

# Avances tecnológicos (1903-2003)

ANTONIO GONZALEZ BETES  
Coronel Ingeniero Aeronáutico

Con los avances tecnológicos que tuvieron lugar en España en el siglo pasado, pretendemos poner de manifiesto la importancia de la contribución española al mundo de la aviación. La aportación se analizará en cuatro áreas, en las cuales se entiende que España ha contribuido más; estas son: Aerodinámica, Alas Giraatorias, Diseño y Fabricación y Motores. En la primera área nos referiremos en especial al Laboratorio Aerodinámico de Cuatro Vientos, creado por la aviación militar española; en la segunda, el nacimiento y desarrollo del autogiro, que tanta gloria dio a nuestra Nación; en la tercera al proyecto, diseño y fabricación de aeroplanos y otros aspectos industriales y por último la aportación en el área de los motores de aviación y la repercusión mundial del motor Hispano Suiza desarrollado en España.

## AERODINAMICA

La aerodinámica como ciencia tuvo sus orígenes en los siglos anteriores al XX y la observación del vuelo de las aves llenó horas de estudios y ensayos hasta que se diseñaron y construyeron los primeros ingenios voladores con alas articuladas imitando aquellas.

El primer ingenio volador que se tiene documentado es el diseñado y construido por el científico hispano-musulmán Abás ben Firnás; es el primer vuelo planeado realizado en España y tuvo lugar en la ciudad de Córdoba en el siglo IX. (Escudero, 1).

Representó un adelanto de seis siglos respecto a otros vuelos en España y diez siglos antes de los vuelos planeados de finales del siglo XX, realizados por Lilienthal y Chanute.

A las alas articuladas le sucedieron los planeadores de alas fijas, que demostraron ser herramientas muy útiles. En esa época, finales del siglo XIX, la teoría era que el aviador tenía que diseñar, construir y ser piloto de ensayo para progresar. Algunos murieron en los vuelos pero señalaron el camino y como manifestó Wright al volar sus planeadores en 1902: "Yo creo que nuestros experimentos muestran categóricamente que el hombre puede construir alas superiores en rendimiento dinámico de las de cualquier pájaro".

La aerodinámica había sido objeto de especial atención por parte de los hermanos Wright, que comprendieron que los datos de otros investigadores no eran válidos y con ese espíritu analítico que les caracterizaba, a base de estudios y ensayos en túnel encontraron los perfiles adecuados para sus planeadores y las alas del aeroplano que efectuó el vuelo propulsado el 17 de diciembre de 1903. (Richtie, 2)

Lo importante de los hermanos Wright es que crearon un entramado científico y sus propios métodos, durante el periodo 1898-1903, fundados en la documentación existente, sus conocimientos de álgebra, trigonometría, física y mecánica y estuvieron en contacto con los físicos más eminentes, llegando a la conclusión que si querían volar tenían que crear un "Sistema" y analizar todas sus variables. Y sobre todo realizar muchas pruebas de vuelo ellos mismos.

En España, en 1909, fueron notables los vuelos realizados por el capitán Cañellas en el Pinar de Antequera, (Valladolid) con planeadores diseñados, construidos y pilotados por él y su compañero el capitán Gómez. (Glez-Betes, 3).

En España a principios del siglo XX, había varios grupos de ingenieros que se interesaban por la aviación, en primer lugar estaba el grupo de los ingenieros militares de Guadalajara, que se habían curtido en la atmósfera con sus vuelos en globos y dirigibles; en segundo lugar los ingenieros civiles, principalmente industriales, cuyos grupos más importantes se encontraban en Madrid y en Barcelona.

La contribución de la aviación española resultó importante merced al impulso de Emilio Herrera, pertenece al grupo de ingenieros militares, quien desarrolló y puso en servicio el Laboratorio Aerodinámico de Cuatro Vientos (Madrid).

Este ingeniero era consciente que el vuelo de las aeronaves más pesadas que el aire se regía por leyes aerodinámicas y se necesitaban instalaciones de ensayo o laboratorios aerodinámicos, para descubrirlas y utilizarlas. (Atienza, 4)

El general Mourellos a la sazón en 1918, jefe de la Aeronáutica militar, decidió apoyar las ideas de Herrera y le autorizó a desarrollar un Laboratorio, emprendiéndose seguidamente su construcción en los terrenos del aeródromo de Cuatro Vientos.

