

Para razonar un desastre. La comunicación Caracas-La Guaira, la autopista, los viaductos y la ingeniería nacional *

Alfredo Cilento / Juan José Martín
IDEC / FAU / UCV

Resumen

El estudio de la comunicación entre Caracas y su litoral sirve para ilustrar el papel jugado por el Ministerio de Obras Públicas (MOP) especialmente en la construcción de la infraestructura vial y de transporte del país, y como activo impulsor del desarrollo de la ingeniería y la enseñanza de la ingeniería en Venezuela. El derrumbe del Viaducto n° 1 de la autopista Caracas-La Guaira puso en evidencia la ineficiencia institucional que siguió a la eliminación del MOP, en 1976 así como la extrema vulnerabilidad de los accesos a la capital venezolana.

Abstract

The analysis upon the communication between Caracas and the coast is good to illustrate the role that the Ministry of Public Works (Acronym in Spanish MOP) has, specially in the construction of the roads and transport infrastructure, and as an active promoter for the development of engineering itself, and engineering teaching, in Venezuela. The landslide of Viaduct n° 1 in the Caracas-La Guaira highway demonstrated the institutional inefficiency that came along with the elimination of the MOP back in 1976, and the extreme vulnerability of the access roads to the Venezuelan capital city.

El Ministerio de Obras Públicas (MOP), fundado en 1874 y desarmado en 1976, fue por cien años el motor fundamental del desarrollo de la infraestructura de obras públicas en Venezuela y, por ende, efectivo impulsor tanto del ejercicio profesional como de la enseñanza de la ingeniería y la arquitectura en el país. La construcción de vías de comunicación durante las primeras siete décadas del siglo XX será el factor que logre la integración territorial del país y dote a Venezuela de la más eficiente red vial de América Latina, un esfuerzo básico realizado por el MOP, aunque no puede despreciarse el papel jugado por las empresas concesionarias petroleras (sobre el rol de las empresas petroleras en la integración del territorio véase Cilento Sarli, 2004).

La primera obra de infraestructura vial expresamente proyectada como tal y con un impacto significativo sobre la economía del país fue la carretera que unió a Caracas con el puerto de La Guaira, inaugurada en 1845; en 1887 se inició el transporte por ferrocarril que estuvo operativo hasta el inicio de la década de los años cincuenta; en 1953, entró en funcionamiento la actual autopista Caracas-La Guaira. Durante ciento sesenta años la comunicación entre Caracas y La Guaira

*Este artículo es un resultado parcial del proyecto de investigación en desarrollo titulado "La Universidad Central y el ejercicio profesional en la Historia de las Ciencias Tecnológicas en Venezuela" (CDCH-UCV n° 02.00.5825.2006), cuyo objetivo principal es la revisión histórica del desarrollo de las ciencias tecnológicas a partir de las relaciones entre la formación académica y el ejercicio profesional de los egresados de la UCV en los campos disciplinares de construcción de obras civiles, tecnología agrícola, y tecnología del hierro y el petróleo. Una versión reducida fue presentada como ponencia en las VI Jornadas Latinoamericanas de Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología, Bogotá, 19 al 21 de abril de 2006.

Descriptores:

Comunicación Caracas-La Guaira; Enseñanza de la ingeniería en Venezuela; Viaducto n° 1; Eugène Freyssinet.

TECNOLOGÍA Y CONSTRUCCIÓN. Vol. 22-I, 2006, pp. 9-27.
Recibido el 18/09/06 - Aceptado el 28/12/06

ha sido siempre vulnerable por la inexistencia, prácticamente, de vías alternas. Situación que lamentablemente se comprobaría en varias oportunidades durante ese período, hasta que finalmente de modo dramático se derrumbase el Viaducto N° 1 de la Autopista, en enero de 2006.

La construcción de estas vías de comunicación, en particular la de la Autopista Caracas-La Guaira que se estudia aquí con más detalle, sirven tanto para ilustrar el papel motor del Estado y sus relaciones con la formación y el ejercicio profesional como para ayudar a despejar las razones —técnicas y sociales— de este colapso anunciado.

Obras públicas, formación académica y ejercicio profesional

La inauguración, en 1909, de la Fábrica de Cementos La Vega, situada al sudoeste de Caracas, permitirá en adelante la utilización del hormigón y del hormigón armado como insumos básicos de lo que será una floreciente industria de la construcción en Venezuela. A partir de 1917 la explotación petrolera comenzó una expansión indetenible y, ya en 1926, el petróleo había pasado a ser el primer rubro de exportación, sustituyendo las exportaciones tradicionales de café, cacao, ganado y cueros. Así, cuando se produce la crisis mundial de 1929, Venezuela era el segundo exportador de petróleo del mundo, sus ingresos fiscales comenzaron a crecer y la inversión en obras públicas pasó a ser el componente más importante del presupuesto nacional¹.

Esta nueva circunstancia creó en el MOP la urgente necesidad de incorporar personal calificado y establecer normas técnicas para afrontar el incremento y la complejidad en las obras, las nuevas tecnologías y manejar nuevos medios de producción; sobre todo, a la luz de los desastrosos resultados, contractuales y técnicos, de la experiencia de construcción de ferrocarriles desde mediados del siglo XIX (Cilento Sarli, 2001). El proceso de tecnificación del MOP tendrá influencia decisiva en la formación de los ingenieros en la Universidad, al introducir el componente fundamental de la normalización técnica, el estudio de la resistencia de los materiales, métodos de cálculo y mecanismos de control de calidad, lo que generará un gran salto cualitativo en la construcción del país y en la educación para la ingeniería y la arquitectura.

Es entonces cuando el MOP comienza a producir lo que pudiéramos llamar el "*software*" tecnológico de la ingeniería venezolana de la época, que además constituirá la documentación y bibliografía básica, tanto para el ejercicio profesional como para la formación académica de

ingenieros, agrimensores y arquitectos en la Universidad. Nos estamos refiriendo a la producción y edición de normas de diseño y construcción de edificaciones, carreteras, puentes, acueductos, cloacas y drenajes, de diseño de pavimentos, manuales para el cálculo estructural, manuales técnicos y pliegos de especificaciones y partidas de obra, y numerosos documentos técnicos que definían los aspectos de diseño, construcción, inspección y calidad de las obras ejecutadas, así como la caracterización de los materiales usados, dirigidas tanto al MOP y sus Institutos adscritos, como a las actividades de construcción privada. A esto se suman la *Revista Técnica del MOP* y las *Memorias* anuales, que incluían otra abundante documentación técnica sobre los proyectos y estudios, importante fuente de información profesional y académica. Todo este arsenal técnico era además la base para las labores de control de proyectos y obras que realizaban, o debían realizar, las Oficinas de Ingeniería Municipal dependientes de los Concejos Municipales en todo el territorio nacional.

El primer proyecto de normas para la construcción de edificios fue elaborado en 1936 bajo la dirección del Ing. Edgar Pardo Stolk² y contenía recomendaciones sobre mezclas y morteros, construcción de estructuras, muros y paredes, instalaciones eléctricas, de plomería y de intercomunicación, y obras de herrería y ebanistería. Las primeras Normas para la Construcción de Edificios fueron dictadas por el MOP en 1939 y fueron publicadas en 1941 para su aplicación obligatoria³.

Un punto de inflexión en la construcción pública y en el desarrollo empresarial de la construcción —que llegaría a su más alto nivel en la segunda mitad de los años cincuenta— estuvo marcado por la construcción de la reurbanización de El Silencio: 747 apartamentos y 207 locales comerciales en el centro de Caracas entre 1941 y 1945.

El MOP y sus Institutos adscritos, Banco Obrero (BO) e Instituto de Obras Sanitarias (INOS) fueron en ese momento los artífices de la creación del aparato privado de la construcción por su estímulo a profesionales de la ingeniería, originalmente funcionarios públicos; Gerardo Sansón, Ministro de Obras Públicas entre 1948 y 1952, fue sin duda una pieza clave en las iniciativas para la formación de empresas constructoras (véase Martín Frechilla, 2004, pp. 161-162)⁴.

Desde los años cuarenta, las obras habían comenzado a crecer en tamaño y complejidad: autopistas, grandes puentes, represas, aeropuertos, acueductos regionales y plantas de tratamiento de aguas, hospitales de gran capacidad, grandes conjuntos urbanos, sistemas de electrificación... Pero también en esos años se produjo un

significativo proceso de cambio tecnológico: del hormigón de muy baja resistencia (40 Kg/cm²) se pasó a hormigones de mayor resistencia, al hormigón armado, luego al hormigón precomprimido, componentes y sistemas de prefabricación, desarrollo de grandes estructuras y encofrados metálicos complejos... El Estado y las obras producto de la actividad de la construcción influenciarán de manera decisiva la enseñanza de la ingeniería y la arquitectura en la Universidad.

El acervo y la experiencia tecnológica del MOP y sus institutos adscritos también los convirtió en lugares de trabajo privilegiado para estudiantes y graduados de las carreras asociadas a la construcción. El nivel de actualización tecnológica, prestigio y mística institucional, así como el interés de las obras, tecnológicamente avanzadas, hacía que la pasantía por dichas instituciones se convirtiera en una especie de postgrado sin certificación académica. Además, la Ciudad Universitaria, en pleno proceso de construcción, hizo que la docencia de la ingeniería y de la arquitectura en la Universidad Central de Venezuela (UCV) se realizara en el propio sitio de construcción de un conjunto de obras inigualables por la innovación y calidad de sus proyectos y realización⁵.

El Laboratorio Nacional de Ensayo de Materiales del MOP, fundado en 1937, dirigido por Francisco J. Sucre, adscrito a la Dirección de Vías de Comunicación, fue el primer centro de estudios y certificación de calidad de la construcción del país. Funcionaba en la estación de Caracas —estación de Santa Rosa— del Ferrocarril Central que conectaba a Caracas con Santa Teresa del Tuy. Este laboratorio permitió complementar con demostraciones de ensayos de materiales la enseñanza teórica de las cátedras de materiales de construcción y de construcción que se impartían en la Universidad. A principios de los años cuarenta Armando Vegas creó un laboratorio similar en la UCV, que se transformó, en 1960, en el Instituto de Materiales y Modelos Estructurales (IMME) de la Facultad de Ingeniería de la UCV (sobre la creación del IMME véase Grases, 2003). El primer director del IMME, Ramón Espinal Vallenilla (1925-2002), venía de trabajar en el Laboratorio del MOP. Este organismo universitario fue apoyado financieramente, poco después de su fundación, por el Banco Obrero para la construcción del Banco Universal de ensayos, equipamiento que resultaría imprescindible para el análisis dinámico de estructuras, luego de ocurrido el terremoto de Caracas de 1967.

Pero estos procesos de transferencia también ocurrieron entre el sector público y el sector privado. El químico Manuel Silberg, quien había llegado a Venezuela

en 1938 contratado por el Ministerio de Fomento como asesor para la puesta en práctica de una política de desarrollo industrial auspiciada por el Estado, ayudó en la definición de la fabricación de pinturas y cauchos como algunos de los posibles campos para la inversión industrial privada. En 1949, ajustándose a sus propios informes, Silberg fundó la fábrica de pinturas *Pinco*, mientras, por otra parte, daba cuerpo a un "Proyecto de creación del Instituto Tecnológico Nacional de Investigaciones Industriales" (véase Silberg, 1950), proyecto que presentó en 1950 al Ministerio de Fomento como el puntal de una política de desarrollo industrial. El proyecto tuvo escasa resonancia en un sector público ocupado entonces por el desarrollo de una política de intervención directa del Estado en las industrias básicas: la siderúrgica en primer lugar, junto a la petroquímica y la producción de electricidad⁶; de modo que, en 1954, Silberg acudió con su proyecto a la Cámara de Industriales de Caracas buscando apoyo para la iniciativa.

