



CAI

---

120 AÑOS

---

1895 / 2015

Historias de la Ingeniería Argentina



2

---

## Autoridades CAI

### Presidente

Carlos Bacher

### Vicepresidente 1º

Pablo Bereciartúa

### Vicepresidente 2º

Antonio Gómez

### Secretario

Horacio Cristiani

### Prosecretaria

Diana Marelli

### Tesorero

Gustavo Darin

### Protesorero

Ángel Ferrigno

### Historias de la Ingeniería

Argentina es una serie de tres publicaciones del Centro Argentino de Ingenieros con motivo de su 120 aniversario. Intenta dar cuenta de 16 obras o momentos emblemáticos donde la ingeniería argentina acompañó el desarrollo del país.

### Dirección

Diana Marelli

### Producción general

Pump

Diseño de Comunicación  
Estratégica

### Impresión

Triñanes Fotocromos S.A.

### Foto de tapa

Construcción del Túnel Subfluvial en la década del 60.

Las notas firmadas reflejan la opinión del o de los autores de la misma, siendo lo declarado de su exclusiva responsabilidad.

Prohibida la reproducción total o parcial de textos, fotos, planos o dibujos sin la autorización expresa del editor.

Nro. 02

Septiembre 2015

---

## Acompañan al CAI en sus 120 años:



# La era del desarrollo y el crecimiento

**Materias primas clave como petróleo y acero impulsan la industria pesada y la petroquímica. Avanza la siderurgia, se crean fábricas de electrodomésticos, de automóviles, y nace la producción aeronáutica. El progreso se instala de la mano de la ingeniería.**

A partir de la tercera década del Siglo XX se producen en el país transformaciones decisivas que orientan la matriz económica hacia la industrialización, con marcado sentido desarrollista. El famoso proceso de sustitución de importaciones, en el que el Estado tuvo un rol fundamental, alienta la expansión del sector industrial que rápidamente se convierte en un factor modernizador de la estructura económica.

Se crean fábricas de equipamientos militares y hay una incipiente radicación de industrias pesadas, como la automotriz y la siderurgia. Por esa época surge la heladera comercial SIAM, de la firma Di Tella, uno de los íconos de la modernidad familiar, y la incipiente industria aeronáutica nacional ofrece el Pulqui I, primer avión a reacción diseñado y construido en el país. Pero también se produce el surgimiento de obras emblemáticas que marcarán el desarrollo argentino. Entre ellas se destacan el Edificio Kavanagh, una pro-

ducción ingenieril monumental; la construcción de la Avenida General Paz y el gasoducto Comodoro Rivadavia - Buenos Aires, considerado en ese momento el más largo del mundo. Son mejoras que impactan sobre la vida cotidiana de millones de argentinos. La política de incorporar capitales extranjeros va forjando el abastecimiento de materias primas clave, como petróleo y acero. Con la primera surge la industria petroquímica, y con la segunda la industria pesada. El contexto internacional, al inicio de la segunda mitad de siglo pasado, favorece al país. La finalización de la Segunda Guerra Mundial encuentra a la Argentina en condiciones inmejorables, con una industria floreciente que iba buscando su propio camino. La migración interna y la centralización urbana fueron modificando la geografía social, lo que trajo aparejado nuevas demandas de una ciudadanía que quería insertarse en la modernidad. La ingeniería nacional asumió el desafío, y respondió con creces.

- Heladera SIAM 80: revolucionó la vida de los hogares argentinos.



# La industria argentina en la primera mitad del siglo XX

La experiencia se desarrolla producto de las características que impone un mundo en guerra, con la necesidad de sustituir productos que se importaban y de acercar la modernidad, que el confort propone, a gran cantidad de hogares.

Ing. Ricardo V. Marelli

**Las guerras entre países europeos desarrolladas a inicios del siglo XX, así como las revoluciones y movimientos bélicos internos que les acontecieron, tuvieron repercusión sobre la Argentina, que había comenzado una etapa de fuerte desarrollo basado en la exportación de productos agropecuarios y la importación de otros provistos por los de mayor adelanto industrial.**

Por un lado la capacidad de producción de los países en guerra disminuía y, por lo tanto, aumentaban los precios de sus exportaciones y, a la vez, no estaban en condiciones de pagar, debían disminuir las compras de lo que importaban, sometidos a los gastos de armamentos. Bajo estas condiciones era lógico intentar fabricar en Argentina aquello que antes se importaba, mantener períodos de paz interior que disminuyeran los gastos de guerra y desarrollar industrias con más variadas actividades.

La industria se va desarrollando atendiendo primero las necesidades más urgentes, las relacionadas con los materiales para la vivienda e infraestructura, hierros, ladrillos, cerámicas y maderas. También aquellos que atendían a la alimentación, aceites, harinas, dulces, bebidas y vinos. Sumados a los anteriores, se desarrollaron artículos para la vestimenta, telas, nácares y calzados. Atendiendo la limpieza, lavandinas, escobas, cepillos y jabones.

Todos estos elementos han seguido fabricándose en el país a través del tiempo y son en general productos primarios de gran consumo, que tienen componentes de las actividades del campo como de algunas manufacturas artesanales.

El avance de la sociedad fue necesitando el desarrollo de otros elementos relacionados al confort, enfocados al dominio del calor y el frío.

