando el acceso de los oferentes de energía al sistema de transmisión nacional.
- Reglas en materia de regulación y política tarifaria que, entre otros, facilite la inversión privada en el sector.
- Orientación de la política de subsidios al sector residencial de bajo consumo y bajos ingresos.
- Racionalización en el uso de los recursos energéticos.

- Armonización del sector con la política económica, energética y ambiental del Estado.

En 1996 se dictó el Decreto N° 1.558 que dio inicio a la transformación operativa del sector. El decreto ordenaba la separación contable de las actividades básicas de generación, transmisión y distribución manteniendo la estructura vertical.

A partir de 1998 se presentó al Congreso Nacional un Proyecto de Ley del Servicio Eléctrico el cual no fue aprobado. Sin embargo en septiembre de 1999 mediante un Decreto-Ley, se dictó la ley en referencia la cual rompía la estructura vertical de las actividades, reemplazándolas por empresas con personalidad jurídica en las actividades de generación, transmisión y distribución.

Disponía la Ley de la creación de un Mercado Mayorista de generación con costos o precios no regulados en el cual las empresas distribuidoras y grandes clientes comprarían la energía requerida para ser distribuida a los clientes de consumo minorista conectados a las redes de distribución. Los precios de esta actividad de distribución estarían regulados y constituirían un valor añadido al precio de compra de potencia y energía en el Mercado Mayorista.

La unión de los Mercados Mayoristas no regulado y el Minorista regulado, sería mediante un sistema troncal de transmisión operando a tensiones superiores o iguales a 230 kV. Este sistema no compra ni vende energía sino que percibe una remuneración regulada para cubrir sus costos y gastos de operación, mantenimiento y recuperación del capital.

La Ley aprobada en 1999 era similar a la dictada en varios países a nivel mundial y fue la base para la política de privatización parcial o total del sector eléctrico en varios países.

Con respecto a la política de privatización, se consideró privatizar parcialmente el sector eléctrico por intermedio del Fondo de Inversiones de Venezuela (FIV).

La propuesta era privatizar Planta Centro, ENELVEN-ENELCO, ENELBAR y activos de CADAFE en los Estados Nueva Esparta, (privatizado en 1998), Monagas y Delta Amacuro.

## Período 2000 – 2004

Se caracteriza por la incertidumbre regulatoria que afecta al sector debido a:

- \* Incumplimiento de los plazos previstos en la Ley de Septiembre de 1999 para:
  - Creación de la Comisión Reguladora de Energía Eléctrica (CREE) y organismos independientes en su actuación y con patrimonio adscrita al Ministerio de Energía y Petróleo (MEP).
  - Creación del Centro Nacional de Gestión del Sistema Eléctrico (CNGSE), que controlaría y coordinaría el sistema interconectado, así como la administración del Mercado Mayorista, que sustituiría a OPSIS.
  - Separación de las actividades básicas en empresas especializadas.
- \* Modificación de la Ley en Diciembre de 2001, otorgándole rango de Orgánica. Esta modificación se limitó a extender los plazos, lo cual no se cumplió.
- \* Anuncio público del Viceministro de Energía del MEP, de modificar la Ley Orgánica del Servicio Eléctrico (LOSE) en los aspectos siguientes:
  - No separación de actividades en empresas. La separación sería sólo contable.
  - Sustitución del Mercado Mayorista Competitivo.
  - Competencia entre empresas para instalar nueva generación.
  - Revisión de las atribuciones de la CREE.

El anuncio deja a las empresas bajo el modelo actual integrado verticalmente con responsabilidad total en la planificación, operación y expansión de la infraestructura de su área.

El sector espera que el MEP como Órgano Rector y Regulador, informe sobre el modelo sustitutivo al señalado en la LOSE y lo someta a la consideración de los actores del sector eléctrico.

- \* Las primeras unidades de la hidroeléctrica “Caruachi”, cuyo equipamiento progresivo de las doce turbinas que comprenden su dotación, llegará en el 2006 a una capacidad nominal de 2.200 MW.

- \* “Termozulia” en ENELVEN, de un ciclo combinado con una primera etapa de 300 MW y una segunda de 150 MW adicionales el 2006.
- \* Entró en servicio la línea 400/230 kV Macagua II. Santa Elena de Uairen, que permite mejorar el suministro a las poblaciones existentes en su recorrido mediante la construcción de las sub-estaciones de “Las Claritas” y “Santa Elena”. En la frontera con Brasil, se interconecta con la línea construida por ese país, para la venta de energía eléctrica a Boa Vista.

Existe una cartera de proyectos de nueva generación como se señala en el cuadro anexo, de las cuales ya entró en operación “Termozulia I”, con 300 MW, estando contratado termogas “Palavecino” con 120 MW, “Pedro Camejo” con 300 MW y adelantada la contratación de “Termobarranca”.

La planificación del sector con horizonte 2003, la adelanta el MEP, con la colaboración de las empresas, esperándose su presentación oficial el año 2005.

En este período, la Corporación Internacional AES, adquirió la mayoría del capital accionario de la Electricidad de Caracas y sus Filiales CALEV, ELEGGUA y CALEY. A fines de 2004, se fusionaron con AES-Electricidad de Caracas, las distribuidoras CALEV y ELEGGUA, quedando como única filial CALEY, que opera parcialmente en el Estado Yaracuy.