Por su parte, el ingeniero Armando Vegas, promotor del IMME y pieza esencial en la construcción de la planta física de la Universidad Central de Venezuela en su rol de director de Instituto Ciudad Universitaria, había mostrado interés en las relaciones entre tecnología e investigación desde la perspectiva de la industria de la construcción; prueba de ello fue la creación en 1944 del laboratorio de ensayo de materiales en la Facultad de Ingeniería, ya mencionado, avalado por el Laboratorio de Ensayos del MOP. Los intereses y las iniciativas de Vegas y Silberg culminaron en 1958 con la creación del Instituto de Investigaciones Tecnológicas e Industriales (INVESTI) (Pirela, 1987, pp. 369-388), como una iniciativa privada auspiciada por la Cámara de Industriales, la Cámara Venezolana de la Construcción y el Colegio de Ingenieros de Venezuela. Sin embargo, como muestra de la articulación entre el sector público, la universidad y el sector privado, el INVESTI comenzó sus actividades dentro de los nuevos edificios de la Ciudad Universitaria de Caracas con equipos donados por el MOP.

Otro ámbito significativo de las transferencias entre el sector público y la universidad se remonta a 1939, cuando la planificación y las obras de infraestructura urbana comenzaron a desplazarse —no sin resistencia— del Ministerio de Obras Públicas a la Dirección de Urbanismo de la Gobernación del Distrito Federal creada para tales fines. La contratación de una oficina francesa de proyectos urbanos para la elaboración del plan de urbanismo de Caracas tuvo en esa Dirección municipal el lugar indicado para la transferencia entre los técnicos asesores extranjeros —Jacques Lambert y Maurice

Rotival— y los arquitectos e ingenieros venezolanos: Edgar Pardo Stolk, Carlos Raúl Villanueva, Leopoldo Martínez Olavarría. Este primer paso para la implantación del urbanismo, la planificación urbana y el ordenamiento del territorio sería confirmado cuando, en 1946, fue creada una Comisión Nacional de Urbanismo (CNU), adscrita al Ministerio de Obras Públicas. En ella encontramos a los mismos profesionales venezolanos de la arquitectura y la ingeniería, ahora en niveles de decisión de más largo aliento. Como asesores de la CNU volvieron Lambert y Rotival convirtiéndola en una escuela de cuadros oficiosos, ya que la propuesta de Rotival de crear un Instituto de Urbanismo dentro de la Universidad Central de Venezuela no tuvo en ese momento la acogida institucional necesaria —tanto de la universidad como del sector público— para la formalización de estos estudios para ingenieros y arquitectos en primer lugar, pero también para economistas y sociólogos (cf. Martín Frechilla, 1996 y 1999).

El campo del urbanismo, la planificación urbana y el ordenamiento del territorio, con un sesgo muy marcado inicialmente por proyectos y construcción de obras públicas e infraestructura, se fue deslizando hacia la planificación más comprensiva, con horizontes multidisciplinares. Por parte del sector público se fue estableciendo una relativa continuidad entre la Comisión Nacional de Urbanismo (liquidada en 1956), la Oficina de Estudios Especiales de la Presidencia de la República, creada en 1953 para el programa de industrias básicas, y la Oficina Central de Coordinación y Planificación (Cordiplan) en 1958, amén de los organismos de inversión directa del Estado como la Corporación Venezolana de Fomento creada en 1946. Por su parte, en la Universidad, a pesar de haberse creado en 1953 una Facultad de Arquitectura y Urbanismo, la formación de los cuadros —ingenieros, arquitectos, economistas, sociólogos, etc.— a nivel de postgrado, se inició en 1961 con el Centro de Estudios del Desarrollo (Cendes) adscrito al vicerrectorado académico de la UCV (Darwich, 2005) y, dentro de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la UCV, con el Instituto de Urbanismo en 1967 y el Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción (IDEC) en 1975 (cf. Lovera, 2004; Cilento Sarli, 2005, pp. 30-53); en este último caso la transferencia del sector público a la universidad tuvo como antecedente la experiencia de la Sección de Diseño en Avance del Banco Obrero, entre 1962 y 1967, fundado por profesionales provenientes de esa institución que también actuaban como docentes en la UCV (cf. Cilento Sarli, 1996; Arellano, 2005)⁷.

Pero esta fecunda transferencia de conocimientos, experiencias e iniciativas de los organismos de la administración pública a la Universidad —MOP, BO, ICU, INOS— a través de ingenieros y arquitectos que compartían el trabajo profesional y la docencia, se vería interrumpida en la década de los setenta cuando se produjo la reestructuración ministerial que eliminó el MOP.

Carreteras y autopistas

Sin duda las obras de vialidad y transporte fueron prioritarias en la actuación del MOP a lo largo de sus cien años de vida. El Decreto del 24 de junio de 1910, referido a la construcción de “carreteras centrales” en los estados de la República, definió la construcción de una o más de estas vías en cada estado del país, la jerarquía de la red y los estudios necesarios para su construcción, reparación o mejora, así como las inversiones requeridas. A partir de ese plan vial, al cual se destinó desde 1910 el 50% del presupuesto de obras públicas, quedó marcada la hegemonía —en funciones y poder— del Ministerio de Obras Públicas en cuanto a la definición de procedimientos y normativas para la licitación y la construcción de las obras de carácter nacional y, en consecuencia, el desarrollo y el destino de algunas de las especialidades de la ingeniería venezolana.

Así se construyó la primera red de “carreteras centrales” que, en cada estado, debía pasar por las principales ciudades, para de este modo articularse con los caminos secundarios, los ferrocarriles y las vías fluviales, que por ser de carácter regional no se enlazaban entre sí⁸. Aunque esta red era lo que pudiéramos llamar una iniciativa precursora de un sistema intermodal de transporte, a los pocos años, cuando se enlazaron y se dio continuidad a las carreteras⁹, aquel Decreto significó la muerte de los precarios ferrocarriles venezolanos pues, una vez interconectadas, en la mayoría de los casos las rutas de los ferrocarriles y las de las carreteras se solapaban.

La Comisión Permanente de Vías de Comunicación designada en 1936 y el Consejo Nacional de Obras Públicas creado en 1941 fueron los antecedentes institucionales encargados de evaluar la red de carreteras construida por el gobierno de Juan Vicente Gómez (1908-1935). Esta evaluación culminó con la creación, en 1946, de la Comisión Nacional de Vialidad, con el objetivo de “elaborar un plan general de vialidad que comprenda carreteras, ferrocarriles, vías fluviales, marítimas y aéreas,

de carácter nacional, estatal y municipal, teniendo en cuenta los aspectos técnicos, económicos y financieros; y estrechamente coordinado con los planes de fomento y desarrollo de la producción y con los puntos de vista sociales y militares¹⁰.

El Plan Preliminar de Vialidad presentado en 1947 fue sin duda un documento fundamental, por la calidad de sus análisis y por sus proposiciones; documento que, por otra parte, mantuvo vigencia y continuidad para la construcción de carreteras, a pesar de los cambios políticos que luego sacudieron al país. La construcción de los 2.440 kilómetros que componían la Red Básica vial estuvo programada para un período aproximado de 10 años, mientras que los 1.810 kilómetros de la Red Complementaria serían construidos durante los 10 años siguientes. La evaluación de toda la red y los ajustes sucesivos en requerimientos técnicos para transformar las calificaciones de los tramos fueron un trabajo y un esfuerzo de construcción del sector público que no hubiese sido posible sin una continuidad técnica y administrativa en la ejecución del Plan, a lo largo de los años y los distintos gobiernos; de modo que el Plan Nacional se mantuvo en sus líneas generales prácticamente hasta casi finales del siglo XX, a pesar de las importantes diferencias políticas entre ellos. Hasta 1976, cuando el Ministerio de Obras Públicas fue sustituido por tres nuevos ministerios, hubo continuidad en la planificación y ejecución de excelentes y reconocidas obras de vialidad y transporte en el país.

Por ello algunas de las principales carreteras troncales de la Red Básica fueron, durante la década de los años cincuenta y sesenta, sustituidas por la primera red de autopistas del país. El 2 de diciembre de 1953 se inauguró la primera de ellas: la autopista Caracas-La Guaira. Después vendrían la autopista Coche-Tejerías y la Valencia-Puerto Cabello y, de la década de los sesenta en adelante, los tramos Valencia-Campo de Carabobo, Tejerías-Maracay-Valencia, El Palito-Morón, Lagunillas-Maracaibo, Carora-Puente Torres, Barquisimeto-San Felipe, Ciudad Guayana-Ciudad Bolívar...¹¹ Sin embargo, una de las más importantes, la autopista de Oriente, que comunicaría a Caracas con Puerto La Cruz y la región turística de la costa este venezolana, iniciada a mediados de los años setenta, ha venido representando con absoluta claridad la marcada ineficiencia que ha caracterizado a los ministerios sustitutos del antiguo MOP: la autopista de Oriente lleva más de treinta años en construcción.

Las rutas de Caracas a La Guaira y la primera carretera venezolana

Desde su fundación en el siglo XVI, Santiago de León de Caracas dependió casi exclusivamente de las importaciones que llegaban a través del puerto de La Guaira “fundado” por Diego de Osorio, Gobernador y Capitán General de la Provincia de Venezuela¹², quien en 1597 ordenó la construcción de un camino, el “Camino de la Montaña”, siguiendo una pica indígena llamada “La Culebrilla”¹³. Caracas era entonces un pequeño asentamiento cuya comunicación con el puerto estaba frecuentemente bloqueada por la actividad natural de la serranía del Ávila. El hoy llamado “Camino de los Españoles” que data de inicios del siglo XVIII, fue empedrado en 1762 y, durante tres siglos, fue el único camino transitable entre Caracas y La Guaira. Era la ruta de conquistadores, colonizadores y piratas, a la vez que vía de transporte de personas, alimentos y todo tipo de bienes necesarios para la humilde vida de los caraqueños de entonces.

Ya entrado el siglo XIX se construyó la carretera para comunicar Caracas con el puerto de La Guaira, inaugurada el 14 de enero de 1845, lo que Arcila Farías (1961, p. 13) llama el “primer proyecto de la República”. En 1837 la Diputación Provincial de Caracas había autorizado a la Junta Superior de Caminos para contratar “la apertura del nuevo camino que conduce de esta capital al puerto de La Guaira, por la pica de Amado Pérez, hasta perfeccionarlo carretero; como también la conservación del mismo camino por el término de la contrata”. Las elementales especificaciones técnicas se reducían al señalamiento de que el camino tuviera el menor declive posible (no más de 5%), que se usara calzada (pavimento de piedra apisonada) en los lugares donde se hagan “barreales”, que se establezcan puentes “donde sea necesario”, y que el ancho de la vía sea de “ocho varas de piso firme en las partes rectas, y de doce por lo menos en las oblicuas o recodos”¹⁴. Agustín Avelo¹⁵ anotaba en 1862 la sorpresa de los caraqueños al ver correr, en enero de 1845, las “primeras ruedas” que conducían frutos entre Caracas y La Guaira, “suceso que ha llamado la atención de la industria hacia las empresas de carros”. En 1847, el ingeniero Juan José Aguerrevere, director técnico de la obra, en informe presentado al Gobernador de la Provincia y Presidente de la Junta Superior de Caminos recomendó “de nuevo” el uso del macadam¹⁶ para algunos trozos de la carretera, sistema que la Junta Superior de Caminos no aceptó utilizar en razón de su costo. De hecho, el simple empedrado era muy económico por las innumerables afloraciones rocosas del

Ávila, que permitían obtener, sin mayores problemas, el material pétreo para “empedrar” la vía.