La industria que comienza, y va tomando parte importante del complejo de fabricación en esa primera

- \_ **1970** Por primera vez se exportan heladeras de absorción a países africanos.
  - \_ **70.000 heladeras** por año se vendían en la década del 50.
  - \_ **35 millones de USD** se invirtieron en la reapertura de la fábrica de heladeras, en 2014.
- 

parte del siglo XX, es la de artefactos y enseres para el hogar. Algunos de ellos suplantaron a otros más sencillos, así la plancha eléctrica reemplaza a la de carbón; la estufa a kerosén al horno y estufa a carbón; y las lámparas de iluminación eléctrica a los mecheros y artefactos al aceite.

La verdadera industria para el hogar comienza fabricando heladeras eléctricas y a kerosén; estufas y calefones a gas; radios y gramófonos. En esa época aparecen conocidas marcas para los compradores, en cocinas: Primitiva y, luego junto con calefones, Volcán; en heladeras eléctricas: SIAM; en artículos de tocador: Palmolive Colgate; en vestimenta de campo y zapatillas: Alpargatas; en gramófonos y discos: RCA Víctor, Odeón; y según el aviso, para los dolores de cabeza: Geniol.

Muchas otras marcas nacidas o consolidadas durante esa primera parte seguirían sus procesos con capitales radicados en el país, así como sus trabajadores, técnicos y profesionales adaptando, diseñando, produciendo elementos para el confort de los hogares y de sus clientes.

La producción de hielo y de frío para la conservación de alimentos era habitual y se proveía a los hogares barras de hielo a través de repartidores que las fraccionaban según las necesidades de cada cliente en forma diaria. Los trozos se guardaban en heladeras, que eran recipientes con recubrimientos de aislantes a las temperaturas ambiente, y que mantenían el frío unas cuantas horas según el calor que hiciera en el día y la cantidad de hielo comprado.

A la vez para los frigoríficos, carnicerías y para enfriar bebidas para la venta, se fabricaban grandes heladeras comerciales con varias puertas con estantes y ganchos de colgar y en el techo de las mismas se colocaban los compresores con aireación abierta al lugar instalado.

La Revista del CAI en su número 1115, dedicada a los 120 años de vida de la institución, menciona que la empresa SIAM Di Tella empezó en el año 1935 la fabricación de heladeras eléctricas para el hogar. Esa compañía dedicada a la fabricación de máquinas y herramientas industriales, ya era proveedora de heladeras comerciales, así como de ventiladores y planchas eléctricas y, con ambas experiencias, más licencias y un caudal técnico en ingeniería destacado, elabora y presenta un modelo de heladera eléctrica para el hogar, que denomina SIAM 80. La heladera se presentaba en un gabinete de chapa con aislación de temperatura interna, con un compresor también interno al gabinete, termocupla para regular mediante la temperatura el arranque y detención en la generación de frío, una manija de apertura a una puerta frontal y equipada con estantes y bandejas para la colocación de alimentos, así como un congelador con puertita individual donde se alcanzaba menor temperatura, que permitía se formaran cubitos de hielo en dos cubeteras allí alojadas. Ese espacio también servía para colocar algún elemento de carácter pequeño que requiriera un enfriamiento rápido.

La salida a venta de esta heladera no tuvo un éxito inmediato, pues se trataba de una revolución en las costumbres. Se necesitaba lugar en la cocina o en otro lugar de la casa, por ejemplo el comedor y el precio significaba una inversión superior al gasto de la provisión de hielo, además del aumento en el consumo de electricidad.

Sin embargo la empresa encontró la llave comercial para su venta y colocación. En primer lugar, ofrecer un pago en cuotas, algo no común para artículos del hogar. Además estableció la visita a domicilio por parte de los vendedores que, siguiendo las normas de timbreo conocidas para la ven-

## ***La calidad de la heladera SIAM 80, su facilidad de uso y duración, permitieron que su uso en los hogares sobrepasase los 50 años.***

ta de enciclopedias y libros, explicaban todas las ventajas que proporcionaría una heladera donde el tiempo de conservación de los alimentos aumentaría fuertemente. En una época en la cual la mujer manejaba el hogar, la heladera permitió hacer platos diversos al mismo tiempo y conservarlos hasta su consumo, además de asegurarle bebidas frías en forma permanente, y la posibilidad de elaborar helados caseros, para lo cual rápidamente aparecieron otros artículos para el hogar. Todos ellos, por supuesto, en cuotas.

El segundo golpe comercial, unos años después, fue un acuerdo con el gobierno por el cual todos los empleados públicos podían comprar la heladera en cuotas, cuyo importe y pago mensual dependía del haber del empleado y la recaudación para SIAM salía de la propia retención del importe en la liquidación de sueldo.

La calidad de la heladera SIAM 80, su facilidad de uso y duración, permitió que se fabricase durante muchos años y que, salvo su reemplazo por otros modelos con congelador más grande, su uso en los hogares sobrepasase los 50 años. SIAM llevó la venta al interior del país, a través de sucursales en las principales ciudades, lo que posibilitó que el prestigio de la marca se amplificase a otros campos de la industria con experiencias diferentes, entre los cuales se destaca SIAM Di Tella Automotores, que bajo licencia fabrica el auto más usado para taxis en el país.

Revisar la experiencia de la industria argentina a lo largo de la primera mitad del siglo XX traerá siempre el recuerdo de la cantidad de empresas, algunas grandes, muchas medianas y, a través de ellas, gran cantidad de pequeños talleres, que llevaron desarrollo y trabajo a través de las calles y avenidas del espacio suburbano dándole una característica particular que ha cambiado en el tiempo.

## **Hitos**

### **1911**

Torcuato Di Tella funda SIAM y en 1933 se construyen los primeros motores eléctricos.