## **CRITICA DE LIBROS: Rieles con futuro- Desafíos para los Ferrocarriles de América del Sur.**

Luego de dado el primer paso, hemos creído oportuno continuar ofreciendo a nuestros lectores comentarios relativos a alguna obra que consideramos de interés. En la presente entrega del Boletín, además de esta nota, contamos con la colaboración del Académico Alberto Méndez Arocha, quien nos brinda su Apostilla a la Faja del Orinoco, del también Académico Aníbal R. Martínez. Aquí nos vamos a referir a una obra que consideramos constituye un importante aporte al estudio de los Sistemas de Transporte en nuestro continente.

El Editor.

### ***Rieles con futuro - Desafíos para los Ferrocarriles de América del Sur***

Editor: **Jorge H. Kogan**

Unidad de Publicaciones de la Corporación Andina de Fomento (CAF)  
Caracas – 2004

El libro está digitalizado y puede bajarse de la siguiente dirección:  
<http://www.caf.com/view/index.asp?ms=11&pageMs=13689>

### ***Síntesis***

*Tanto el título del libro, como el sentir expresado por el prologuista y por el editor, pudieran dar la impresión de que se trata de una apología al ferrocarril en Sur América. No obstante, si bien se manifiestan sentidas esperanzas en el resurgimiento del ferrocarril como un posible medio de contribuir al desarrollo sustentable, se reportan suficientes evidencias de que las experiencias acumuladas hasta el presente, tanto en Sur América, como en el resto del mundo, dan base para pensar que no se trata de una panacea de fácil realización. Un aspecto que debe resaltarse, es el enfoque que se adopta al **presentar el transporte carretero y el ferroviario como modos que compiten entre sí y no como los modos complementarios que realmente son.***

*En efecto, hace un siglo, cuando el monopolio del transporte terrestre lo ejercían los ferrocarriles porque constituían la única forma mecanizada de desplazamiento sobre el terreno, surgió el transporte carretero*

*motorizado como una competencia que había que enfrentar, particularmente porque en muchos países la legislación vigente así lo establecía, pues le prohibía – como en el caso de los Estados Unidos de América – a las empresas ferroviarias usar equipos de transporte carretero para prestar el servicio.*

*Las características tecnológicas de cada uno de esos dos modos de transporte terrestre, hacen que el ferroviario resulte más eficiente para transportar grandes volúmenes de cargas homogéneas de un punto de origen único, a un punto de destino también único. Mientras que el transporte carretero resulta más eficiente cuando se trata del acopio de productos de origen disperso, o a la inversa, cuando se trata de distribuir desde un punto central con una alta capacidad de generar carga o pasajeros hacia múltiples destinos. La experiencia a lo largo de todo el Siglo XX, en toda la superficie del planeta y los más elementales análisis fundamentados en las leyes físicas, así lo han demostrado.*

*Es posible que al procurar enfocar las cuestiones del transporte, como la búsqueda de la mejor forma de **establecer la complementación entre los diversos modos de transporte, a través de la “multimodalidad”,** se llegue a conclusiones más positivas, que mediante la continuación de una **visión de competencia excluyente** que no ha funcionado, ni podrá funcionar.*

*Hecha esa observación, puede aseverarse que RIELES CON FUTURO, constituye una importante referencia para obtener una visión global de la situación de los ferrocarriles de Sur América y también para encontrar elementos de juicio objetivos, expresados particularmente en el contenido del Capítulo 7.*

*Llama la atención que en Sur América es solamente en Venezuela donde se contempla en la actualidad una expansión importante de los ferrocarriles de servicio general y donde contrariamente a los otros países, el Estado asume el mayor peso de las futuras expansiones. Por cierto, ni Brasil, ni tampoco Colombia contemplan planes de enlazar sus redes ferroviarias con la eventual red ferroviaria venezolana. Tampoco existen planes para una conexión efectiva de los ferrocarriles del Cono Sur.*

*Ocurren algunas imprecisiones en la escritura de ciertos nombres y también menores inconsistencias en los datos publicados, que de ninguna manera restan mérito a la obra.*

## La Introducción

Como lo expresa en el Prólogo su Presidente Ejecutivo, Dr L. Enrique García, “La CAF es una entidad financiera internacional comprometida con el desarrollo sostenible y la integración de sus países accionistas, los cuales en su mayoría están ubicados en Suramérica. De ahí el interés de la institución en apoyar a esta región en el diseño e implantación de una agenda renovada de desarrollo”.

Luego de extenderse en las citadas consideraciones, el Dr. García se refiere a que “la integración geográfica de este territorio (Suramérica) requiere, inexorablemente, de un plan global que oriente el desarrollo sinérgico del transporte, las telecomunicaciones y la energía para luego alcanzar el acercamiento de los mercados”

Se pronuncia el prologuista sobre la necesidad de una “formulación colectiva de una visión estratégica para la integración física de América del Sur,” considerando que RIELES DEL FUTURO encaja perfectamente dentro de ese contexto.

Considera que contando con “la importante infraestructura existente, desarrollada a lo largo de siglo y medio, el ferrocarril constituye un activo de la economía suramericana que debe ser tomado en cuenta en los planes de integración y desarrollo.”

Apunta que “en los últimos quince años la mayor parte de los países suramericanos llevó a cabo o inició importantes procesos de reforma ferroviaria”, para comentar después que “ciertas debilidades que actualmente afloran y que, de no solucionarse, pudieran ser limitantes de la eficiente participación de los ferrocarriles en los sistemas de transporte de la región.”. No se comenta en el Prólogo, el hecho de que la mayoría de las reformas se han centrado en disminuir o eliminar la participación de instituciones estatales en el manejo de los ferrocarriles, hecho que se reporta reiteradamente a lo largo del libro.