Entre 1911 y 1912 se ejecutaron obras de mejoramiento y rectificación del trazado de la carretera Caracas-La Guaira, como consecuencia de la llegada de vehículos automotores, usándose por primera vez hormigón armado en la construcción de alcantarillas, brocales, cunetas y “cajones”. En 1913, el MOP estableció los criterios técnicos aplicables a la reforma de la carretera que incluía la construcción de una variante de la vía para eliminar las fuertes pendientes y rectificar parte de las innumerables curvas de la carretera¹⁷. Estas especificaciones también debían ser aplicadas para la construcción de las demás carreteras del país, de las que la Caracas-La Guaira se constituyó en el modelo; especificaciones que, por otra parte, fueron precursoras de toda la normativa nacional de construcción dictada por el MOP a partir de los años treinta. Aparte de los primeros kilómetros de la carretera Caracas-La Guaira y algunos tramos de la carretera Central del Táchira, ninguna carretera venezolana sería totalmente macadamizada para el tránsito directo.

En diciembre de 1922, diez años después de iniciadas las obras, se inauguró la vía rectificadora, que sería entonces denominada “carretera nueva de La Guaira”, con 32 km. de longitud y 395 curvas, algunas con radio de sólo 15 m.; era todavía una vía inapropiada para el tráfico de vehículos automotores pesados, a pesar de exhibir un nuevo pavimento de concreto. La vía sería asfaltada en 1925 y luego, a principios de los cuarenta, repavimentada en toda su extensión, con un concreto de mayor resistencia. Después de inaugurada la Autopista la carretera comenzó a ser llamada de nuevo, como la conocemos hoy, “carretera vieja de La Guaira”.

El ferrocarril Caracas-La Guaira

El medio alternativo de comunicación de la capital con el litoral fue por 70 años un ferrocarril. Desde 1854 comenzaron las negociaciones con el objetivo de contratar la construcción de una línea ferrocarrilera entre Caracas y el puerto de La Guaira y obtener los fondos para su financiamiento. Después de múltiples intentos fallidos sería Antonio Guzmán Blanco quien lograría suscribir, en 1880, un contrato con William Pile, socio de James Perry & Co., y la empresa *La Guaira and Caracas Railway Company Limited* de Londres, para la construcción de la vía férrea. Para ese momento ya se había inaugurado un balneario en la población de Macuto cercana al puerto de La Guaira y estaba en

construcción la residencia de recreo del presidente de la república¹⁸. La construcción del ferrocarril estuvo llena de innumerables conflictos técnicos, especialmente en relación con modificaciones de la ruta, pero también por la contratación de las obras así como por los aumentos y las alteraciones en las obras a ejecutar. Por otra parte, la obra siempre tuvo que lidiar con las amenazas de Guzmán Blanco de incautar el ferrocarril en el caso de no estar terminado para el 30 de junio de 1883, fecha acordada para su inauguración dentro de las celebraciones del Centenario del Natalicio del Libertador.

El ferrocarril entró finalmente en servicio al público —carga y pasajeros— el 27 de septiembre de 1883, con un recorrido de 36 Km. desde la estación Caracas en Santa Inés, conocida como Caño Amarillo. Se trataba de una vía de montaña con estructuras elevadas y túneles, reconocida como una gran obra de ingeniería de la época¹⁹. La mayor parte de los nueve puentes era de hierro (las columnas y estructuras de soporte) y de madera (el tablero); incluyendo el viaducto de Pariata, de 162 metros de luz, inicialmente de mampostería y madera, reconstruido posteriormente con vigas de acero y cerchas apoyadas sobre torres metálicas y estribos de concreto. El ancho entre rieles de la vía era de 0,915 metros, es decir, una línea de trocha angosta. También se ejecutaron 8 túneles con un total de 365 metros de longitud, el más largo de 95 metros; se instalaron 60.000 durmientes de madera, y se efectuaron banquetes y terraplenes por más de un millón y medio de yardas cúbicas. La línea férrea fue extendida hasta el vecino balneario de Macuto, en una longitud de ocho kilómetros, inicialmente mediante concesión a la firma James Perry & Co., pero ese tramo sería finalmente terminado en 1885 por una Junta de Fomento designada por el Gobierno²⁰.

Poco después de su inauguración, la competencia por pasajeros y mercancías entre el ferrocarril y la carretera llegó al límite de lo absurdo cuando, el 18 de febrero de 1884, mediante Decreto, se cerró la carretera al tráfico de carros “para no perjudicar al ferrocarril”, es decir, para no perjudicar los intereses de Guzmán Blanco. Tal decisión resultaría nefasta tres años después, cuando en 1887, debido a torrenciales aguaceros, la vía del ferrocarril quedó intransitable al igual que la carretera abandonada. Caracas permaneció aislada de su puerto y su balneario por varios meses. La crisis de accesibilidad a la capital obligó al gobierno a adoptar medidas de emergencia para reabrir la carretera, y a suscribir un convenio con la empresa del ferrocarril que la obligaba a su mantenimiento y a garantizar el tránsito expedito, a fin de utilizarla como vía alterna efectiva.

Ya con Juan Vicente Gómez en el poder, este tipo de problemas llevó a retomar nuevamente la construcción de carreteras, para privilegiar de manera definitiva el modo de transporte automotor sobre el transporte ferrocarrilero, que había sido impulsado durante la última mitad del siglo XIX. Esta decisión tecnológica estuvo acompañada —como anotamos— por la inauguración de la primera fábrica de cementos en 1909; una de neumáticos en 1939; el inicio de la producción de derivados asfálticos para la pavimentación de vías en la refinería de Amuay en 1950 y, cinco años después, la entrada en producción de la planta de hidroformación catalítica fluida en la misma refinería, lo cual permitió la producción de gasolina de alto octanaje (foto 1)

El ferrocarril Caracas-La Guaira fue abandonado definitivamente en 1952, poco antes de entrar en servicio la Autopista, la impactante obra de ingeniería que pondría a Caracas a 17 Km. y 15 minutos de su puerto. Pero también la carretera quedó de nuevo relegada ante el ahorro de tiempo, la velocidad de circulación y la capacidad de la nueva vía. Al mismo tiempo, paradójicamente, el acceso a Caracas y el resto del país se hizo más vulnerable, pues el tránsito de pasajeros y carga hacia y desde el exterior pasó a depender casi exclusivamente de una sola vía: la Autopista. La carretera vieja, también casi abandonada y en desuso, se convirtió progresivamente en una larga calle suburbana deteriorada, bordeada de barrios de vivienda y urbanismo

precarios, afectados por frecuentes derrumbes, emergencias sanitarias y delincuencia. El colapso definitivo del Viaducto n° 1 de la Autopista, en enero de 2006, lógicamente tenía que generar una nueva e importante crisis, debido a la aceleración de la vulnerabilidad en las comunicaciones del país.

La Autopista Caracas-La Guaira²¹

Al finalizar la Segunda Guerra Mundial se reanudó con fuerza el comercio marítimo internacional, antes severamente condicionado por las acciones bélicas en los mares. Venezuela había estado afectada en sus importaciones por las restricciones impuestas por la guerra, pero ello no impidió que se convirtiera en el primer país exportador de petróleo por las mismas demandas de la guerra²²; ahora disponíamos de los recursos y, sin embargo, padecíamos necesidades que debían ser satisfechas en los mercados externos, razón por la cual se incrementaron las importaciones, y fue necesario ejecutar diversas acciones para mejorar las comunicaciones entre el puerto de La Guaira y el resto del país. El petróleo, que constituía prácticamente el único rubro de exportación, salía por los terminales petroleros del Lago de Maracaibo en Occidente y de Puerto La Cruz en Oriente, mientras el puerto de La Guaira era, casi exclusivamente, un puerto importador de capacidad muy limitada para las nuevas exigencias.

Foto 1
Ferrocarril y Carretera Vieja Caracas-La Guaira



Estas razones llevaron al MOP a iniciar los estudios para ampliar las facilidades portuarias, así como para la construcción de una nueva vía que enlazara a Caracas con el puerto de la Guaira²³ y con el aeropuerto de Maiquetía. Los estudios de la vía fueron encomendados por el MOP, en 1945, al ingeniero César González Gómez, quien estuvo al frente de una comisión integrada también por los ingenieros José Antonio Díaz, Ernesto Mandé y Antonio Massabie. El anteproyecto estuvo listo en 1946 y, a partir de sus especificaciones técnicas, se realizaron los estudios económicos, de costos de transporte y de la obra, así como los de financiamiento y amortización de la vía²⁴. En 1950, poco más de un año después del golpe militar que derrocó al presidente Rómulo Gallegos en noviembre de 1948, se inició el proyecto definitivo de la vía el cual, con los ajustes de ruta, trazado y pendientes, se convertiría en la actual Autopista. Esta fue inaugurada el 2 de diciembre de 1953, durante la celebración de la Décima Conferencia Interamericana y presentada por el gobierno como un “ejemplo palpable de la reversión de la riqueza petrolera a través de la construcción de infraestructura para el desarrollo”. Como es posible anotar se trata de la misma idea de “desarrollo” manejada desde principios del siglo XX y a lo largo de toda su historia por el Ministerio de Obras Públicas.

Al momento de inaugurar la Autopista en 1953, el aeropuerto de Maiquetía tenía un movimiento diario de alrededor de 200 vuelos nacionales e internacionales²⁵; el puerto de La Guaira ya movía el 50 % de las importaciones del país y por la vieja carretera se estimaba que circulaban unos 6.000 vehículos por día. A la drástica reducción del tiempo había que agregar un recorrido mucho más confortable de la vía por la reducción del número de curvas y el aumento de su radio de giro²⁶. Desde luego, la Autopista facilitó enormemente el transporte de carga pesada, en especial porque el incremento de la capacidad y el tamaño de los vehículos de carga, así como la posterior incorporación del transporte en contenedores, creaba serias dificultades al lento tránsito por la carretera vieja.

La magnitud de las obras de corte y relleno requeridas para la construcción de la vía²⁷, con exigentes especificaciones para un trazado de montaña, significó una

experiencia trascendental para la capacitación de operarios de maquinaria pesada (maquinistas, mecánicos, engrasadores y ayudantes) y para la compra de un importante parque de equipos de movimiento de tierra. Esta experiencia fue clave para la realización de otra tarea que requirió, en sintonía con la tan repetida política de “transformación del medio físico” del gobierno de Pérez Jiménez, de enormes movimientos de tierra: el programa de construcción de superbloques, a cargo del Banco Obrero, en los cerros adyacentes al centro de la ciudad frente a la entrada de la Autopista a Caracas y a su llegada al Litoral²⁸. En buena medida estas dos obras — autopista y superbloques— fueron operaciones decisivas tanto para la consolidación empresarial-profesional como la del parque de maquinaria requerido en estos movimientos de tierra y las obras de infraestructura; sin duda una capacidad instalada imprescindible para la ejecución de las grandes autopistas y represas construidas entre las décadas de 1950 a 1970²⁹.