### **1935**

Se logra introducir a nivel masivo la heladera familiar SIAM.

### **1951**

SIAM presenta una nueva locomotora diesel-eléctrica construida íntegramente por técnicos y obreros argentinos.

### **1960**

Se produce el primer auto Di Tella 1500, versión nacional del Riley 4 de la BMC.

### **1972**

Se estatiza la compañía y en 1986, es vendida a grupos privados.

### **2014**

Se reinaugura la planta de heladeras.

# El primer avión a reacción de Sudamérica, el Pulqui I

---

**La historia del IAe-27 Pulqui (flecha en idioma mapuche), un avión a reacción diseñado y construido en Argentina hacia 1947. Se trata del primer avión de este tipo en fabricarse en Latinoamérica, y convierte al país en el octavo en desarrollarlo en el mundo.**

---

**Hernán Longoni**

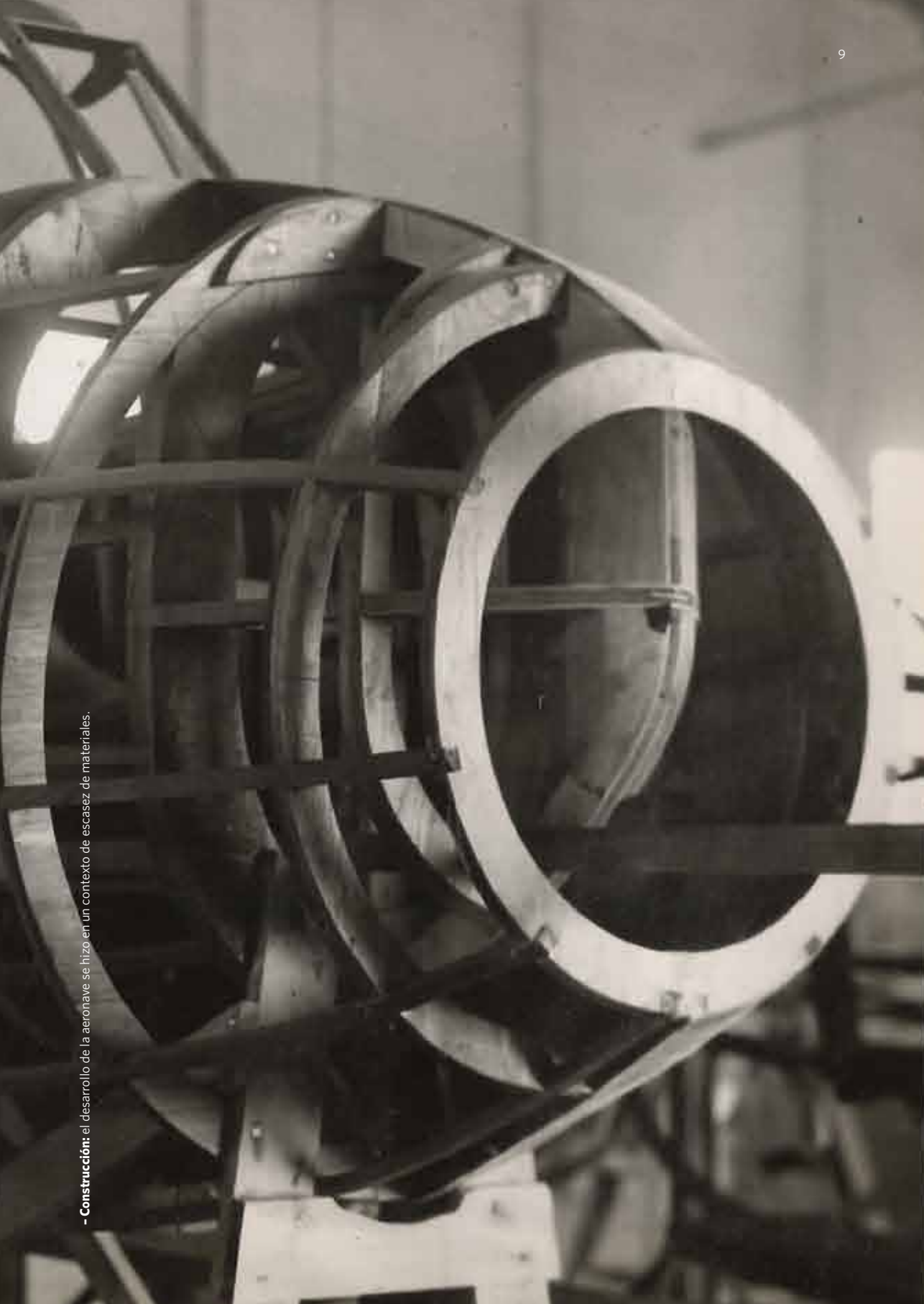
**En los primeros años 1940 aparecía, en las grandes potencias bélicas, una nueva tecnología con impulsores a explosión (o combustión interna) que impulsaría el desarrollo aeronáutico.**

La realidad física daba cuenta de que las enormes potencias que requerían los cazas y bombarderos, hacían llegar a los materiales a su máxima exigencia. Dos grandes limitantes frenaban el desarrollo: la propia de la tecnología de émbolo (o pistón) y las hélices, ya que las punteras de las mismas llegaban a romper la barrera del sonido con los consiguientes daños al impulsor, bancada y planeador, sin que hasta ese entonces se supieran las causas y mucho menos su remedio. Finalizada la Segunda Guerra Mundial, las potencias vencedoras se disputaron a los técnicos e ingenieros involucrados en desarrollos de este tipo en Alemania, algunos de los cuales arribaron al país con nombres y documentación adulterada.