Finalmente concluye el Prólogo haciendo referencia a la bien establecida competencia del editor, el “reconocido especialista sectorial, Jorge H. Kogan, quien ha actuado en numerosos proyectos tanto en la región, como fuera de ella.”



Luego del Índice Analítico, donde se detalla el enunciado de sus ocho capítulos, el editor hace un breve recuento del contenido de la obra en unas “Palabras Previas” que resultan muy orientadoras y despiertan el apetito por emprender la lectura.

Comienza Kogan con un recuento histórico donde narra en apretada síntesis la evolución de los ferrocarriles suramericanos, partiendo de las líneas pioneras se llega a los días del auge ferroviario a finales del Siglo XIX y las primeras décadas del XX, para entrar en un proceso de decadencia al finalizar la Primera Guerra Mundial, que se acentúa de manera progresiva hasta el casi total colapso coincidiendo con el final de la Segunda Guerra Mundial.

Hace luego referencia a los intentos de reactivación y a la serie de reformas acometidas en los diversos países señalando que ...”El proceso de los ferrocarriles de América del Sur es altamente complejo pero la oportunidad es inmejorable. Se puede llegar al futuro; para ello se debe mirar cuidadosamente al pasado, el pasado arrollador y pujante de otros tiempos y el pasado decadente más cercano. De ambos, y de experiencias exitosas actuales, se podrá ilustrar la discusión y dar respuesta a los desafíos que se plantean”.

Ya comentamos que aunque aparenta serlo, no se trata de una apología al ferrocarril. La lectura progresiva de cada uno de los capítulos, bien documentados y razonados, permitirá apreciar que estamos ante una obra que aunque breve, constituye al menos un tratado introductorio de transporte, que si bien señala que para ciertas aplicaciones el ferrocarril puede continuar siendo la más adecuada solución, en otros casos representa un excelente complemento a otros modos de transporte para conformar sistemas multimodales que optimicen la eficiencia del conjunto, a partir de las fortalezas de cada componente.

## **Capítulo a Capítulo**

El capítulo introductorio describe el contenido de la obra y el segundo hace un recuento, país por país de la evolución de los ferrocarriles suramericanos, desde su inicio, pasando por las épocas de mayor auge, hasta la etapa de la declinación, continuando con los intentos de reforma y recuperación que se han acometido.

Siendo Argentina y Brasil, los países con mayor extensión en sus redes ferroviarias, a ellos se les dedica un espacio proporcional. En ambos países, como en la mayoría de los países restantes, la reforma se orientó hacia la incorporación del capital privado y la consecuente disminución de la ingerencia de entes estatales en la gestión de la actividad ferroviaria, generalmente mediante mecanismos de concesión. Refiriéndose al caso argentino dice que,, en “última síntesis, puede expresarse que en un marco de incumplimientos mutuos de parte del concedente y de los concesionarios, el proceso argentino de reestructuración ferroviaria ha tenido suerte diversa: por un lado, obtuvo la consecución de dos de sus objetivos principales, como la reducción del esfuerzo fiscal aplicado a los ferrocarriles y la mejora de los servicios, pero, por otro lado, después de diez años en el transporte de carga y ocho en el de pasajeros urbanos, presenta un horizonte de gran incertidumbre.”

Es oportuno señalar que Argentina llegó a tener la red ferroviaria más extensa de Sur America, siendo favorecida por su geografía y su topografía que permitía la convergencia de todas las líneas hacia Buenos Aires que, además de ser la capital de la nación, también es su principal puerto.

Paralelamente a la parte descriptiva de la evolución de los diversos sistemas ferroviarios se incluyen en el Capítulo 2 una serie de tablas con datos estadísticos que permiten la conformación de una visión cuantitativa de las instalaciones descritas. Se incurre sin embargo en una práctica que se pudiera calificar de inadecuada, al conformar conjuntos únicos que incluyen líneas dedicadas a fines específicos como el transporte de minerales, con las de servicio general, para luego generar promedios que mejoran aparentemente la condición de los ferrocarriles de servicio general y son inferiores a las correspondientes a las líneas dedicadas.

Por ejemplo en el caso de Brasil, de un total de 27.486 kilómetros, hay dos líneas dedicadas (Ferro Carajás y Ferro Vitória-Minas) cuya extensión total es de sólo 1797 kilómetros. Sin embargo de un total nacional transportado de 154.870 millones de toneladas-kilómetro, esas dos líneas contribuyen con 100.550 millones de toneladas-kilómetro. O sea: el 6.54% de las líneas acarrearón el 64.9% del tonelaje movilizado.

En la información correspondiente a Colombia se reportan 1.665 kilómetros en operación comercial, los cuales en 1999 movilizaron 319 millones de toneladas-kilómetro, mientras que el ferrocarril que opera entre

la mina de carbón de Cerrejón y Puerto Bolívar en la Península de La Goajira, ese mismo año movilizó 3.889 millones de toneladas-kilómetro. No se reporta en el Capítulo 2 la extensión de la línea dedicada al transporte de carbón en Colombia, pero su longitud no excede los 100 km.