Herrera y sus colaboradores, diseñaron un original modelo de túnel aerodinámico

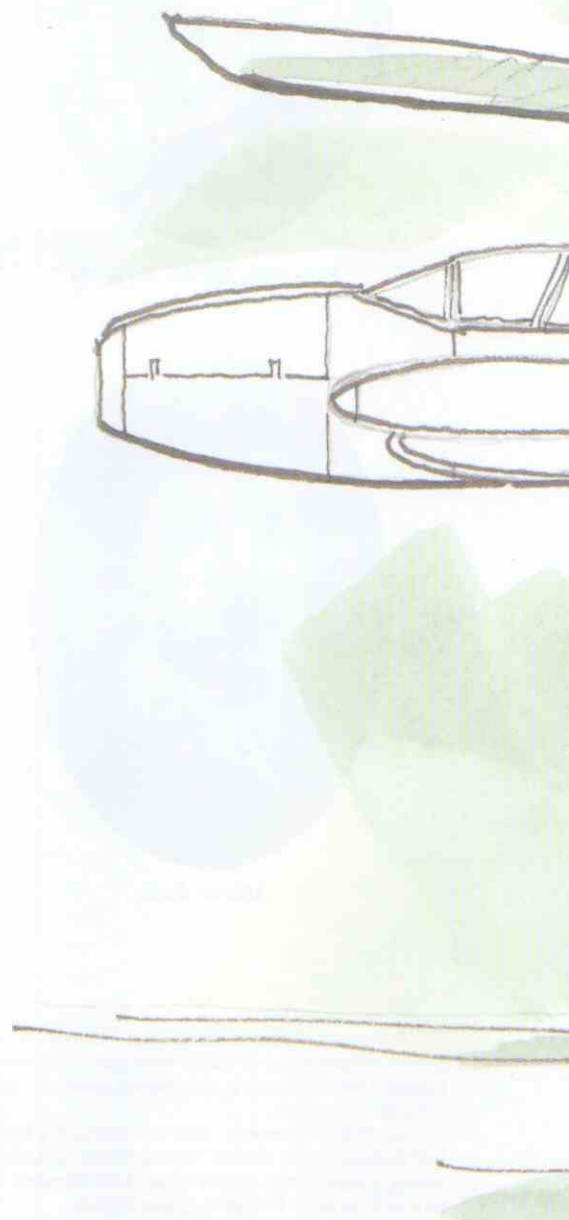
<sup>1</sup>-Escudero, Domingo. El precursor de la aeronáutica mundial Abás ben Firnás. Ingeniería Aeronáutica y Astronáutica. Enero 1995.

<sup>2</sup>-Richtie, Malcom. The Research & Development Methods of Wilbur and Orville Wright. AIAA. Julio/agosto 1978. USA.

<sup>3</sup>-González-Betes, Antonio. Los comienzos de la aeronáutica en Valladolid.

Aeroplano nº 13. SHYCEA 1995. Madrid.

<sup>4</sup>-Atienza, Emilio. El general Herrera. AENA. 1994. Madrid.



co, cerrado vertical con 60 metros de recorrido del aire que era impulsado por un motor de 700 CV accionando una hélice de unos 3,70 metros de diámetro. La vena, fluida, estable y uniforme, garantizaba la precisión de los ensayos. Se podía alcanzar una velocidad de 200 kilómetros por hora.

El túnel se empezó a utilizar en 1921 y sus características le situaron como el mayor de Europa y el segundo del mundo.

Fue dado a conocer en las instituciones científicas, en congresos extranjeros y varias personalidades visitaron el túnel, como Einstein y Gugenheim.