En Argentina, el Comodoro Juan Ignacio San Martín preparaba las instalaciones de la Fábrica Militar de Aviones para pasar de la etapa de los “aviones de madera” (IAe-22, 23, 24, etc.), cuyo desarrollo no había sido posible por la escasez de materiales estratégicos debido a la guerra, a la etapa de los desarrollos de tecnología futurista o de avanzada que fue el signo o distinción de la FMA. Junto a estos técnicos de origen alemán, San Martín contrató personal de otras procedencias, especialmente italianos (país donde se formó como ingeniero) e integró a los técnicos criollos, produciéndose un enriquecimiento que luego dio origen a múltiples emprendimientos privados en la zona de Córdoba. El resultado inmediato fue la formación de equipos de trabajo por nacionalidades privilegiando, de ese modo, la eficiencia del desarrollo por sobre la integración, lo que se ha juzgado como positivo, ya que la premura necesaria fue alcanzada en una época en



- **Construcción:** el desarrollo de la aeronave se hizo en un contexto de escasez de materiales.



**\_ 1947 El 9 de agosto el Pulqui I realiza su primer vuelo.**

**\_ 9,7 metros era la longitud del avión, con una envergadura de 11,3 m.**

**\_ 720 km/h. Velocidad máxima operativa del Pulqui I.**

la que la obsolescencia de ideas era vertiginosa. Los equipos estaban a cargo del Ingeniero José Elaskar, quien rendía cuentas en forma directa a San Martín. El equipo de diseño de argentinos estaba integrado por jóvenes promesas de la ingeniería aeronáutica, como los ingenieros Norberto Morchio (diseño), Humberto Ricciardi (diseño), Enrique Cardeillac (logística), Manuel Fernández (jefe de dibujantes proyectistas) y Luis Mitchel (jefe de taller). Este equipo trabajaba en el desarrollo de las nuevas teorías aerodinámicas, a los efectos de diseñar y desarrollar una aeronave "a chorro".

San Martín contrató al prestigioso diseñador francés Emile Dewoitine para que se desempeñara como director técnico del proyecto de aeronave a reacción. El proyecto se inició en junio de 1946 y luego de 13 meses, 400 croquis y 1.903 planos toma forma y carácter propios.

La firma del diseñador se encontraba en la cola, cuyo diseño de empenajes tanto vertical como horizontal le correspondían al Ing. Ricciardi (21 años), mientras que el ala, fuselaje y trenes de aterrizaje fueron obra del Ing. Norberto Luis Morchio (24 años). Extrañamente, en este proyecto solo intervino un extranjero, el mencionado Dewoitine.

La escasez de material afectado al proyecto se evidenció en que para su construcción fue necesario emplear material almacenado perteneciente al proyecto "Curtiss Hawk 75-O", que se había discontinuado. El tren de aterrizaje era de accionamiento por gravedad en la bajada y eléctrico en el repliegue, carecía de asiento eyectable y la radio era sólo de emisión. El procedimiento de escape era invertir el aparato, soltarse del arnés y dejarse caer. El sistema de ranuras acopladas del tren de aterrizaje funcionó bien en los testeos previos, pero en las pruebas de rodaje realizadas sobre pista de tierra la aeronave

volvió con un amortiguador comprimido. Eso se debió a que ingresó tierra al cilindro y, mezclada con el aceite hidráulico, lo trababa. La solución fue instalar protectores de cuero que funcionaron bien durante los restantes rodajes, que llegaron en algunos casos a la velocidad de rotación.

Así llegó el histórico 9 de agosto de 1947, cuando el avión se cargó en un camión playo y se llevó a la pista de la escuela de paracaidistas que, por su mayor extensión, otorgaba un mayor margen de seguridad al piloto ante una eventual contingencia. El 1er. Tte. Edmundo Weiss fue el piloto de pruebas y los parámetros para ese primer vuelo se establecieron en la página 5 del "Programa de ensayos en vuelo - Avión IAe 27 Pulqui", emitido por el Instituto Aerotécnico:

- a) Se iniciará efectuando el decolaje con viento de frente y ascenso hasta una altura de 1.500 m. sobre el nivel del aeródromo. La trepada deberá efectuarse con una velocidad sobre la trayectoria inferior a 350 km/h y una velocidad ascensional inferior a 10 m/s;
- b) Este primer vuelo se realizará sin retraer el tren de aterrizaje;
- c) A esta altura, con variómetro en cero, efectuar vuelos horizontales con velocidades inferiores a 350 km/h, realizando virajes sin superar en ningún caso la inclinación de 30 grados. Observar indicaciones de velocímetro, taquímetros, termocupla, presión de aceite, comportamiento general, reacción y sensibilidad en los comandos, presencia de fenómenos vibratorios, etc;
- d) Si a criterio del piloto, todas las pruebas anteriores resultan satisfactorias y normales, a la cota precisada, podrá efectuar la primera maniobra de aplicación de flaps, con ángulos de 10 a 25 grados. La velocidad horizontal no deberá superar en ningún caso los 220 km/h;

***El equipo de diseño estaba integrado por jóvenes promesas de la ingeniería aeronáutica y trabajaba en el desarrollo de las nuevas teorías aerodinámicas.***

- e) A la misma altura verificar reacción de comandos a velocidades próximas a las de pérdida sin flaps (aproximadamente 190 km/h). Este ensayo se realizará manteniendo el variómetro en cero y reduciendo la velocidad de 10 en 10 km/h. Esta maniobra deberá repetirse con 10 y 25 grados de flaps;
- f) La duración de este vuelo no superará 20 minutos y el aterrizaje deberá efectuarse con flaps con viento de frente y a una velocidad de planeo próxima a los 220 km/h.