Los viaductos de la Autopista

Como complemento del riguroso trazado vial y de las exigencias que en materia de masivos movimientos de tierra ello demandó, la autopista incluía cinco obras de arte de gran envergadura: dos túneles y los tres viaductos en forma de arco de concreto, presentes entre las obras de ingeniería vial más reconocidas al comienzo de la segunda mitad del siglo XX. El primero de los túneles, Boquerón 1, de 1.800 metros de longitud, era uno de los más largos del mundo para el momento de su conclusión; el otro, Boquerón 2, tiene una longitud de 460 m. Para la construcción de los túneles fueron contratados los especialistas Ralph Smillie (estructuras, ventilación e iluminación) y Ole Singstad (asesor en el diseño). Fueron perforados en la roca del Ávila³⁰ mediante la técnica de voladuras con dinamita y la utilización de cargadores eléctricos *Joy Loader*³¹ acoplados a correa transportadora para cargar en camiones mineros (*dumpers*) de la marca Koering. Cada túnel estaba formado en realidad por dos túneles gemelos, de dos canales en cada dirección, separados de la roca original por una pared de 12m de

Cuadro 1
Características originales de los viaductos de la Autopista Caracas-La Guaira

	Longitud total	Luz del Arco	Altura sobre el valle
Viaducto n° 1	308,96 m	151,90 m	51,85 m
Viaducto n° 2	253,15 m	145,80 m	73,20 m
Viaducto n° 3	213,50 m	138,16 m	21,35 m

ancho. El túnel mayor disponía dos galerías verticales de más de 35m, para permitir la entrada de aire fresco al interior y la expulsión de los gases de combustión.

Las otras estructuras especialmente relevantes de la autopista son los tres viaductos diseñados por Eugène Freyssinet y construidos por la empresa francesa Campenon Bernard. Los viaductos están constituidos por estructuras de viga de cajón formando arcos de soporte sobre los que se apoyan los tableros, estructurados por componentes (columnas, vigas y losas), prefabricados en el sitio de la obra, colocados en su lugar en el tablero y luego pos-tensados. El arco del Viaducto N° 1 es el de mayor luz y los viaductos 2 y 3 un tanto menores con alturas variables sobre el fondo de los valles, según se muestra en el cuadro 1.

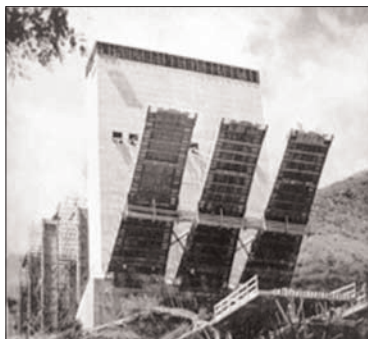
Las obras fueron ejecutadas en tiempo record por Campenon Bernard³², que había encargado a Eugène Freyssinet (1879-1962)³³, padre del concreto precomprimido, el diseño y la supervisión de la construcción de los viaductos. Las tres vigas en arco de cada viaducto son del tipo vigacajón (huecas) de concreto armado. Los dos estribos (o pilastras) de cada viaducto están constituidos por grandes estructuras de caja huecas, de unos 37m de alto, 6m de ancho y un espesor de paredes de 12cm. En el caso del Viaducto n° 1, que será nuestra referencia en este análisis, el puente de acceso, que se apoya en la estructura de arco,

del lado de La Guaira mide 91m de largo y está formado por 6 tableros de 15m de ancho. Del lado de Caracas el puente mide unos 47m de largo y está formado por tres tableros también de 15m de ancho. Las columnas que soportan los tableros, también prefabricadas por secciones, varían entre 9m y 15m de alto, según su sitio de apoyo en el arco. Cada tablero consta de 8 vigas y 112 losas prefabricadas, producidas en el sitio de la obra. La técnica del precomprimido fue aplicada en todos los lugares de la estructura del tablero donde podían desarrollarse tensiones (foto 2).

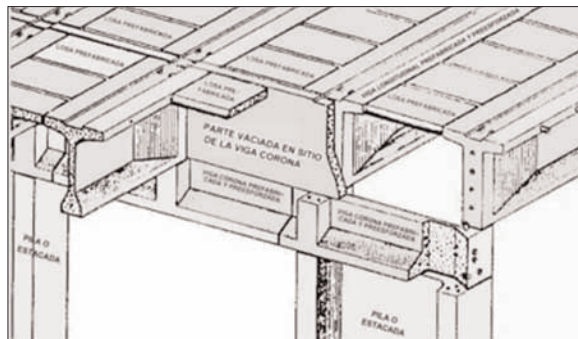
La cimbra de los viaductos

Pero, no sólo el diseño de la estructura de los viaductos fue un avance tecnológico de gran trascendencia por el uso del concreto precomprimido y de componentes estructurales de vigas, losas y columnas prefabricadas; también el diseño de la cimbra (andamiaje) fue una importante innovación tecnológica. Desde los tiempos de los romanos, para construir un puente de arco era necesario erigir previamente otro provisional, que permitiera apoyar y colocar en su sitio, yuxtapuestas, las pesadas piedras pretalladas de forma trapezoidal

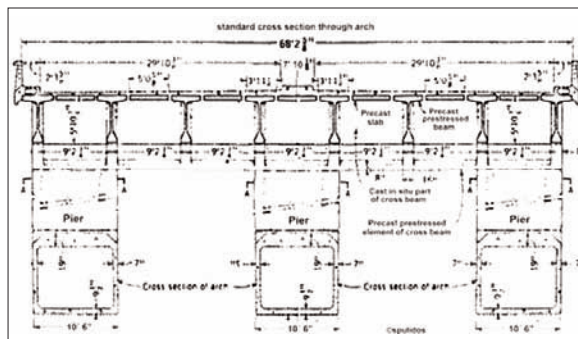
Foto 2
Conformación del Tablero de los Viaductos



Estribo y Tramo en Cantiliver



Viga pretensada vaciada en sitio



(dovelas) que lo formaban, y sobre todo para poder encajar la “clave” que era la piedra más alta que trababa el arco y permitía la continuidad, estabilidad y el flujo de las fuerzas sin generar tensiones que un arco de piedra no puede absorber.

Este “primer puente” era el andamiaje o cimbra, generalmente ejecutado de madera, y posteriormente con madera y hierro. Luego de armado el arco había que retirar la cimbra con sumo cuidado para no inducir tensiones diferenciales entre un apoyo y el otro que podían hacer desequilibrar y derrumbar la estructura, lo que ocurría con cierta frecuencia. En muchas oportunidades la ejecución de la cimbra era una tarea tan dificultosa como la construcción del puente definitivo; y aún más cuando se trataba de puentes para vencer grandes y profundos valles. Por ello, todas las innovaciones tecnológicas en la construcción de puentes, desde siempre, han estado dirigidas a eliminar la necesidad del andamiaje y cimbras apoyadas en profundos valles u hondonadas.

Freyssinet fue un verdadero genio en la concepción de las cimbras para puentes de gran tamaño

y dificultad, que vencieran grandes luces como el puente definitivo. La cimbra del puente sobre el río Elorn en Plougastel, al norte de Francia, construido por la firma Limousin entre 1926 y 1930, supera todos los retos. Este puente está formado por tres arcos idénticos de 186,4m de luz, de cajones huecos, vaciados sobre un encofrado de arco autoportante, que en sí era una obra maestra, equivalente a la propia estructura permanente. Para la construcción del arco del andamiaje se utilizaron 200 m³ de madera; fue construido en la orilla de Plougastel para ser llevado a flote —el 2 de abril de 1928—, aprovechando la marea alta, hasta el primer tramo de arco con la ayuda de dos pontones de hormigón armado. El arco de cimbra estaba unido en sus dos arranques mediante tirantes de cables que se regulaban en sus extremos a través de mecanismos de prensas hidráulicas, que también se usarían para el desencofrado (Wittfoht, 1975, p.125). La espectacular cimbra sería desmontada y colocada nuevamente en el tramo siguiente, para ser utilizada sucesivamente en el vaciado de los tres arcos; este puente, *opera prima* de Freyssinet, le valió reconocimientos por doquier (foto 3).

Foto 3

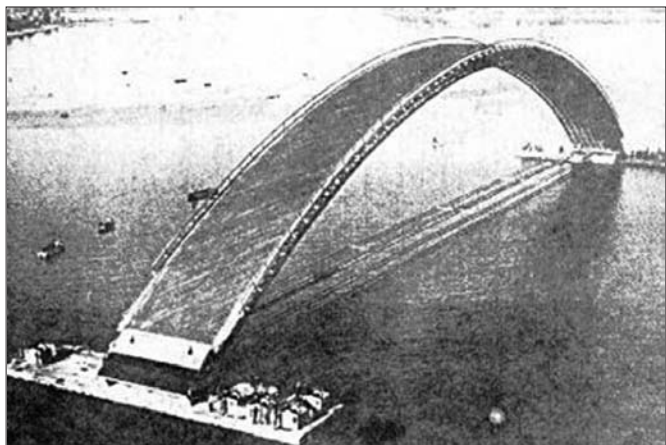
El Puente de Plougastel

1 Freyssinet: puente sobre el Elorn en Plougastel, Francia (1926-1930)

2 La Cimbra usada para los tres arcos del puente (186,4m de luz)



1



2

El diseño y la construcción de la cimbra de los arcos de los viaductos de la Autopista Caracas-La Guaira fue también una obra sobresaliente. La cimbra consta de dos tramos laterales y uno central, ejecutados con estructura de vigas de acero y madera. Los tramos laterales de la cimbra, de aproximadamente un cuarto de la luz total del arco, se soportaron con un apoyo sobre las fundaciones del arco y el otro —la parte volada— colgado por medio de cables desde las pilastras del puente, formando un andamiaje apoyado-colgado, a ambos lados del viaducto, sobre los que se construyó inmediatamente un cuarto de luz del arco en cada lado del puente. El tramo central del encofrado del arco, de unos 80m de largo y 220 toneladas de peso fue

armado como una sola pieza en el fondo del valle, debajo de su lugar en el puente e izado mediante cuatro cabrestantes eléctricos (blondines) soportados por mástiles atirantados con vientos de cables, a cada lado del viaducto, para el acoplado a los tramos laterales del arco. Sobre la cimbra central se construyó el complemento de las vigas-cajón para proceder, luego del fraguado correspondiente, a desencofrar cuidadosamente la totalidad del arco. Después se construiría el tablero apoyado sobre el arco, conformado por componentes prefabricados de vigas y losas postensadas. La cimbra, con los ajustes dimensionales necesarios, fue utilizada para la construcción de los otros dos viaductos (fotos 4 y 5).