Para Venezuela se reportan 846 km de líneas férreas de los cuales 336 km corresponden al I.A.F.E. el ente ferroviario estatal. Los otros 510 kilómetros restantes se califican erróneamente como de administración privada. Se trata realmente de líneas dedicadas al transporte de minerales producidos por empresas del Estado, todas filiales de la Corporación Venezolana de Guayana. Se reporta para el año 2001 una movilización de 644.932 toneladas por las líneas del I.A.F.E., pero no se menciona el tonelaje de minerales y productos metalúrgicos transportados, carga que tiene un volúmen total del orden de los veinte millones de toneladas anuales.

En general para los países suramericanos, con la excepción de Venezuela, no se reportan expansiones mayores en sus redes ferroviarias. Argentina, de una inversión propuesta de US\$ 710 millones, reportaba ejecutados para el año 2000 un total de US\$ 284,6 millones. La información sobre las inversiones en Brasil en el Capítulo 2 se limita a señalar la distribución porcentual de dichas inversiones.

En cuanto a Venezuela se refiere, la parte final del Capítulo 2, describe ampliamente tanto la principal obra en construcción que es el Ferrocarril Caracas-Tuy con una longitud de 40 km, como el conjunto de líneas planeadas que totalizan 2.479 km.

En general no se hacen comparaciones entre los volúmenes transportados por ferrocarril y los correspondientes a otros modos de transporte. Para Colombia solamente se reporta una relación porcentual de cómo se distribuye el transporte entre los modos carretero, ferroviario y otros, entre 1990 y 1998. Las cifras porcentuales, basadas en otras no explícitas de toneladas-kilómetro, daban para 1990 las siguientes cantidades:

Carretera	48,05%
Ferrocarril	11,20%
Otros	40,75%

Para 1998 estas cifras evolucionaron hacia los siguientes porcentajes:

Carretera	37,58%
Ferrocarril	12,57%
Otros	49,85%

Se cita esta información, porque impacta la altísima participación atribuida a “otros” modos de transporte, habida cuenta que si bien en una época la navegación por el Magdalena movilizó importantes volúmenes en el Siglo XIX, en la actualidad no tiene mayor significación. Tampoco existe en Colombia un tráfico importante de cabotaje, por lo que la cifra correspondiente a “otros” tendría que atribuirse al movimiento de hidrocarburos por oleoductos. El incremento del ferrocarril se debe al carbón.

Los siguientes capítulos del 3 al 8 se refieren a Las Reformas Ferroviarias en el Mundo, a la emergencia de un modelo ferroviario para Latinoamérica, al tema de la regulación y competencia en el mercado del transporte ferroviario, a las tendencias del transporte ferroviario en América del Sur y su futuro en el contexto del desarrollo sostenible, cerrando con un capítulo de conclusiones.

### **Reformas Ferroviarias en el Mundo**

En este capítulo se se hace una revisión de experiencias en países de todos los continentes haciendo mención específica de Australia, Nueva Zelanda, Japón, Gran Bretaña, Suecia, Alemania, Rumania, Polonia, la República Checa, Canadá, Estados Unidos de América y México. Se menciona también el enfoque de la Unión Europea en relación al tema del transporte.

El caso australiano es particularmente interesante, por cuanto esa nación experimentó en el Siglo XX uno de los procesos de crecimiento y desarrollo económico de mayor espectacularidad. La Confederación de Australia (Commonwealth of Australia) tiene una extensión de 7.682.300 kilómetros cuadrados y al cierre del Siglo XX contaba con 43.000 kilómetros de vías férreas. No menciona el libro los “trenes carreteros” de Australia.

En el libro se reporta que ... “debido a la presencia de varios problemas que afectaban a la industria ferroviaria, en 1991 el Industry Commision’s Report estableció las bases para efectuar una reforma de la actividad.” Mas adelante expresa que... “la década de los 90 fue testigo de reformas estructurales importantes, incluyendo la privatización del sistema ferroviario. Las reformas se dirigieron principalmente a la armonización de los regímenes regulatorios (incluyendo el acceso abierto) y la estandarización de los enlaces de infraestructura, clave para proporcionar ganancias en eficiencia y rentabilidad”.

Hablando del impacto de las reformas en Australia se dice que ... “las reestructuraciones y privatizaciones lograron reducir costos y ampliar la productividad del trabajo y del capital” y más adelante al referirse a los temas de debate se manifiesta que ... “no obstante los avances mencionados en el párrafo precedente, una serie de cuestiones continúa alimentando el análisis de los expertos australianos en el tema.”

De particular interés resultan las experiencias de la Gran Bretaña en décadas recientes, pues bien es sabido que ésa fue la cuna de la tecnología ferroviaria. Al referirse a dicho país se comienza por decir que... “ si bien el gobierno británico recién tomó las principales medidas para la reforma ferroviaria en 1993, el proceso de cambios había comenzado paulatinamente una década antes, fundamentado en que los problemas de sus ferrocarriles eran de larga data”.

Luego continúa... “Años después de la nacionalización de 1948, las dificultades financieras de British Rail (B.R.) obligaron a las autoridades a llevar a cabo una cantidad de recortes que provocaron que la red se redujera en un 30 por ciento, las estaciones y depósitos de carga en un 70 por ciento y que se concretara la discontinuidad de una cantidad importante de servicios” Es evidente que la red ferroviaria británica, aún en manos del Estado, debía contraerse, mientras que la red carretera se expandía y esto es consecuencia intrínseca de las respectivas tecnologías, cosa que no se menciona en el libro.