Como es sabido, Weiss excedió los parámetros de la orden transcrita debido a la confianza que le prodigaban las sensaciones del comando del avión, realizando un ascenso en "chandelle" (un viraje en un banking excesivo por arriba de los 30 grados que marca el procedimiento) por izquierda, arribando luego de 10 minutos de impecable vuelo posándose en la pista desde donde había partido.

Otro dato interesante sobre el avión, es que se lo llevó en vuelo desde Córdoba, con escala en Marcos Juárez, hasta el aeropuerto Pte. Rivadavia (Morón, Buenos Aires), para ser exhibido en la exposición aeronáutica de 1947, que se realizó en la Avenida 9 de Julio.

El 8 de agosto de 1948, se lo presentó al Presidente Perón, en Buenos Aires, volando en formación junto al Vicker Viking T-64 y al prototipo del IAe-30 Ñamcu.

Cumplidos los ensayos estáticos, se determinó un rediseño del mecanismo de flaps/alerones, así como el recorte de las punteras de las alas, cumpliendo sus horas de vuelo útiles en 1956, siendo el último piloto en volarlo el Cdte. Nelio González.

El aparato se dejó almacenado en el Area Material Córdoba, y luego destinado al Museo Nacional de Aeronáutica donde aún permanece.

## Hitos

### 1927

Se inaugura la Fábrica Militar de Aviones, en Córdoba. En 1943 pasa a llamarse Instituto Aerotécnico.

### 1948

Se crea la Fábrica de Motores a Reacción. El Instituto Aerotécnico se destaca a nivel mundial produciendo los primeros aviones a reacción en Latinoamérica.

### 1990

Vuelo inaugural del CBA 123 Vector, un avión turbohélice con capacidad para 19 pasajeros desarrollado entre Embraer y el Área Material Córdoba.

### 1993

Vuelo inaugural del FMA-Vought Pampa 2000. En 1995 se concesiona la empresa a Lockheed Martin Aircraft Argentina SA.

### 2009

El Estado Nacional recompra las acciones de Lockheed Martin Aircraft.

# CEFI B A

REGISTRO P      P.    AUX.    31    30    29    28    27

REGISTRO A      AUX.

REGISTRO M      AUX.

REGISTRO I      A 3    A 2    A 1    M 2    M 1    I 2    I 1

REG. B.

- CEFIBA: La construcción de esta computadora demoró alrededor de cinco años.

# La computadora electrónica CEFIBA

**El Ing. Ciancaglini consideró la importancia del desarrollo de computadoras en Argentina y formó un grupo dedicado al estudio de diversos temas relacionados con el diseño de las mismas, que luego inició el proyecto de construcción de la CEFIBA.**

**Ing. Humberto R. Ciancaglini (\*)**

**En la época en que se comenzó con el desarrollo de CEFIBA las computadoras electrónicas que se comercializaban eran todas operadas con válvulas. No obstante, se decidió que el proyecto se ejecutaría utilizando transistores, particularmente porque la experiencia adquirida por el Ing. Tanco demostraba que era posible utilizar ventajosamente los transistores en la elaboración de máquinas computadoras.**

Durante 1958 el Ing. Tanco, Profesor Adjunto del Departamento de Electrónica, trabajó conjuntamente con los ingenieros Eduardo Ulzurrun y Oscar Mattiussi en el proyecto y desarrollo de la computadora.

Posteriormente, en 1960 se inició la construcción de CEFIBA ingresando en el grupo de trabajo los ingenieros R. Criado, Jonas Paiuk, Edgardo Cohen, Noemí Kaplan y Arturo Vercesi y la Licenciada en

Matemáticas Srita. Aída Cohn. Durante el período que llevó la construcción, ensayos y terminación de la computadora algunos de los jóvenes profesionales se retiraron del grupo para cumplir otras tareas, como es el caso del Ing. Ulzurrun, quien se ausentó a los E.U.A. para seguir cursos de perfeccionamiento, el Ing. Mattiussi quien empezó a trabajar en una Empresa de servicios públicos y el ingeniero Paiuk quien fue requerido para trabajar en el Instituto de Cálculo de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.

## **Memoria de cilindro magnético**

Como se disponía de un presupuesto reducido para la ejecución de la computadora, se intentó realizar en el taller de la facultad una memoria de cilindro rotativo de aluminio, con recubrimiento magnético obtenido por pintado por pulverización de una suspensión de ferrita. Aunque la memoria

- \_ **5** Fueron los años necesarios para la construcción de CEFIBA.
  - \_ **1.405 transistores** se usaron en la realización del sistema electrónico.
  - \_ **4096 palabras** de 32 bits era su capacidad de almacenamiento.
- 

funcionó, la excentricidad dinámica hacía que con frecuencia las pistas se rayaban, por lo que finalmente fue sustituida por una unidad comercial de origen británico.

El cilindro tenía un diámetro algo mayor de 10 centímetros y una longitud de unos 12 centímetros.

La capacidad de la memoria era de 4.096 palabras de 32 bits cada una. Una de las pistas del cilindro estaba grabada mecánicamente para proveer los pulsos de sincronización del sistema electrónico, lo que hacía que el período de repetición de tales pulsos fuese del orden de los 50 microsegundos, lo cual permitía operar cómodamente con los transistores de la época en que se desarrolló CEFIBA.