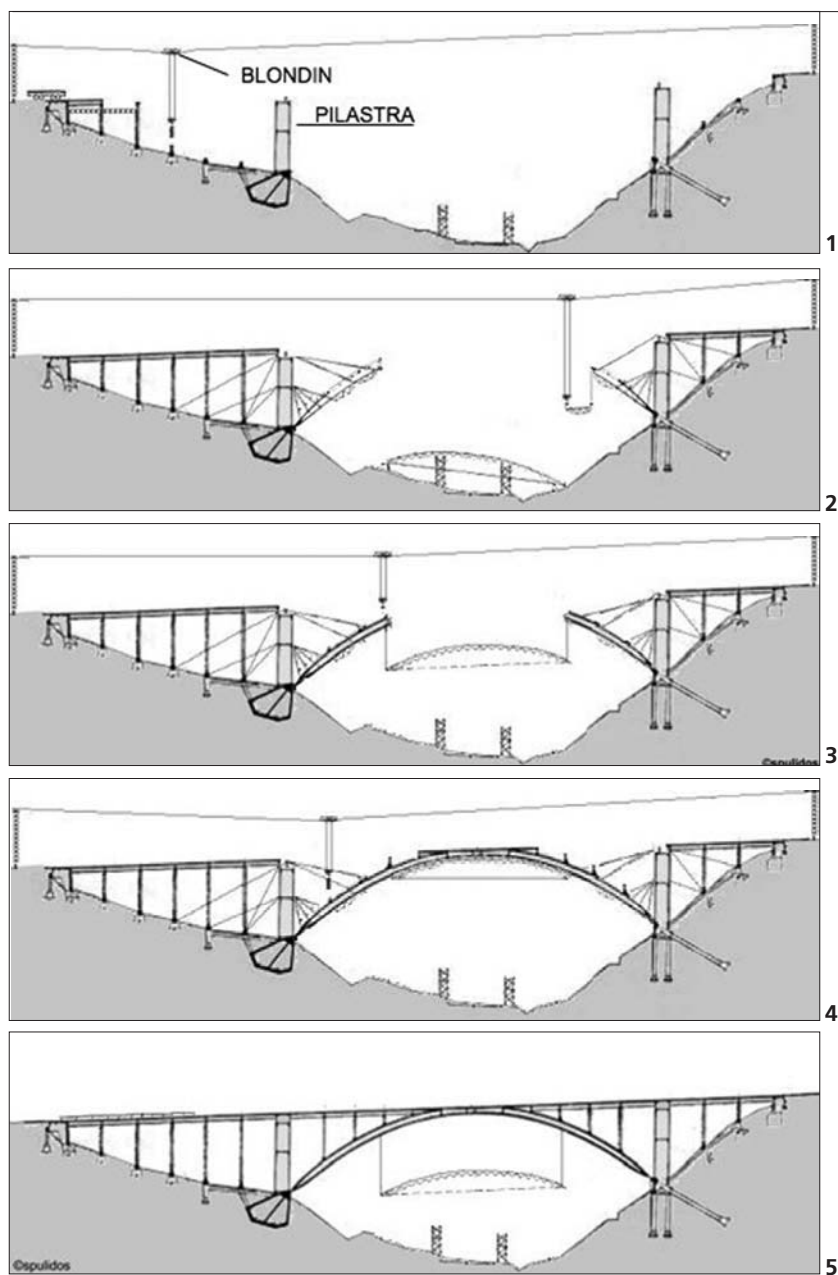


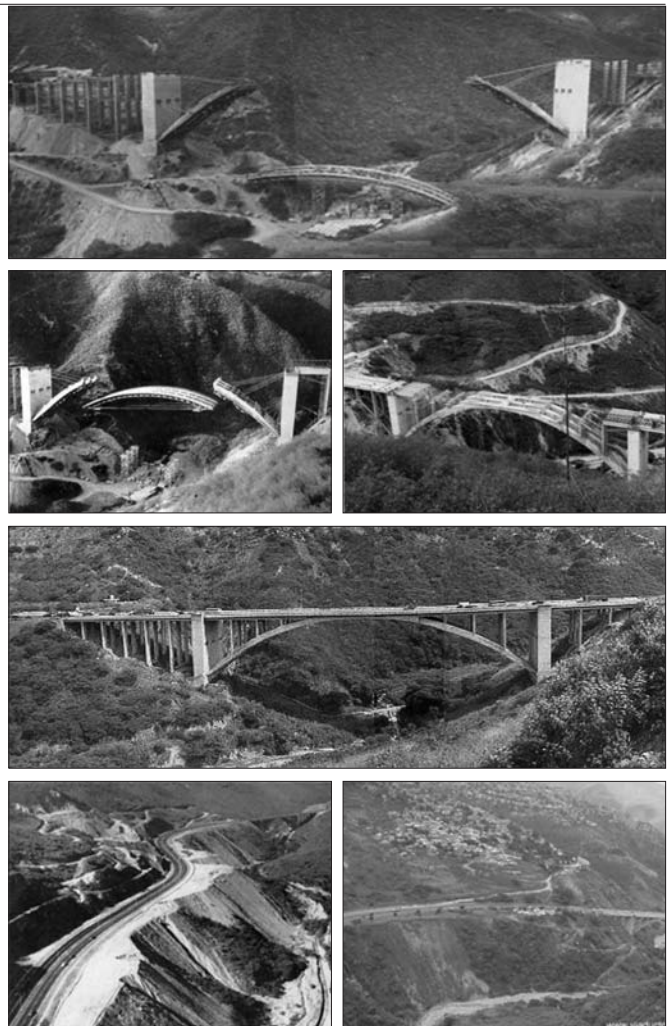
Foto 4
Proceso de Construcción de los Viaductos:
1. Pilastra
2. Construcción tramos en cantiliver
3. Montaje de la cimbra central
4. Armado del tablero postensado
5. Desencofrado

Impactos sobre la ingeniería y la enseñanza de la ingeniería

Los viaductos de la Autopista serían registrados en casi todas las publicaciones técnicas sobre vialidad y puentes que circularon en el mundo en las décadas de los años cincuenta y sesenta. El uso del concreto precomprimido y de componentes prefabricados, así como las técnicas de andamiaje desarrolladas para su construcción, produjeron un gran impacto en la ingeniería venezolana y en la formación de los ingenieros en el país. La Autopista Caracas-La Guaira fue la primera y más importante obra de ingeniería vial moderna realizada en Venezuela, construida por el MOP, a excepción de los túneles y viaductos, bajo la dirección del ingeniero Enrique Silblesz; una obra modelo de estudio en la enseñanza de la ingeniería vial y de la construcción de puentes que hizo de Venezuela, durante los años 1950-1970, un país con la más moderna red vial de América Latina.

Un testigo excepcional de esa influencia fue Juan Otaola Paván (1924-2000), uno de los más brillantes ingenieros venezolanos de cualquier época, quien en una entrevista contaba que: "...el precomprimido entra en Venezuela con los viaductos de la autopista Caracas-La Guaira. Una gente de primera categoría, cosa que a mí me sirvió de mucho porque yo trabajaba en la División de Puentes del MOP con José Sanabria, uno de los mejores ingenieros del país, y me pusieron como condición el seguimiento de ese trabajo; yo lo seguí, y por eso yo sé más de los viaductos que ningún otro. Aquí nadie conoce los viaductos desde su raíz. Yo sí conozco el proyecto de fondo y los detalles. Yo estuve en la División de Puentes revisando los viaductos, por supuesto, una revisión de protocolo, porque yo no soy nadie para revisar a Freyssinet, pero en esa división yo aprendí mucho de lo que enviaban los franceses y de las normas que yo pedía para hacerles seguimiento pero no molestándolos, sino todo lo contrario, aprendiendo de ellos, que vale la pena..." (Martín Frechilla, 1994, p.263)³⁴.

Foto 5
Las Obras del Viaducto N° 1 y la autopista



A partir de la experiencia de los viaductos de la Autopista, la ingeniería venezolana alcanzó sus máximos niveles en la década de los sesenta con la construcción de nuevas autopistas de la red vial. Entre los innumerables puentes, viaductos y túneles necesarios para la operatividad de esta red destacan, además: el puente de arcos de acero sobre el río Chama en Mérida (1954), el viaducto La Bermeja en San Cristóbal (1960); el puente atirantado sobre el lago de Maracaibo, inaugurado en 1962; el puente Páez sobre el río Apure; el primer puente sobre el Caroní, de dovelas prefabricadas “empujado”, primera experiencia de este tipo en el mundo, en Ciudad Guayana (1964); y el puente metálico colgante Angostura sobre el río Orinoco (1967).

Poco tiempo después de que se construyeran los viaductos de la Autopista, los ingenieros Juan Otaola y Oscar Benedetti (Precomprimido C. A.) usaron también la técnica del pretensado —sistema Monier³⁵— en los corredores techados y la viga maestra del Aula Magna de la Ciudad Universitaria de Caracas, y luego participarían en el proyecto y la construcción del Puente sobre el Lago, junto a Ricardo Morandi³⁶ y las empresas Julius Berger A.G., Grun & Bilfinger A.G., Phillip Holzman A.B. y Ways & Freitag A.G.; y en la del puente de Angostura con las empresas Svedrup & Parcel and Associated Inc. y la United Steel Internacional Ltd.

La enseñanza de la ingeniería y el ejercicio profesional fueron impactados definitivamente por estos magníficos ejemplos de desarrollo tecnológico. Pero, en 1975, el Ministerio de Obras Públicas fue desmantelado para dar paso a tres nuevos ministerios, supuestamente especializados, que nunca lograron alcanzar el nivel técnico, de actualización y la eficiencia del antiguo MOP (véase: Cilento Sarli, Alfredo; López, Manuel; Marcano, Luis y Martín Frechilla, Juan José (1999) “El dispositivo de obras públicas en Venezuela”, en Martín Frechilla y Texera Arnal (comps.), 1999a, pp. 49-191). Las razones del desmantelamiento en parte coyunturales, la “construcción” del medio ambiente como problema³⁷ pero sobre todo políticas, tuvieron una profunda repercusión tanto en la eficiencia hasta entonces proverbial del MOP como en el desarrollo de la docencia e investigación universitarias, que se nutrían de la experiencia en proyectar y construir grandes obras públicas de infraestructura y servicios³⁸. Las razones políticas llevan, sin duda, al enorme poder acumulado por el ministerio en relación a contratos, licitaciones y manejo de grandes presupuestos; se trató esencialmente de “socializar” dentro del gabinete ejecutivo pesos particulares por especialidades en detrimento tanto de las obras —su envergadura y su calidad— como del seguimiento y control de proyectos y obras³⁹.

Sin embargo, como efecto —ni perverso ni deseado— de esta decisión de reorganización ministerial y de las nuevas jerarquías de los institutos autónomos, la universidad fue recibiendo una parte —la otra la aprovecharía el sector privado— del flujo de conocimientos producidos en el sector público y pudo captar en algunos casos, en el campo de la tecnología de la construcción, la experiencia profesional acumulada por los profesionales empleados en las instituciones públicas. Desde 1976, el proceso de producción y transferencia entre el sector público y el académico en el campo de las obras públicas se detuvo —como de hecho se detuvieron éstas— correspondiéndole entonces a la universidad incursionar en la investigación y el desarrollo en ese ámbito disciplinar.

Epílogo

A principios de los años ochenta se comenzó a percibir con claridad que el Viaducto n° 1 de la Autopista estaba siendo sometido a un severo empuje sobre su estribo sur, que comenzaba a producir una deformación en el arco, elevando la cúspide donde apoya el tablero del puente. Desde el inicio de la construcción de la autopista eran conocidos los problemas geológicos y geotécnicos que afectaban al “cañón de Tacagua”, especialmente la ladera sur, como lo revelaban las aerofotografías del vuelo cartográfico de 1936. Incluso, desde aquellos años, se pensó en la necesidad futura de construir otra vía dado que las instalaciones estratégicas ubicadas en el litoral caraqueño no debían depender de una sola ruta de acceso; nuevamente se había considerado la carretera vieja como inexistente para una adecuada comunicación entre Caracas y La Guaira⁴⁰.

En 1988 y 1993 fueron convocadas licitaciones para construir una vía que sustituyera al viaducto en peligro. La de 1988 fue dejada sin efecto pues la Comisión de Licitaciones recomendó continuar estudios técnicos que pudieran prolongar la vida útil de la obra. En 1990 la Comisión, designada por el Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC) en 1989, hizo una serie de recomendaciones para prolongar la vida del viaducto, sin embargo, la última de ellas señalaba con toda lucidez que: “En el caso de un movimiento masivo y súbito de la ladera, la Comisión no visualiza una solución estructural económicamente factible que pueda evitar la falla del Viaducto”⁴¹. Y eso fue lo que ocurrió, aunque la ladera no acusó un movimiento masivo ese día.