La eliminación de instalaciones y actividades improductivas, combinadas con la separación vertical de actividades contribuyeron a aumentar la eficiencia de las actividades propias del transporte ferroviario lo que ha permitido reportar que ... “entre los años 1994 y 2001, el volumen de pasajeros aumentó en un 38 por ciento y la tarifa se redujo de 8,7 a 8,5

centavos de libra esterlina por pasajero kilómetro.<sup>20</sup> En cuanto a las cargas, éstas tuvieron un incremento de un 39 por ciento, y si bien no se dispone de información sobre las tarifas, se sabe que el operador principal se ha esforzado por competir en precio y calidad.” Podría deducirse de lo allí aseverado, que no es una verdad indiscutible que el costo del transporte por el modo ferroviario es menor que el del transporte carretero.

Se incluye en el libro un artículo de Alf Estrom, asesor en políticas de transporte en Suecia, al final del cual dicho señor expresa que considera ... “que para que el sector ferroviario en Suecia se siga desarrollando, se necesitará durante largo tiempo, mucha creatividad política y también financiera.”

El caso de Alemania es particularmente interesante, pues con la reunificación, vino también la necesidad de fusionar las dos empresas ferroviarias del Este (Deutsche Reichsbahn – D.R.) y del Oeste (Deutsche Bundesbahn – D.B.). Veamos lo que al respecto se reporta: “El aumento de la demanda de transporte provocada tanto por la reunificación y la apertura de los países del Este europeo como por las medidas de liberización comunitaria con vigencia desde 1993, hacía necesaria una reforma ferroviaria en Alemania. Por otra parte, ambas empresas enfrentaban difíciles situaciones patrimoniales y de mercado, a la vez que las proyecciones indicaban un horizonte sombrío para las dos. Como ejemplo es suficiente señalar que la D.B. había bajado su participación en el mercado alemán de cargas desde 44 a 25 por ciento en los últimos treinta años, mientras que la D.R. se había reducido a la mitad en un plazo mucho más exiguo. Tras la reunificación de las dos Alemanias, las proyecciones financieras indicaban un endeudamiento estimado en 380.000 millones de marcos al cabo de los diez primeros años, cifra que quintuplicaba las deudas acumuladas por ambas empresas al momento de la reunificación.”

Al hablar del impacto de la reforma se menciona que... “todavía se encuentra en una etapa inicial, por lo que habrá que esperar un poco más para observar un efecto más completo. De todas maneras ha habido resultados positivos que señalan que entre 1993 y 1998, el tráfico de cargas

---

<sup>20</sup> Extrapolado a Venezuela, con las tasas de cambio a mediados de 2005, equivale a unos Bs 68.000 para el recorrido en un solo sentido entre Puerto Cabello y Barquisimeto, a menos que se subsidién los pasajes sustrayendo recursos de otras actividades económicas, como es el caso en Venezuela.

aumentó alrededor de un 15 por ciento y, en general, la productividad se incrementó hasta el 94 por ciento.”

La información que se reporta sobre Canadá da base para especial consideración. El país posee una extensión de 9.976.140 kilómetros cuadrados y una población del orden de 29 millones de habitantes, casi todos ubicados a lo largo de la frontera con Estados Unidos.

El libro reporta que ... “por la extensión y la geografía del país, los costos del transporte tienen un impacto determinante en la industria canadiense, que ... a la vez ... incide sobre la competitividad de la mayoría de los bienes que produce. El costo del transporte incide entre el 18 y el 45 por ciento del precio de venta en el caso de *commodities* tales como el carbón, el mineral de hierro, los cereales y la pulpa de madera” ... “Los ferrocarriles concentran el 95 por ciento del movimiento de recursos y *commodities* que conforman las principales industrias básicas del país” ... “En términos de tonelaje, el transporte automotor representa alrededor del 40 por ciento del mercado de transporte terrestre frente al sesenta por ciento del transporte ferroviario.” Dado el enfoque bi-modal del libro, la información reportada no hace referencia alguna a los movimientos de carga por los Grandes Lagos y por la Saint Lawrence Seaway<sup>21</sup> que no solamente moviliza carga de origen canadiense, sino que también lo hace con carga procedente de los Estados Unidos.

Según reporta Rieles con Futuro en la tabla 3.4, de los 50.339 kilómetros de vías férreas actualmente en operación en Canadá, 23.731 km pertenecen a la Canadian National (C.N.) y 15.749 a la Canadian Pacific (C.P.), señalándose que “tanto C.N. como C.P. son privadas. Esta última se privatizó en 1995”. Esta redacción puede prestarse a confusiones, Canadian Pacific siempre ha sido una empresa privada, mientras que Canadian National surge como una empresa estatal en 1918 luego que el Gobierno Canadiense se ve obligado a fusionar varias empresas privadas en dificultad. En esas condiciones creció y evolucionó hasta que en 1995 se privatizó “bajo la venta de acciones”.

Con respecto al transporte de pasajeros ... “en el año de 1977 se creó Via Rail (de propiedad y operación públicas), que tomó a su cargo el

---

<sup>21</sup> <sup>2</sup>Datos sobre la Saint Lawrence Seaway pueden ser obtenidos de la siguiente dirección en Internet: <http://www.greatlakes-seaway.com/en/aboutus/competitiveness.html>

segmento de pasajeros, en general menos rentable, que era previamente provisto por Canadian National (C.N.) y Canadian Pacific (C.P.). Desde el punto de vista general de la reforma, Via Rail permitió liberar a los ferrocarriles privados (cargueros) de la prestación de servicios no rentables”.