Sin embargo se apareció un problema serio por cuanto los transistores utilizados presentaban una gran dispersión en los tiempos de conmutación en las funciones digitales, lo que obligó a medir las características individuales de cada transistor y aparearlos para incorporación en cada plaqueta.

### **Impresora**

Como no se contaba con recursos para adquirir una impresora para computadoras, se utilizó una máquina de escribir mecánica la cual fue modificada incorporándole solenoides que al ser energizados succionaban sus núcleos y con su movimiento accionaban mecánicamente los tipos impresores.

La computadora transformaba el carácter alfabético o numérico a ser impreso en un pulso de corriente que energizaba la bobina del solenoide correspondiente al carácter a ser impreso.

### **Tablero electrónico**

Para el alojamiento de la fuente de alimentación y

las plaquetas enchufables conteniendo las diversas secciones de la computadora se utilizó un armario metálico de dos puertas como los que se utilizan en tableros de instalaciones eléctricas.

La parte electrónica estaba contenida en tres bastidores que contenía 275 plaquetas enchufables que cumplían diversas funciones elementales como la de constituir compuertas, registros de desplazamiento, memorias con flipflops, amplificadores de pulsos de corriente para la impresora, etc. La totalidad del sistema electrónico se realizó con 1.405 transistores, 1.661 diodos de germanio, 5.048 resistores, 2.200 capacitores y centenares de metros de alambre de conexiones.

La elección de los transistores en lugar de válvulas electrónicas para el diseño de la computadora disminuyó sustancialmente la potencia utilizada y con ello simplificó los problemas de refrigeración del sistema.

### **Entrada de programas**

Los programas eran confeccionados en lenguaje de máquina, pero para ser introducidos en la computadora se realizó un compilador que permitía entrar la información al cilindro de memoria por medio de una cinta perforada.

La perforación de la cinta se realizaba en una máquina teletipo, El compilador leía el contenido de la cinta perforada y registraba en la memoria de cilindro la información leída.

### **Consola de operación**

Como consola de operacional se utilizó un escritorio metálico en el que se alojaba la el cilindro de memoria, la impresora, el lector de cinta perforada y una botonera que permitía introducir las palabras de 32 bits directamente al cilindro de memoria.

**CEFIBA tuvo dos características distintivas: se basaba en transistores y se realizó con un presupuesto muy escaso que propició el ingenio para la construcción de muchos dispositivos.**

### Ensayos y presentación de la computadora construida

En julio de 1962 fue terminada y ensayada satisfactoriamente el funcionamiento de CEFIBA, y fue presentada en un acto desarrollado en la Facultad de Ingeniería, con la presencia del Rector de la Universidad y del Decano de la Facultad el día 10 de agosto del mismo año. Durante la presentación se hizo funcionar la computadora, y quienes habían participado en su diseño y construcción expusieron diversos temas técnicos en los que estuvieron involucrados. El Ing. Ciancaglini señaló que el objetivo de la construcción de CEFIBA no era el de sustituir la utilización de computadoras comerciales, sino el dar una preparación profunda en los temas de técnicas digitales y del "hardware" a jóvenes ingenieros

Esta nota es un extracto de un artículo más extenso que puede consultarse en: [www.cai.org.ar/cefiba](http://www.cai.org.ar/cefiba)

(\*) El Ing. Humberto R. Ciancaglini (1918-2012) fue Profesor Emérito de la Facultad de Ingeniería, Director del Departamento de Electrónica de 1956 a 1966 y Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires de 1964 a 1966. Fue Presidente del Departamento Técnico del CAI entre 1997 y 2005.

## Hitos

### 1920

Primera transmisión radial desde la terraza del teatro Coliseo. Un año después, Radio Argentina ya transmitía regularmente.

### 1941

Se crea el curso de posgrado en Ingeniería de Telecomunicaciones. En 1946 y 1947, se crea en la Facultad de Ingeniería de la UBA y de la Universidad de la Plata respectivamente, la Carrera de Ingeniería en Telecomunicaciones.

### 1951

Primera transmisión televisiva.