La licitación de 1993 no concluyó porque el proceso fue impugnado y suspendido en 1995. En

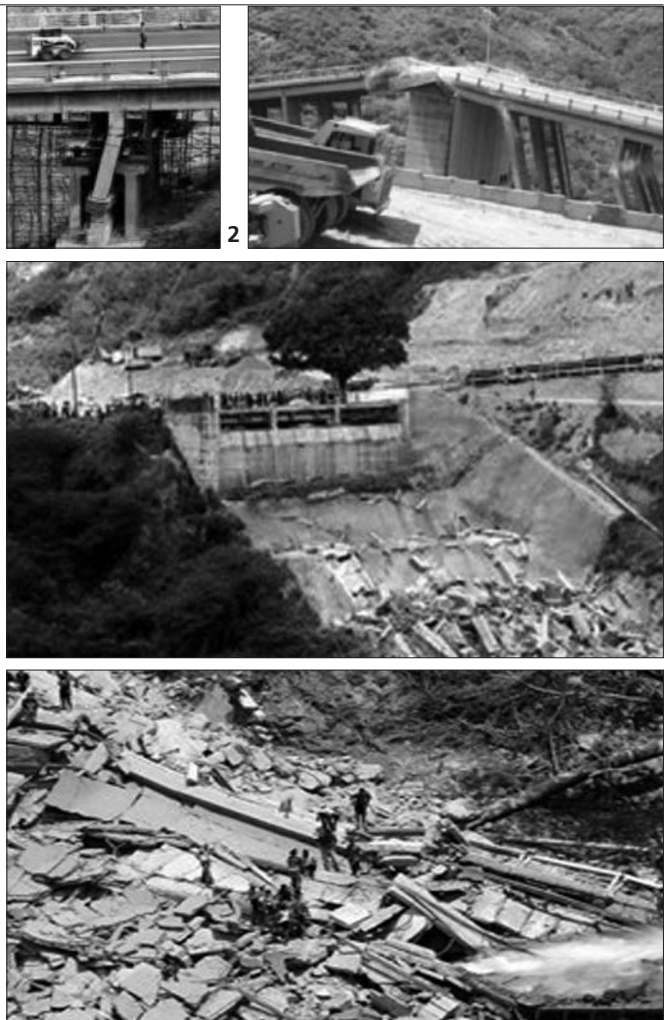
octubre del mismo año se abrió una nueva licitación, bajo el amparo de la Ley de Concesiones, para el proyecto de construcción, explotación, conservación y mantenimiento del “Sistema Vial Autopista Caracas-La Guaira y Carretera Vieja Caracas-La Guaira”, que incluía la construcción de un viaducto alternativo para sustituir al Viaducto nº 1. Después de algunas controversias, el Consorcio (venezolano-mexicano) Banisca-ICA recibió la buena pro, celebrando contrato en 1996 bajo el nombre de Consorcio Aucoven. Pasaron 5 años de desencuentros entre el Consorcio y el MTC, sin que se iniciara ni el nuevo viaducto ni el rescate de las vías; los desacuerdos giraron, principalmente, en torno a la tarifa de peaje que se debería cobrar para garantizar las obras de mantenimiento y construcción⁴².

En 1999, el nuevo gobierno anuló el contrato de concesión y, entonces, el Ministerio de Infraestructura (MINFRA)⁴³ reinició estudios y obras para “prolongar la vida del Viaducto”, al cual se le asignaron un mínimo de

15 años más de vida. Luego de anulado el contrato⁴⁴, no se tomó ninguna medida para enfrentar de manera definitiva la contingencia del derrumbe, que la ingeniería y la academia venezolanas ya daban por descontado desde años atrás. Desde 1988 los entes públicos nacionales dieron una palpable demostración de su ineficiencia e incompetencia al ser incapaces de adoptar la decisión de construir una vía sustitutiva al Litoral, o una estructura alterna al Viaducto.

Luego de 1999 se acumularon estudios y se invirtieron enormes cantidades de dinero en la operación de salvamento del Viaducto nº1. Sin embargo, el domingo 19 de marzo de 2006 colapsó, fatalmente afectado por el empuje de la ladera sur de la quebrada Tacagua, antiguo río de importante caudal, ocupada por miles de viviendas precarias que contribuyeron, por la ausencia o fragilidad de sus efluentes —aguas negras, grises y de lluvia— a la meteorización del suelo de la ladera. El empuje del flanco “urbanizado” produjo severas deformaciones, elevando

Foto 6
 Viaducto Nº 1
 1. Falla del viaducto
 2. Instante del derrumbe visto desde la Trocha
 3. Lo que quedó del viaducto



hasta la ruptura la cúspide del arco, que a pesar los ingentes esfuerzos de ingenieros y la cuantía de los recursos gastados infructuosamente, no lograron detener el estrepitoso derrumbe (foto 6).

Esta circunstancia —el derrumbe— dejaría de ser trascendente en un país donde más de mil puentes están en estado crítico; el “valor añadido” a la circunstancia tiene que ver con que se trataba de una obra emblemática de construcción y una estructura vial de carácter estratégico para el país. El viaducto se derrumbó y la comunicación entre Caracas y su frente marino, el principal aeropuerto internacional del país y el segundo puerto marítimo, ha sido gravemente restringida. Apenas pocos meses antes del previsible derrumbe, se inició la construcción de una vía de emergencia en la ladera sur del cañón de Tacagua; la “trocha”, como la llaman despectivamente los caraqueños, es un *by pass* al viaducto derrumbado, de 9 metros de ancho (un canal en cada sentido) y 2,4 Km. de largo, que resuelve muy precariamente el caudal de tránsito desde y hacia el Litoral⁴⁵.

También se inició el proyecto-construcción de un viaducto alternativo, sobre la quebrada Tacagua —el previsto en el contrato rescindido en 1999— desde el Km 0 hasta

el estribo La Guaira de la Autopista. Se trata de un puente metálico de 900m de longitud, a construir en el otro flanco (el flanco norte) del cañón de Tacagua, cuyos componentes se fabrican en Puerto Ordaz, al sur del país, para ser ensamblados en un terreno acondicionado para tal fin, adyacente a su lugar definitivo. La estructura del tablero será empujada sobre siete pilas de concreto, de hasta 70m de altura, previamente construidas, para conformar definitivamente el puente⁴⁶ (foto 7).

Entre tanto se completa el viaducto alternativo, el viaje de pocos minutos a través de la autopista Caracas-La Guaira se convirtió en una imprevisible aventura de dos, tres o más horas por vías alternas o improvisadas, generalmente congestionadas de vehículos particulares y colectivos, grandes camiones y remolques que transportan la carga desde y hacia el puerto de La Guaira. Caracas quedó otra vez, como en 1897, sin una vía expedita que la comunique con su mar⁴⁷. La indolencia, por no decir irresponsabilidad, frente a los previsible efectos del derrumbe del viaducto permitió dejar correr —derrochar— el tiempo sin ejecutar ninguna acción efectiva que evitara la crisis.

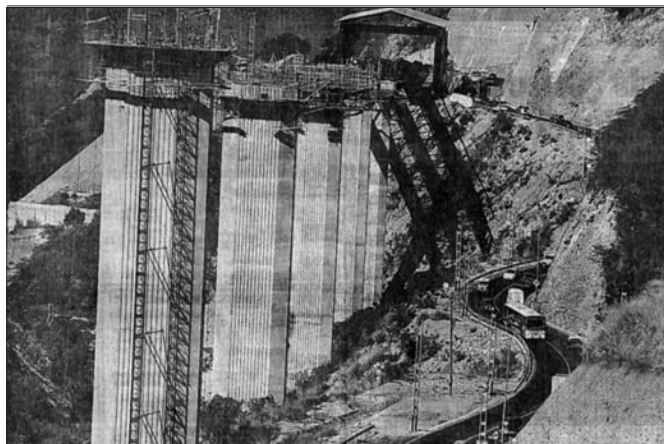


Foto 7
Viaducto alternativo Caracas-La Guaira y
la trocha de emergencia

Notas

¹ Entre 1936 y 1948 las obras públicas representaron el 20% del presupuesto nacional, porcentaje que subirá a 30% entre 1949 y 1958.

² Edgar Pardo Stolk (1905-1982), obtuvo el título de Agrimensor en la UCV en 1921 y de Doctor en Ciencias Físicas y Matemáticas en 1926. Fue Director Técnico y Director de Edificios del MOP y entre 1947 y 1948 Ministro de Obras Públicas. Desde 1960 fue Miembro Correspondiente de la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales hasta la fecha de su fallecimiento. Llevó a cabo numerosos proyectos de edificaciones de distintos tipos y de obras portuarias, hidráulicas y sanitarias.

³ Desde 1939 hasta su desaparición en 1976, el MOP produjo normas y manuales para el diseño, la construcción y el mantenimiento de las obras públicas. Entre ellas encontramos: Normas para el Cálculo de Edificios, 1939, 1945, 1955; Manual para el Cálculo de Edificios, 1942; Normas para la construcción de edificios, 1945; Normas relativas a instalaciones eléctricas de baja tensión, 1952; Manual de especificaciones para la construcción de pavimentos de carreteras, 1956; Procedimientos de conservación de carreteras, 1957; Normas de construcción de edificios, 1962; Normas para impermeabilización de edificios, 1963; Norma provisional del sismo, 1967; Manual de normas y criterios para proyectos de instalaciones eléctrica, 1967; Manual de ensayos en laboratorio de campo para concreto asfáltico mezclado en planta, 1970; Manual de mantenimiento vial, 1971; Normas de construcción de sub-bases y bases (vialidad), 1972; Normas para el estudio geotécnico de carreteras, 1976.

⁴ Gerardo Sansón se graduó de Agrimensor en 1932 y de Doctor en Ciencias Físicas y Matemáticas 1934 en la Universidad Central de Venezuela.

⁵ La segunda iniciativa del gobierno de Isaías Medina Angarita (1941-1945) fue la construcción de la Ciudad Universitaria de Caracas. Si para la reurbanización El Silencio el Banco Obrero fue el organismo encargado de su proyecto y construcción (1941-1945), para este nuevo proyecto se creó en 1943 el Instituto Ciudad Universitaria (ICU). En 1953 fue inaugurada una buena parte de sus edificios, hasta quedar prácticamente construida, en su totalidad, en la década de los años setenta. Carlos Raúl Villanueva (1900-1975) fue el arquitecto-proyectista encargado por el gobierno de Medina Angarita para llevar a la práctica ambas iniciativas.

⁶ Las tensiones entre el Sindicato del Hierro, auspiciado por la Federación de Cámaras de Comercio y Producción (Fedecámaras) y el Ejecutivo, quedaron zanjadas con la reserva de las industrias básicas para la inversión de capital público (véase Martín Frechilla, 2002).

⁷ Importantes fueron también las relaciones de colaboración y apoyo entre el Ministerio de Obras Públicas y la Compañía Metro de Caracas, desde su fundación como Oficina Ministerial de Transporte del MOP, en los años sesenta, con la Facultad de Ingeniería y el Instituto de Urbanismo de la FAU-UCV.

⁸ Las transferencias se hacían por ferrocarril, vía fluvial o lacustre, como era el caso de las comunicaciones entre la región de los Andes y la cuenca del Lago de Maracaibo.

⁹ Es en 1923 cuando Gómez decreta una carretera que buscará enlazar las vías existentes (las carreteras centrales) uniendo todos los tramos andinos, desde Valera hasta San Antonio del Táchira, con un total de 1.185 Km., para formar la "carretera de los Andes o "carretera Trasandina".

¹⁰ "Resolución mediante la cual se crea la Comisión Nacional de Vialidad". Gaceta Oficial nº 22.081 de 13 de noviembre de 1946.