Sobre “*Integración Continental*”: los ferrocarriles canadienses esperan trabajar en el proceso de integración continental. La industria ferroviaria canadiense propone trabajar en colaboración con los gobiernos, con otros proveedores de servicios y con los usuarios para integrar los diferentes modos de transporte en una acción pública con una visión internacional”.

Aunque no se menciona en el libro, es pertinente señalar que la Canadian Pacific ha sido la primera, entre las mayores empresas ferroviarias del mundo, en convertirse en una empresa multimodal de transporte, pues ya para la época de la Primera Guerra Mundial tenía su propia flota, en 1942 inició Canadian Pacific Air Lines y en 1952 introdujo el servicio intermodal “piggy back”, transportando camiones en vagones plataforma.

Si la Gran Bretaña ha sido la cuna de la Tecnología Ferroviaria, los Estados Unidos constituyen su máxima realización... “La red ferroviaria se extiende por todo el país, pero es mucho más densa en la mitad este ... donde se hayan las concentraciones urbanas e industriales más grandes de la nación. ... El liderazgo ferroviario lo ejerce el transporte de carga. Éste transporta un 37.5 por ciento del total del tráfico de mercancías y se ve favorecido en la competencia por las largas distancias con bajos costos relativos. Por otro lado, el transporte de pasajeros no tiene buen desempeño en la competencia intermodal, ya que los automóviles privados trasladan un 81 por ciento de los pasajeros, las compañías aéreas un 17 por ciento, los autobuses tienen una cuota del 1,1 por ciento y los ferrocarriles sólo el 0,6 por ciento.”

En cuanto a México se refiere, en la década de los '80 se constituyó “la Empresa Ferrocarriles Nacionales de México S.A. de C.V. (F.N.M.) que quedó bajo control de la Secretaría de Comunicaciones y Transporte”, esta creación fue complementada en 1983 por “la incorporación de una enmienda a la Constitución, por la cual se determinaba que los principales ferrocarriles del país debían ser propiedad del Estado, que además debía operarlos.



En el cuadro 3.7 del libro se publican datos de la participación modal en el transporte para el año de 1994. Una síntesis de dicha tabla ofrece las siguientes cifras:

Modo de Transporte	Porcentaje de Carga	Porcentaje de Pasajeros
Carretera	60,0%	98,0%
Ferroviario	8,8%	0,3%
Marítimo	31,2%	0,1%
Aéreo		1,1%

En cuanto a la situación financiera “las pérdidas de los F.N.M. en 1993 ascendieron a 1.814 millones de pesos mexicanos, equivalentes a unos 583 millones de dólares. El Banco Mundial estimó que el subsidio promedio aplicado a F.N.M. en el período 1990-1996, era del orden de 400 millones de dólares anuales.”

“Para enfrentar la problemática que presentaba el sistema ferroviario mexicano se inició su reforma estructural durante 1995”... “En primer lugar se promovió la modificación del artículo 28 de la Constitución, para eliminar la exclusividad ferroviaria del Estado, a fin de que los sectores social y privado participaran en el desarrollo del sistema ferroviario”...La “nueva Ley Reglamentaria del Servicio Ferroviario tenía como fin promover y regular un sistema ferroviario seguro, competitivo y eficiente, como resultado de un proceso de licitación abierto y transparente.”

“La estrategia a seguir para la reforma consistía en reestructurar el transporte ferroviario mediante su separación horizontal, segmentándolo en empresas regionales y líneas cortas, existentes o nuevas, con la participación de la inversión privada.”

“El transporte por ferrocarril experimentó, después de la reforma, un notable repunte que se reflejó en un crecimiento promedio anual cercano al 7 por ciento para el período 1994-2000.”... lo que ofreció... “un marcado contraste verificado en el transporte ferroviario de pasajeros, que registra un marcado descenso en el período, tras reconocerse que la vocación de los ferrocarriles privados estriba en el movimiento de grandes volúmenes de carga a grandes distancias” agravado por “los problemas de densidad y escala que tradicionalmente enfrenta el transporte ferroviario de pasajeros”.

## ¿Emerge un modelo ferroviario en Latinoamérica?

En las veinte páginas que constituyen el Capítulo 4, elaborado por Louis S. Thomson, Asesor Principal Ferroviario del Banco Mundial, no encontramos una respuesta. Al final nos dice...”Las soluciones conjuntas funcionan, y son una muy buena manera de comenzar el proceso de reforma. Argumentar a favor de enfoques absolutistas como que el ferrocarril debe ser totalmente público o totalmente privado, o que la infraestructura debe estar completamente integrada o completamente separada, carece de fundamentos valederos. De hecho la solución puede ser cualquiera o mixta. Es perfectamente posible tener, como en Suecia, una infraestructura pública que permita la operación privada de servicios suburbanos, y es también posible, como en Estados Unidos, tener operadores públicos de infraestructura privada.”... “En el contexto europeo, la práctica reciente de competir por el derecho de prestar servicios de pasajeros urbanos o regionales en infraestructura separada es el mejor argumento en respaldo de las soluciones mixtas.”