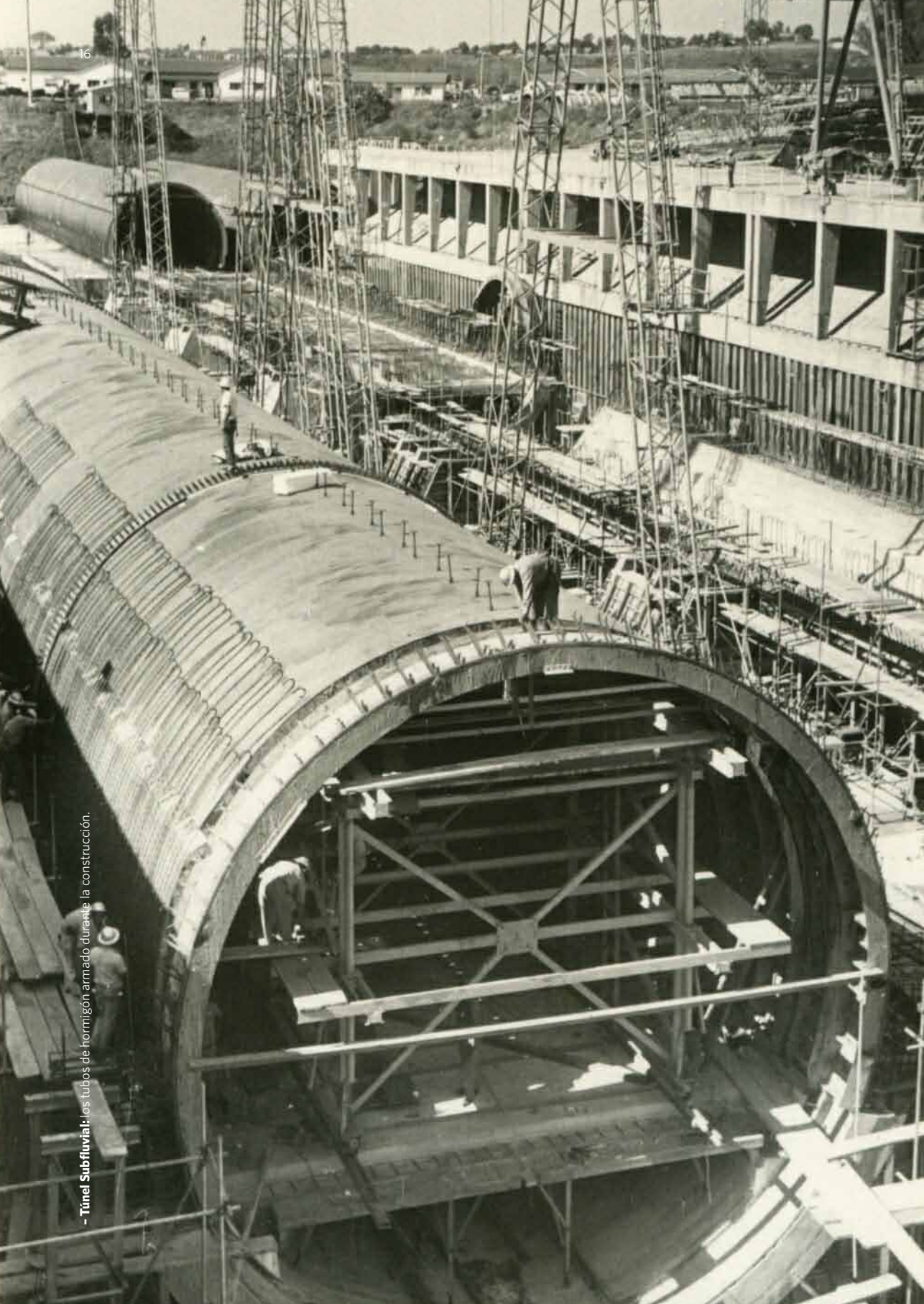
### 1962

Se presenta CEFIBA, la primera computadora desarrollada en Argentina.

### 1969

Se inaugura Fate Electrónica que produce las calculadoras digitales CIFRA, que compitieron exitosamente con empresas de primer nivel mundial.





- Túnel Subfluvial: los tubos de hormigón armado durante la construcción.



# Túnel subfluvial, memorias personales

**El túnel subfluvial "Raúl Uranga - Carlos Sylvestre Begnis", denominado popularmente Túnel Hernandarias, conecta, por debajo del lecho del río Paraná, las provincias de Entre Ríos y Santa Fe, comunicando las redes de tránsito rodado de ambas provincias.**

**Ing. Esteban Guaia**

**Las provincias del litoral argentino acunaban desde hacía muchas décadas un viejo anhelo, profundamente enraizado en sus pueblos y en los dirigentes de los más diversos signos políticos: contar con una conexión permanente y directa con "el continente", esto es, con un puente que dejara atrás el lento y engorroso sistema de ferries y balsas con que se cruzaba el majestuoso río Paraná, sistema que se veía a menudo dificultado por terribles crecidas o frecuentes temporales.**

Ese anhelo había encontrado constantes dilaciones y postergaciones por parte del gobierno nacional, cuyo Ministerio de Obras Públicas parecía no disponer nunca de las partidas necesarias para concretar el emprendimiento ni de la voluntad política de autorizarlo. Ni siquiera con la creación de la Administración Nacional de

Vialidad, en los '30, la cuestión dio señales de solucionarse. Así fue que en 1960 dos gobernadores entusiastas y animosos, Sylvestre Begnis y Rafael Uranga, de Santa Fe y Entre Ríos respectivamente, decidieron no seguir esperando a la Nación y acometer la obra por cuenta de sus dos provincias, para lo cual firmaron un tratado interprovincial comprometiéndose a afrontar el costo de la obra por mitades. Con el asesoramiento del prestigioso estudio de Ingeniería Sailav S.A. de la Capital Federal, que se abocó a proyectar un túnel por debajo del lecho del río (aquí cabe observar que un puente habría necesitado la aprobación de la Nación porque ésta tiene jurisdicción constitucional sobre el espacio aéreo que sobrevuela los espejos de agua). Decidida esa opción, se convocó a varias empresas internacionales de adecuado porte para cotizar la construcción, concurso del cual

- \_ **10,80 metros** es el diámetro externo de los tubos de hormigón armado.
  - \_ **2.937 metros** es la longitud de la estructura.
  - \_ **11.000 vehículos** circulan diariamente por el túnel.
- 

resultó ganadora la empresa alemana Hochtief. Dadas las características de la obra y sus componentes aleatorios, además de las convincentes argumentaciones de la empresa, se acordó que la encomienda se haría por el sistema de coste y costas. Se estableció con riguroso detalle que el rubro coste incluiría hasta la más insignificante de las erogaciones (viajes, llamadas telefónicas, elementos de dibujo, etc.). Para completar este panorama contractual, la facturación de la empresa sería debitada directamente por ésta en una cuenta especial del Banco de Entre Ríos, en la cual los gobiernos se obligaban a reponer de inmediato los fondos necesarios de manera que siempre mantuviera esa cuenta un saldo disponible de \$ 30 millones.