¹¹ A esta moderna red vial habría que sumar un apreciable número de aeropuertos en las principales ciudades del país, las sucesivas ampliaciones de los puertos heredados del pasado colonial, así como los nuevos construidos por las necesidades de embarque de las exportaciones de petróleo, gas natural, hierro y aluminio.

¹² No existe documentación que permita afirmar cuál es la fecha de fundación de La Guaira, si bien se ha asumido 1589, por la llegada de Diego de Osorio a encargarse del gobierno de la Provincia de Venezuela.

¹³ <http://www.caracasvirtual.com/> "El Ávila: Camino de los Españoles".

¹⁴ Caracas se encuentra a 920 metros sobre el nivel del mar y a unos 10 kilómetros de La Guaira en proyección horizontal entre ambas.

¹⁵ Agustín Aveledo (1837-1926), ingeniero y educador, fundador en 1868 de la Sociedad de Ciencias Físicas y Naturales, presidente durante varios periodos del Colegio de Ingenieros de Venezuela.

¹⁶ Hacia finales del siglo XVIII, el escocés John Loudon Mac Adam propuso un cambio clave en la construcción de carreteras, sustituyendo la base de piedras gruesas, usada hasta el momento, por el uso de una capa superficial impermeable compactada con material calcáreo en polvo granulado, lo que reducía sustancialmente los costos; de esta manera desde principios del siglo XIX el macadam llega a ser de uso generalizado. Mac Adam también introdujo el uso de la cuneta de desagüe, construida originalmente con bloques de piedra. Según Mac Adam "es el suelo natural el que realmente soporta el peso del tráfico; mientras se conserve seco aguantará cualquier peso sin hundirse" (Derry T. Williams, 1990, volumen 1, pp. 628-636).

¹⁷ Esos criterios definían parámetros como los siguientes: un ancho total de la calzada no menor de 6 metros; ancho libre de los puentes, utilizables para el tráfico, de 4,5 metros; radio mínimo de las curvas de 20 metros; calzada construida con el sistema conocido como Telford-Mac Adam con dos capas de piedra apisonada con cilindro, una inferior de 15cm. de espesor y piedras de 7 a 10 cm. y otra superior de 3 a 6cm. de grueso, rematada con su correspondiente "recebo" (polvillo de piedra), ambas capas convenientemente "cilindradas" —apisonadas con cilindro de compactar (roller)—, no permitiéndose el uso de gránzón; pero "si el subsuelo fuere de piedra o de otro material suficientemente duro, podrá suprimirse la capa inferior". La pendiente máxima permitida sería de 5%, y sólo para salvar serios obstáculos se podrá llegar al 6%; los puentes deberán tener una resistencia de 450kg por m², o soportar el peso de un roller de 15 ton., lo mismo para alcantarillas y obras similares. El sistema Telford-Mac Adam —combinación de macadam y base de piedras asentadas sobre una cama mas ancha—, era así denominado en honor a Thomas Telford, peón de albañil, que posteriormente adquirió gran fama como constructor de puentes, canales y puertos.

¹⁸ Las instalaciones del balneario de Macuto fueron inauguradas al final del "septenio" —primer gobierno de Antonio Guzmán Blanco (1870-1877)—. Durante su segundo gobierno, conocido como el "quinquenio" (1879-1884) en la urbanización aledaña se construyó la residencia presidencial denominada hoy "La Guzmanía". El balneario fue para la época el centro vacacional de la capital (Martín Frechilla, 1999b, pp. 41-66).

¹⁹ Como referencia temporal, en junio de ese mismo año se inauguró en Nueva York el puente de Brooklyn de James Roeblin, inventor del cable de suspensión.

²⁰ El material rodante estaba constituido por ocho locomotoras construidas por Nasmyth, Wilson & Co. Ltd. de Manchester, diseñadas para arrastrar, con una velocidad de ocho millas por hora, el peso muerto de 80 toneladas, fuera de su propio peso que era de 36 toneladas; cinco coches de primera clase, seis de segunda y dos compuestos; 34 vagones cubiertos y 20 descubiertos, para el transporte de carga. Otras dos locomotoras fueron construidas por Beyer, Peacock & Co., también de Manchester. No usaban el carbón de hulla nacional, que todavía no se explotaba, sino una "composición combustible" importada de Cardiff (GB) (Arcila Farías, ob. cit. vol. 1, pp. 185-221).

²¹ Unos aparecerán citados y otros no, pero aun a riesgo de dejar nombres fuera de los créditos profesionales de la obra, intervinieron en ella: Campenon Bernard (concreto pretensado y puentes, Robert Shaena, ing. jefe) y Morson Knudsen de Venezuela (túneles). Diseño de los viaductos y postensado: Eugène Freyssinet y Paul Muller; y de los túneles Ralph Smillie (New York). Stelling & Tani (alcantarillas). Ministros: Gerardo Sansón, Luis Eduardo Chataing y Julio Bacalao Lara. Director de la obra: Marco Antonio Casanova. Director de carreteras del MOP: Ing. Victor Muller Massini. Director de administración del MOP: Ing. Enrique Calcaño Romero; Inspección de los viaductos: Ing. Francisco J. Sucre (Sucre y Barret). Inspección de túneles: Ing. Victor Mantellini, Ing. Nicolás Bello. Otros ingenieros en la obra: George H. Harp, Antonio Ayala, Odoardo Poggioli, David Issa, Carlos Brando Paz, Manuel Delgado Oliveros. Supervisión general de la obra: Enrique Silblesz del MOP. Estudio quebrada Tacagua y reforestación a cargo de Refosagro C.A.: Ing Juan Guevara Benzo, Ing. Federico Cortés, Arq. Carlos Celis Cerero.

²² En febrero de 1942 submarinos alemanes torpedearon siete buques tanques que cumplían el recorrido entre el Lago de Maracaibo y las refinerías de Curazao y Aruba: para entonces ya el petróleo era un "arma de guerra". Venezuela sobrepasaba la producción de 100.000 m³ diarios, pero la guerra estaba afectando también la producción petrolera por la dificultad de obtener algunos materiales y componentes básicos para la industria y, en general, todas las importaciones de las que dependía el país. Sobre Venezuela, el petróleo y la Segunda Guerra Mundial hay abundante literatura especializada; para una visión referencial consultar varios de los capítulos de: Martín Frechilla y Texera Arnal (comps.), 2005 y Martín Frechilla, 1994, pp. 27-45.

²³ En 1885 el presidente Guzmán Blanco suscribió en Europa un contrato con la empresa Punchard, Mc Taggard, Lowrther & Co. para la construcción de un puerto en la rada de La Guaira con un rompeolas de 625 m de longitud, 945 m de malecón, sistema ferroviario, grúas, faro y otras instalaciones. En 1941 la empresa holandesa N.V. Aannemersvedrjs Vorrh construyó otro rompeolas. En 1944 la firma danesa Christiani Nielsen construyó el Almacén Libertador y el muelle Raymond, llamado así por el tipo de pilotos Raymond que fueron utilizados. En 1949 la firma Frederick Snare construyó un rompeolas secundario. En 1950, cuando se estaban dando los pasos iniciales en la construcción de la Autopista, se construyeron los malecones sur y suroeste, el Terminal de pasajeros, la batería de silos de concreto y se reacondicionaron los muelles.

²⁴ Estos estudios fueron coordinados por el Ing. Isaac Pérez Alfonso.

²⁵ En 1929 la Compagnie Générale Aéropostale Française comenzó a operar sus aviones en Venezuela desde Maracay; en 1934 el Estado venezolano adquirió la empresa que se transformó en Línea Aeropostal Venezolana. En 1939 su centro de operaciones fue transferido de Maracay al aeródromo de Maiquetía, donde también operaba Pan American Airways Inc. Al inicio de la década de los años cuarenta el incremento del tráfico aéreo fue notable, a pesar de la Segunda Guerra Mundial, como resultado de haber ocupado Venezuela el puesto de mayor exportador de petróleo, de modo que el puerto de La Guaira y el Aeropuerto de Maiquetía se convirtieron en el nodo estratégico de las relaciones comerciales de Venezuela con el exterior. En 1942 el Ejecutivo contrató con Pan American la construcción de tres aeropuertos para el servicio internacional: Maiquetía, Maracaibo y Maturín. Estos aeropuertos pasaron en 1946 a ser propiedad de la nación, encargándose el MOP de lo concerniente a su infraestructura. En 1943 comenzó a operar una nueva línea aérea privada, Aerovías Venezolanas, S.A. (AVENSA). En 1952 la pista del aeropuerto de Maiquetía fue llevada a 2.000 m., instalándose el sistema de iluminación y los taxiways para las operaciones nocturnas. En 1956 se construyó la pista auxiliar ampliada, que en 1962, con la llegada de la era del jet, se extendió hasta los 3.000m. de longitud y 60 m. de ancho (Pacanins, 1970).

²⁶ Frente a la carretera vieja que tenía 365 curvas entre 15 y 20 m. de radio con pendientes que en algunas partes alcanzaban hasta 12%, la Autopista contaba con dos calzadas de 7,30 m. (dos canales de circulación en cada sentido), una isla central y dos hombrillos pavimentados; tenía sólo 26 curvas con radio mínimo de 300 m. y una pendiente máxima de 6% (3,5% en los túneles).

²⁷ Se requirieron cortes hasta de 95 m. de altura y rellenos entre 30 y 50 metros; para estos movimientos de tierra intervinieron más de 300 palas y tractores; hubo que construir cerca de 60 Km. de caminos de montaña para acceder a los sitios de construcción. También se efectuaron trabajos especializados de tratamiento y reforestación de taludes, así como el primer estudio ambiental realizado por la empresa Refosagro en relación al impacto de las obras en la quebrada Tacagua.

²⁸ Entre 1953 y 1958, el Banco Obrero desalojó las construcciones existentes y echó abajo cerros enteros para llevar a cabo, con impresionante eficacia, en Caracas y Maiquetía (vecina de La Guaira) una llamada "batalla contra el rancho" que permitió la construcción de 19.580 apartamentos en 97 edificios de 15 pisos, conocidos como "superbloques", y 78 edificios de cuatro pisos, que llegaron a alojar unas 40.000 familias. Para un recorrido que destaca desde La Guaira hasta el centro de Caracas las obras públicas en muestra de modernidad ver el preámbulo de: Martín Frechilla, Forja y crisol "la Universidad Central, Venezuela y los exiliados de la Guerra Civil española 1936-1958".

²⁹ Buena parte del inventario de equipos de movimiento de tierra existente en el país fue reexportado luego de iniciada la crisis originada por la devaluación del bolívar en febrero de 1983.

³⁰ El granito del Ávila fue utilizado durante años como piedra de cantería. La Plaza Bolívar de Caracas está revestida con losas de granito del Ávila, de un hermoso color gris.

³¹ Este tipo de cargadores eran usados en minas de carbón y habían sido desarrollados por el inventor norteamericano Joseph Joy.

³² Campenon Bernard, la gran empresa francesa fundada en 1920, tenía una vasta experiencia en construcción de puentes y represas, y fue concesionaria de las licencias de los procedimientos tecnológicos desarrollados por Eugène Freyssinet con quien realizaron numerosas obras.