“Siempre es difícil evaluar un tema tan complejo como la reestructuración ferroviaria de América Latina y la reestructuración y desregulación en Estados Unidos y Canadá desde una perspectiva suficientemente amplia. Hubo grandes éxitos y, por supuesto, experiencias menos fructíferas, aunque menos frecuentes también. Hubo perdedores (algunos dirigentes sindicales y quizás algunos empleados) y ganadores (las economías y los consumidores). En muy pocos casos los cambios estuvieron a la altura de todas las expectativas, en especial de las irrealistas.”...“Como resultado, aún puede suceder que el socialista ideológicamente no evolucionado considere al sector privado como avaro y carente de sensibilidad social, mientras que el privatizador comprometido puede persuasivamente sostener que la desregulación y la gestión privada no hicieron otra cosa más que lo que prometieron: desarrollar conciencia de mercado, mejorar la eficiencia y reducir los precios”.

En síntesis: No se vislumbra todavía un modelo ferroviario Latinoamericano.

El título del Capítulo 5 se refiere a regulación y competencia en el mercado de transporte ferroviario. En realidad tiene una cobertura más

amplia pues se refiere a los sistemas de transporte como un todo, tomando en consideración los diversos modos de uso común.

Comienza por hacer referencia al hecho de que “la actividad del transporte presenta varias características destacables entre las que cabe mencionar:

*Su dimensión espacial.*

*Su dimensión temporal y...*

*La imposibilidad de “almacenar” sus servicios.”*

A cada uno de estos aspectos se dedica un breve comentario, de los cuales mencionamos ahora el relativo a la imposibilidad de “almacenar” sus servicios, puesto que “una vez provisto el servicio de transporte, la capacidad que no fue utilizada en ese momento no podrá serlo posteriormente”.

Se pasa luego a tratar sobre la demanda de transporte y sobre la oferta de modos de transporte haciéndose hincapié en cuanto a “*La elevada incidencia de los costos fijos en la estructura de costos y las economías de escala de diverso tipo,...*, *La incidencia de los patrones espaciales y temporales en la demanda,....* la incidencia que pueden tener sobre los costos *la disposición de las redes y la organización de los servicios, ...* así como también *el ciclo de vida de los activos*”

Una consideración que es de sumo interés se refiere a que “para quien presta el servicio, los costos que le corresponde tener en consideración son los costos directos (incluyendo los cargos por el uso de la infraestructura). Hay costos fijos y costos variables, en proporciones que difieren mucho según los modos de transporte. Si todos estos costos son afrontados por la empresa y los mercados funcionan correctamente, los precios del transporte (tarifas, fletes) deberían reflejar esos costos directos. Es en este aspecto donde la abundancia de costos comunes y conjuntos que presentan las empresas de transporte (que son en todos los casos, empresas multiproducto) dificulta el establecimiento de precios para cada uno de los múltiples servicios que brindan, entre los que son muy frecuentes los subsidios cruzados.

Al hablar de las relaciones entre los modos se expresa que “en cada uno de ellos pueden existir – aunque no siempre – varias opciones entre las que los usuarios pueden optar; en cada segmento es posible que haya competencia intramodal (varios operadores dentro de un mismo modo de transporte) y competencia intermodal (modos alternativos para realizar el transporte). **También es posible que la demanda sea satisfecha combinando modos de transporte, a través de operaciones multimodales en las que diversos modos se alternan para cubrir los distintos segmentos geográficos entre el origen y el destino**”. Se han colocado negrillas, para resaltar la circunstancia que ha caracterizado la expansión más significativa de los sistemas de transporte durante las dos últimas décadas del siglo XX y en lo que va del nuevo milenio.

El uso de esquemas multimodales debería ser la estrategia a seguir cuando en regiones donde prevalece el modo automotor, se desea fortalecerlo con la expansión de los modos ferroviarios y acuáticos. Mientras que son bajas las probabilidades de poder competir eficientemente sin recurrir a la imposición de condiciones artificiales, son mucho mayores las probabilidades de éxito si se procura fortalecer las redes carreteras existentes, complementando los eslabones débiles o inexistentes con una conexión ferroviaria o acuática.

Hablando del impacto de los proyectos de transporte, se hacen consideraciones sobre la *Reducción de costos operativos, ahorros de tiempo, estimulación del desarrollo económico, reducción de accidentes y daño a la propiedad y de otros beneficios secundarios*.

En lo que se refiere a la estimulación del desarrollo económico, dice el autor del capítulo 5 que “constituye probablemente el beneficio más controvertido y más difícil de medir en los proyectos de transporte. Normalmente genera una gran expectativa entre quienes diseñan políticas públicas, y un cierto escepticismo entre los técnicos que analizan sus impactos. El desarrollo económico es el resultado de un proceso complejo, en el que intervienen numerosos factores en forma simultánea, por lo que no es fácil aislar el efecto que pueda tener, por sí sola, una mejora en el sistema de transporte. Para considerarla como un beneficio se debe tener la certeza de que el incremento en la actividad económica prevista o en alguna otra no ocurriría si no se produjera la mejora, y que no se tratará de una actividad económica desplazada desde otra zona.”

También en el Capítulo 5 se trata con cierta extensión lo relativo al uso del Análisis de Costo-Beneficio (A.C.B.) en proyectos de transporte y se describen otras técnicas de apoyo a la toma de decisiones, con especial consideración a lo relativo a la evaluación del impacto ambiental (E.I.A.) y la evaluación ambiental estratégica (E.A.E.), mencionando que “en el caso del transporte, la E.A.E. puede redireccionar los planes y proyectos: por ejemplo, promoviendo sistemas de transporte que utilicen extensamente la red fluvial, o sistemas ferroviarios que reduzcan externalidades, o el uso de combustibles no contaminantes.