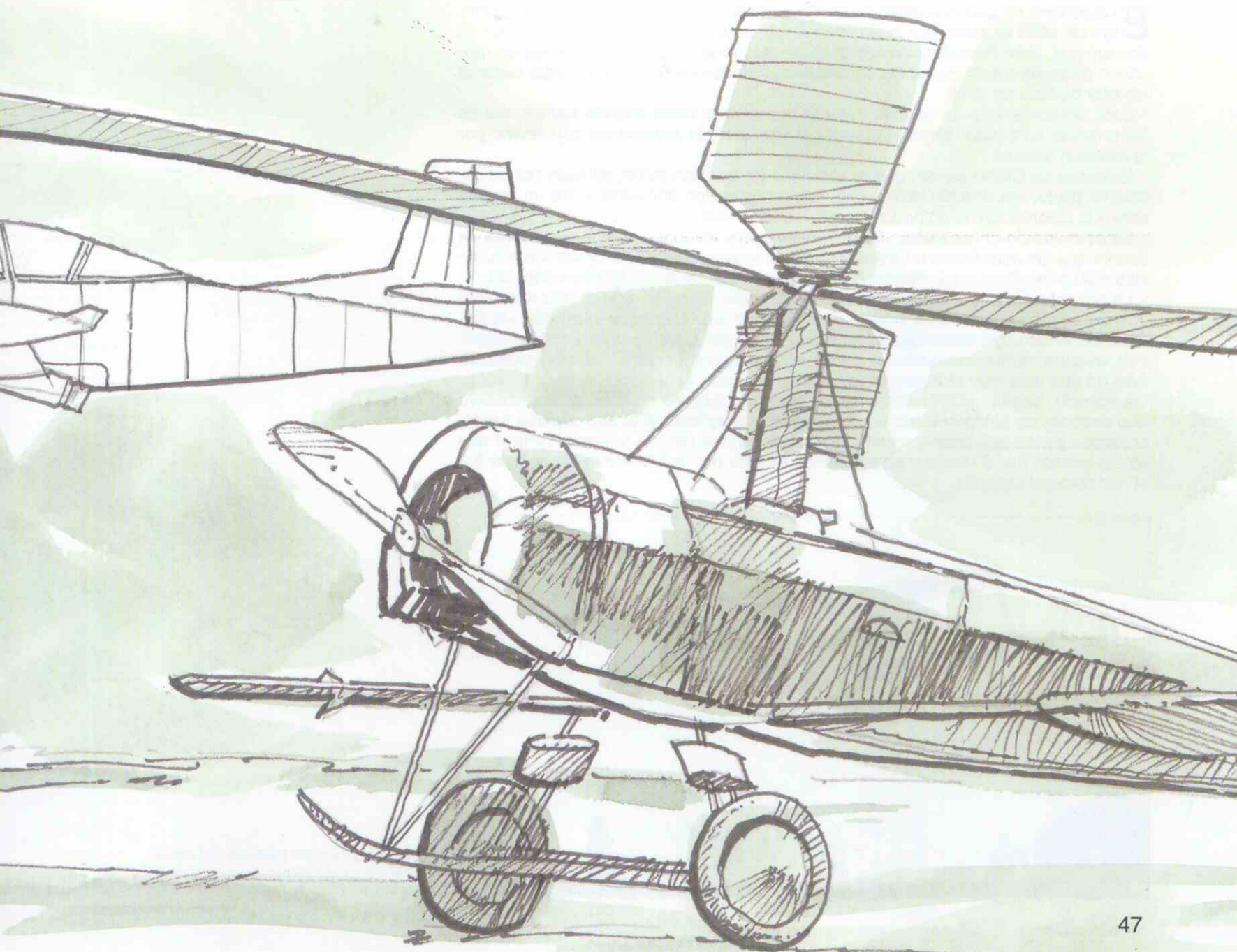
Desde su inauguración se ensayaron, aeroplanos, hélices y piezas sueltas y entre las experiencias más sobresalientes pueden citarse los ensayos del rotor del autogiro La Cierva y de la maqueta del avión Breguet "Cuatro Vientos". La primera experiencia se realizó para comprobar el comportamiento autogiro del rotor con todos los ángulos de ataque posibles.

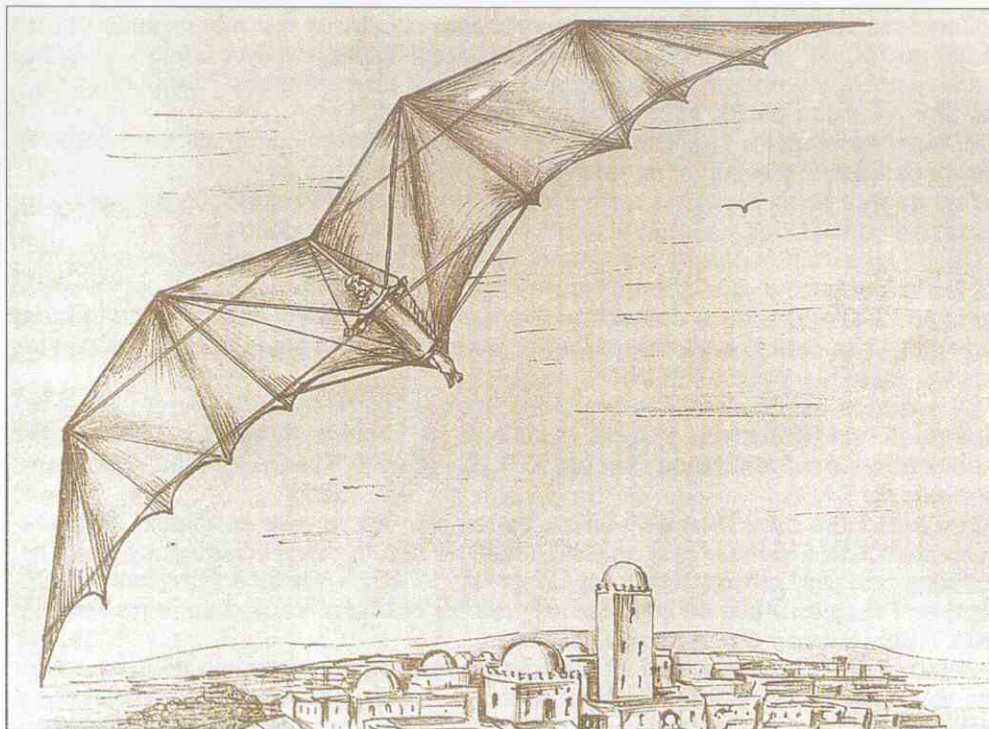
La segunda experiencia, estableció los parámetros necesarios para la planificación de la ruta de España a Cuba, establecer el "Cuadro de Marcha" y apoyar las modificaciones del aeroplano Breguet XIX- Superbidón "Cuatro Vientos", por los ingenieros de CASA.