³³ Eugène Freyssinet nació en Objat, en Corrèze, el 13 de julio de 1879. Estudió en la Ecole Polytechnique y en la Ecole Nationale des Ponts et Chaussés. Construyó numerosos puentes antes de la Segunda Guerra Mundial, entre ellos el famoso puente Pluogastel. En 1908 fabricó la primera viga precomprimida del mundo con hilos de acero, en un arco de ensayo de 50 m de luz. Obtuvo el premio Caméré de la Academia de Ciencias de Francia por la técnica de desencofrado mediante el uso de gatos en la clave de la bóveda del arco, para separar la superficie de contacto, de modo que el arco pudiese ser desencofrado sin ninguna otra intervención; esta técnica fue empleada por primera vez en la construcción del puente de Chatel-de-Neuve, en 1921. Después de 1945 constituyó la Sociedad Técnica para la Utilización del Precomprimido (STUP) y construyó numerosos puentes en Francia y el extranjero, entre ellos, los viaductos de la autopista Caracas-LaGuaira.

http://www.enpc.fr/fr/enpc/historique/bio_freyssinet.htm?sr=3&ur=11

³⁴ Martín Frechilla. Diálogos reconstruidos... Ob. Cit. p. 263. Notable por su evaluación crítica, el artículo de Juan Otaola Paván: "El futuro de la ingeniería nacional", publicado en El Nacional el 6 de diciembre de 1994.

³⁵ El Sr. Monier era un jardinero que inventó el concreto armado fabricando potes para sembrar matas de naranja, utilizando un mortero de cemento y mallas de alambre: la técnica del ferrocemento. Después desarrollaría una patente de concreto pretensado.

³⁶ Ricardo Morandi (italiano, 1902-1989) y Eugène Freyssinet (francés, 1879-1962) junto a Pier Luigi Nervi (italiano, 1891-1979), Robert Maillart (suizo, 1872-1940) y Eduardo Torroja (español, 1899-1961) formaron parte de una de las generaciones más brillantes de ingenieros europeos del siglo XX. Morandi, el más joven de ellos, recibió en 1969 el premio Freyssinet de la Federación Internacional del Precomprimido.

³⁷ El último ministro de Obras Públicas, Arnoldo Gabaldón, trajo de Estocolmo en 1972 la Declaración de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano; entre la Proclama y los Principios se maduró la explicación "sustentable" que según la Ley Orgánica de la Administración Central del 28 de diciembre de 1976 llevaría a la creación, en 1977, del Ministerio de Desarrollo Urbano, el Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales Renovables y el Ministerio de Transporte y Comunicaciones.

³⁸ La única excepción en el campo de las obras públicas de vialidad y transporte fue la desarrollada por la C.A. Metro de Caracas como Oficina Ministerial de Transporte; ella mantuvo con excelentes resultados estrechos vínculos con la UCV, por la vía del Instituto de Urbanismo de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo y de la Facultad de Ingeniería, tanto en el desarrollo de investigaciones particulares como en el campo de la creación y cogestión de programas de formación de recursos de cuarto nivel.

³⁹ Se desmantelaron no solo estructuras administrativas y equipos de trabajo, sino bibliotecas, archivos documentales, planotecas y fototecas cuyo rescate ha sido, en algunos casos, imposible y en otros precario en razón al volumen de "pérdidas" patrimoniales.

⁴⁰ En 1968, el ingeniero Víctor Müller Massini, quien había sido Director de Carreteras del MOP cuando la construcción de la Autopista, señaló a Alfredo Cilento la existencia de la falla geotécnica, conocida por los proyectistas del viaducto, pero refirió que para aquel entonces se suponía que 40 o 50 años después se contaría con otro acceso al Litoral, probablemente el túnel del que se hablaba en los años cincuenta. Hay que señalar también que las laderas del abra de Tacagua no estaban ocupadas por ranchos, ni el gobierno de Pérez Jiménez lo hubiera permitido.

⁴¹ Esta Comisión estuvo integrada por los ingenieros: M. Brewer, A. Calzadilla, R. Camargo, A. de Fries, J. González Lander, Juan Otaola, J. Pérez Guerra y D. Quintini.

⁴² Para empeorar la situación, la no aceptación del Gobierno de un aumento del peaje de la Autopista reclamado por la Empresa determinó que la vía alterna no pudiera financiarse sólo con el peaje vigente, cuyo cobro fue eliminado en 2002.

⁴³ En 1999, el Ministerio de Transporte y Comunicaciones y el Ministerio del Desarrollo Urbano se fusionaron de nuevo bajo en nombre de Ministerio de Infraestructura (MINFRA).

⁴⁴ La suspensión del contrato entró en conflicto y fue a un arbitraje internacional; la nación fue condenada al pago de una cuantiosa indemnización. Ver: Internacional Centre for Settlement of Investment Disputes. ICSD Case N° ARB/00/5. http://www.worldbank.org.icsid/cases/Award_Total.pdf

⁴⁵ Los habitantes del Litoral (estado Vargas) sufren ahora una segunda tragedia luego de la provocada por los enormes deslaves de diciembre de 1999 que provocaron la muerte de más de 10.000 personas, la pérdida de toda la infraestructura urbana y de más de 40.000 viviendas, afectando directamente a una población de más de 250.000 personas.

⁴⁶ Se trata de un puente metálico prefabricado en el que para su montaje se utiliza la técnica del lanzado o empujado (incremental launching), la misma técnica usada para la construcción del primer puente sobre el río Caroní en 1964. Las obras están siendo realizadas por la empresa Precomprimido (Otaola y Benedetti) que construyó los puentes sobre el Lago de Maracaibo y Angostura (sobre el Orinoco) en la década de los sesenta, y también, de urgencia, la "trocha" en 2006.

⁴⁷ Otra comunicación entre Caracas y su Litoral deberá, necesariamente, ser construida en los próximos años por una ruta distinta al cañón de Tacagua, debido a los riesgos geológicos (falla Tacagua-El Ávila) y geomorfológicos presentes. Se conocen varios estudios de rutas, entre ellos, la posibilidad de una vía férrea para el transporte de pasajeros, vehículos y carga, que exigiría la construcción de largos túneles a través del Ávila. Una vía superficial de montaña exigiría también la construcción de numerosos puentes. Esta vía, que sería una solución por un largo período tomará, en el mejor de los casos, entre 5 y 7 años para ser construida.

Referencias bibliográficas

- Arcila Farías, Eduardo (1961) *Historia de la Ingeniería en Venezuela*, 3 vol. Colegio de Ingenieros de Venezuela. Caracas.
- Arellano, Alfonso (2005) *La Unidad de Diseño en Avance del Banco Obrero: vivienda, técnica y metrópoli, 1961-1969*. Tesis de Doctorado. FAU-UCV, Caracas.
- Cilento Sarli, Alfredo (1996) "La visión estratégica del Banco Obrero en el período 1959-1969", en: Lovera (comp.), 1996.
- Cilento Sarli, Alfredo (2001) "Las vías de comunicación en la Venezuela de 1910-1911 a través de las rutas de Leonard Dalton, geógrafo y geólogo inglés", en: Juan José Martín Frechilla y Yolanda Texera Arnal (comps.) *Así nos vieron (Cultura, ciencia y tecnología en Venezuela, 1830-1940)*. Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico-UCV, 2001.
- Cilento Sarli, Alfredo (2004) "Infraestructura petrolera en Venezuela 1917-1975 (conquista del territorio, poblamiento e innovación tecnológica)", en: Juan José Martín Frechilla y Yolanda Texera Arnal (comps.) *Petróleo nuestro y ajeno. La ilusión de modernidad*. Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico-UCV, Caracas, 2004.
- Cilento Sarli, Alfredo (2005) "Los enfoques tecnológicos del IDEC: del desarrollo de sistemas constructivos a la sostenibilidad de la construcción", en Azier Calvo (coord.) *Facultad de Arquitectura y Urbanismo UCV 1953-2003. Aportes para una memoria y cuenta*. Ediciones FAU/UCV, 2005.
- Cilento Sarli, Alfredo; López, Manuel; Marcano, Luis y Martín Frechilla, Juan José (1999) "El dispositivo de obras públicas en Venezuela", en Martín Frechilla y Texera Arnal (comps.), 1999a, pp. 49-191.
- Darwich Osorio, Gregorio (2005) *Pensamientos plurales. Orígenes de los estudios del desarrollo en Venezuela*. Centro de Estudios del Desarrollo-UCV, Caracas.
- Grases, José (2003) "Huella y obra de Ramón Espinal Vallenilla. Un nuevo aniversario de la creación del IMME", *Boletín Técnico IMME*, volumen 41, n° 2-3.
- Lovera, Alberto (2004) *Del Banco Obrero a la UCV. Los orígenes del Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción (IDEC)*. CENDES/IDEC. Universidad Central de Venezuela, Caracas.
- Lovera, Alberto (comp.) (1996) *Desarrollo urbano, vivienda y Estado*. Caracas, ALEMO/Cendes/CONAVE. Caracas.
- Martín Frechilla, Juan José (1994) *Planes, planos y proyectos para Venezuela, 1908-1958. (Apuntes para una historia de la construcción del país)*. Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico-UCV, Caracas.
- Martín Frechilla, Juan José (1996) "Construcción urbana, profesiones e inmigración en el origen de los estudios de urbanismo en Venezuela: 1830-1957", *Estudios Demográficos y Urbanos*, vol. 11, n° 3 (33): 477-519, México.
- Martín Frechilla, Juan José (1999a) "El urbanismo como disciplina para la modernización de Venezuela: 1870-1957", en: Juan José Martín Frechilla y Yolanda Texera Arnal (comps.) *Modelos para desarmar. Instituciones y disciplinas para una historia de la ciencia y la técnica en Venezuela*. Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico-UCV, Caracas.
- Martín Frechilla, Juan José (1999b) *Cartas a Guzmán Blanco 1864-1887. Intelectuales ante el poder en Venezuela*. Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico-UCV. Caracas.
- Martín Frechilla, Juan José (2002) "Hierro y carbón. Claves para una historia de la siderúrgica en la Guayana venezolana: 1946-1957", *LLULL. Revista de la Sociedad Española de Historia de la Ciencia y la Tecnología*, 25 (54): 677-714.
- Martín Frechilla, Juan José (2004) "Diálogo oficial con Gerardo Sanzón", en *Diálogos reconstruidos para una historia de la Caracas moderna*. Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico-UCV, Caracas. pp. 161-162.
- Martín Frechilla, Juan José (en prensa) *Forja y crisol. La Universidad Central, Venezuela y los exiliados de la Guerra Civil española: 1936-1958*. Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico-UCV, Caracas.
- Martín Frechilla, Juan José y Texera Arnal, Yolanda (comps.) (2005) *Petróleo nuestro y ajeno. La ilusión de modernidad*. Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico-UCV, Caracas.
- Pacanins, Guillermo (1970) *Nuestra aviación 1920-1970*. Edición del autor. Caracas.
- Pirela, Arnoldo (1987) "La tecnología nacional como empresa privada: el Instituto Venezolano de Investigaciones Tecnológicas e Industriales (INVESTI)", en Vessuri (comp.), 1987.
- Silberg, Máximo (1950) Proyecto de creación del Instituto Tecnológico Nacional de Investigaciones Industriales. Caracas, e/a, 1950, 47 pp. Ver: INFODOC BD/JJMF/SEU-FAU-UCV. Archivo documental. La introducción al proyecto fue publicada en la *Revista del Colegio de Ingenieros de Venezuela*, n° 180, marzo 1951, p. 32.
- T.K. Derry T. Williams (1990) *Historia de la tecnología, desde 1750 hasta 1900*, volumen 1. Siglo Veintiuno de España Editores, Madrid.
- Vessuri, Hebe (comp.) (1987) *Las instituciones científicas en la historia de la ciencia en Venezuela*. Fundación Fondo Editorial Acta Científica Venezolana, Caracas.
- Wittfoht, H. (1975) *Puentes. Ejemplos internacionales*. Gustavo Gili, Barcelona.