Se mencionan también “las técnicas de análisis multicriterio... que ... tienen por objeto evaluar los impactos que genera un proyecto, o diversas variantes de un proyecto, medidos según diversos criterios (económicos, ambientales, sociales). Es una técnica muy difundida en el planeamiento urbano y regional, de amplia utilización en proyectos de transporte, orientada claramente a la toma de decisiones y a la administración de conflictos.”

El Capítulo 5 trata también sobre aspectos relativos a las diversas formas de intervención del Estado en las cuestiones de transporte, tanto en funciones regulatorias, como también participando como dueño y operador, centrándose luego en los asuntos ferroviarios.

### **Tendencias del transporte ferroviario en Sur América y perspectivas en el contexto de un desarrollo sostenible.**

Los capítulos 6 y 7 revisan nuevamente la información recopilada y referida en capítulos anteriores, para luego identificar tendencias y determinar posibilidades. Se hacen proyecciones de la demanda de minerales y productos agrícolas que constituyen cargas potenciales para los ferrocarriles y a partir de las estimaciones de carácter global se llega a cifras posibles para los ferrocarriles suramericanos.

En cuanto al transporte de pasajeros se refiere, aparte de los servicios urbanos, se visualizan pocas perspectivas para esta actividad. En todo el continente hay solamente una línea en construcción, la que en Venezuela unirá a Caracas con los Valles del Tuy. Esta obra ha experimentado considerables demoras y significativos aumentos de costo con respecto al presupuesto original y al respecto se expresa que “es difícil imaginar que vaya a haber un un progreso espectacular al respecto en los próximos años.”

En el Capítulo 6 se inserta un interesante recuadro titulado **¿Los autobuses pueden sustituir a los trenes?** donde se citan varias experiencias entre las que se destacan la de Curitiba en Brasil y la de Bogotá en Colombia, donde el transporte urbano masivo se presta con buses biarticulados que circulan por vías dedicadas. El sistema Transmilenio de Bogotá puede transportar hasta 21.000 pasajeros por hora en cada sentido, equivalentes a una capacidad del 50 por ciento de un metro pesado, pero mientras el costo de “un kilómetro de metro subterráneo fluctúa entre 40 y 80 millones de dólares y uno de superficie entre 15 y 30 millones”... “el Transmilenio (primera fase) tuvo un costo del orden de US\$ 5 millones por kilómetro. También se citan experiencias exitosas, aunque de menor escala en San Pablo y Porto Alegre, Brasil y en Lima, Perú.

De Brasil se menciona un buen número de proyectos ferroviarios pero en la actualidad solamente hay actividad de construcción en el Ferrocarril Ferronorte - Alto Taquari, en el estado de Mato Grosso. La mayoría de los proyectos se concentra en los estados de Sao Paulo y Paraná. No cita el libro ningún proyecto al norte de Brasilia, ni hay planes de algún cruce del Amazonas hacia el Norte. Tampoco se menciona ninguna futura línea férrea al Norte de Manaus

En Argentina están en fase de estudio y evaluación varias rutas con una extensión total que alcanza a algo más de 200 kilómetros con inversiones del orden de los cien millones de dólares. En Chile está bajo estudio el proyecto de Reconstrucción del Ferrocarril Trasandino Central que se conecta con la ciudad de Mendoza en Argentina.

Bolivia y Paraguay tienen varios proyectos en cartera, todos a nivel de prefactibilidad.

De Venezuela se mencionan con mayor detalle el conjunto de líneas a las que se hace una referencia inicial en el Capítulo 2, cuya extensión total pudiera superar los 2500 kilómetros. Ecuador por su parte elabora un Plan Estratégico de Desarrollo Ferroviario

En cuanto al tema del desarrollo económico y la sostenibilidad, se presentan una serie de argumentos en relación al medio ambiente y los costos externos que generan los diversos modos de transporte, con respecto a los cuales el transporte ferroviario ofrece ventajas relativas que son, sin

embargo, sumamente difíciles de cuantificar. Al cierre del Capítulo 7 se hacen una serie de importantes “Recomendaciones para el logro de movilidad sostenible”,

En las conclusiones de cierre, el libro no visualiza grandes oportunidades para el transporte interurbano de pasajeros por ferrocarril, pero sí estima que el transporte de carga ofrece perspectivas interesantes, particularmente por el bajo nivel de utilización de las instalaciones actuales, que pueden asimilar importantes incrementos en el volumen transportado, antes de que sean necesarias nuevas inversiones.

Entre los comentarios de cierre, es oportuno citar el siguiente: “Los ferrocarriles de América del Sur vienen atravesando en los últimos años un proceso altamente complejo. El sistema de transporte en su conjunto lo percibe. Es ésta la oportunidad para que en cada uno de los países, y en la región, – en su proceso de integración – **se reconsideren los transportes tomando como objeto a todo el sistema** (las negrillas son nuestras), y buscando una organización más eficiente mediante la solución de los problemas intermodales y logísticos, de infraestructura y normatividad, asumiendo políticas pro-activas en materia de remoción de limitantes institucionales al desarrollo de un sistema de transporte sostenible”.

César Quintini Rosales  
Caracas – Octubre 2005

*De esta edición se imprimieron  
600 ejemplares en los Talleres Gráficos  
de Editorial El Viaje del Pez, C.A.  
en el mes de Marzo de 2006*