La obra comenzó en junio de 1961 con la instalación, en la margen entrerriana, de un enorme obrador donde se fabricaban tubos de hormigón armado de 10,80 m. de diámetro externo, 9,80 m. de diámetro interno y 64 m. de largo, impermeabilizados en su superficie externa con 3 manos de resina sintética. Una vez listos, se tapaban ambos extremos de manera que pudieran flotar y ser remolcados hasta la posición precisa en que, una vez lastrados, se dejaban hundir hasta asentarse en el fondo de una profunda zanja que había sido previamente dragada en el lecho del río por la empresa Vianini S.A. Esta operación volvía a repetirse con el hundimiento de un nuevo tubo, posicionado cuidadosamente a continuación del anterior. Un equipo de buzos especializados procedía a fijar cada tubo con el anterior, tras lo cual destruían los tapones contiguos y el nuevo tubo se incorporaba al anterior, comunicado con él sin solución de continuidad. Y así sucesivamente, con la incorporación de

nuevos tubos, se llegó a completar la longitud total de 2.937 m. entre cabeceras.

A mediados de 1966, con la obra en plena ejecución, ocurrió lo que era fácilmente previsible: las dos provincias, abrumadas por el ritmo de facturación de la obra, debieron recurrir a la Nación solicitando apoyo financiero.

Así fue que yo, a poco de haber sido designado Secretario de Estado de Obras Públicas, recibí la orden del entonces Ministro Dr. Salimei, de estudiar la viabilidad y el monto del pedido provincial. Para cumplir lo ordenado, debí iniciar un estudio de la obra, para lo cual comencé por citar a mi despacho a los directivos de Hochtief, quienes acudieron con cierta reticencia por lo que interpretaban como una intromisión de la Nación en su relación contractual con las provincias.

Los contactos con esos directivos, sin embargo, fueron en general cordiales y me permitieron conocer en detalle las características técnicas de esa obra monumental, algunos de cuyos aspectos la hacen única en el mundo. En efecto, ese tubo de 10,80 m. de diámetro y más de 2 km. de longitud, tiene un índice de flotabilidad igual a uno, de manera que su estabilidad vertical debió obtenerse mediante un delicado equilibrio entre su peso y el empuje del agua, habida cuenta de que el lecho del río, a la profundidad de la zanja, tiene una muy limitada capacidad portante. Para mantener ese delicado equilibrio, los segmentos del tubo cuentan con receptáculos en voladizo destinados a ser llenados, como lastre, con arena compactada. He sabido que, en ocasiones, la Comisión Técnica Provincial que vigila permanentemente la obra tuvo que recurrir a lastres de mayor peso, como la colocación de perfiles de hierro dentro del túnel, debiendo anular para

## **Desde su inauguración, en 1969, el túnel presta sus invaluables servicios de conexión con la Mesopotamia.**

ello una de las manos de circulación vehicular. Este y otros aspectos del proyecto dieron lugar a largas discusiones con los directivos de la empresa, especialmente por parte de mi Subsecretario de entonces, el destacado Ingeniero Guillermo Roffo. Todas las dudas fueron finalmente despejadas al exhibirnos la empresa un estudio riguroso efectuado en el famoso laboratorio hidráulico alemán Karlsruhe, de indiscutible autoridad en la materia. En consecuencia, la obra continuó su marcha sin interferencias y con el apoyo financiero de la Nación, hasta su inauguración en diciembre de 1969. Desde entonces, el túnel presta sus invaluables servicios de conexión con la Mesopotamia. Una medida de su utilidad la da el hecho de que su capacidad se encuentra ya colmada y actualmente las provincias del litoral claman por complementar esa obra con algún otro puente adicional. (Vuelve a repetirse la vieja historia del pedido a la Nación, efectuado esta vez en 2009 por los gobernadores a la presidenta Cristina Kirchner). Es que con el crecimiento de la actividad económica y del intercambio con Brasil, la circulación de vehículos se ha intensificado notablemente (el túnel alcanza hoy un promedio anual de 11.000 vehículos/día) y las demás conexiones existentes están desbordadas.

Por mi parte, no puedo menos que sentirme orgulloso de haber participado, desde mi cargo de Secretario de Estado de Obras Públicas, en la concreción de una obra de ingeniería de semejante envergadura -probablemente la mayor del país- cuya utilidad para la República es indiscutible.

## **Hitos**

### **1956**

A través del Decreto N° 7122/56 se declaró la obra de Interés Nacional.

### **1960**

Se firma el tratado interprovincial que dispone la construcción del túnel.

### **1961**

Se adjudican trabajos al consorcio integrado por las Empresas HOCHTIEF A.G. de Essen (Alemania), VIANINI S.P.A. de Roma (Italia) y SAILAV S.A. de Buenos Aires (Argentina).

### **1962**

Se coloca la Piedra Fundamental en la isla Santa Cándida (lado Santa Fe).

### **1969**

El 13 de diciembre se inaugura con el nombre de Hernandarias de Saavedra, primer gobernador criollo del Río de la Plata, de la época colonial.



**Centro Argentino de Ingenieros**

Cerrito 1250

(C1010AAZ) Buenos Aires, Argentina

Tel.: (54 11) 4811 0570 / 4811 3630

[www.cai.org.ar](http://www.cai.org.ar)

---

***El ingeniero es un creador, crea lo  
que no existe, aunque para eso pueda  
guiarse por analogía de lo que existe.***

***Ing. Eitel Lauría***