Los anteriores datos han sido utilizados también ahora para el estudio aerodinámico del "Cuatro Vientos" y el análisis actual de la ruta Sevilla-Camaguey y sus resultados han sido presentado en el Congreso de AED (Advanced Engineering Design) en Praga en Junio de 2003, por el profesor Martínez Val y el autor de este trabajo. (Glez- Betes y Martínez-Val, 5).

Como hemos manifestado el túnel lo diseñó Herrera con un grupo de colaboradores, entre los cuales el más significativo fue el capitán Genaro Olivie, que diseñó y construyó una ingeniosa balanza aerodinámica, para medir las fuerzas y momentos aerodinámicos de perfiles y maquetas de aeroplanos. El Laboratorio se completó con secciones de ensayos de materiales y prueba de hélices.

<sup>5</sup>-Glez- Betes y Martínez-Val. Modelling the Aerodynamic and Performances of a Historic Airplane: the Spanish "Cuatro Vientos". Praga, junio 2003.





*En el siglo IX nació en Ronda un español-musulmán, su nombre Abas Ben Firnás. Construyó un ingenio con alas articuladas y realizó un vuelo planeado en Córdoba, lanzándose desde las alturas de Ruzafa.*

## ALAS GIRATORIAS

**E**l ingeniero de caminos Juan de La Cierva, nacido en Murcia el 29 de septiembre de 1895 se aficionó a la aviación desde muy joven y en 1910 se agrupó con dos amigos, José Barcala y Amalio Díaz, para diseñar y construir planeadores, pasando después a aeroplanos cuyos resultados fueron los BCD-1 y 2, hasta llegar al trimotor biplano en 1918.

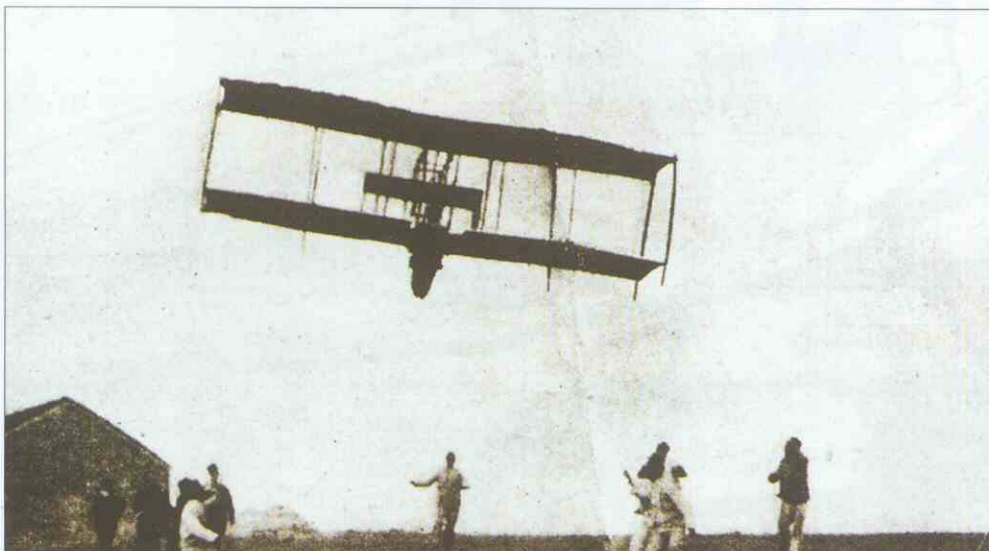
Este último trimotor se estrelló durante el segundo vuelo cuando participaba en las pruebas en Cuatro Vientos, durante el concurso de aeroplanos convocado por la aviación militar.

Entonces La Cierva pensó, que el accidente de un buen avión, pilotado por un excelente piloto, era una sin razón, una desproporción no admisible entre un posible error y la destrucción de un prototipo, que había costado muchos esfuerzos y dinero.

La baja velocidad razonaba, debía ser una zona útil para volar, aunque tenía en cuenta que los aeroplanos no estaban diseñados para volar lentos y las consecuencias eran previsibles al adentrarse en esa zona mortal de la pérdida de velocidad.

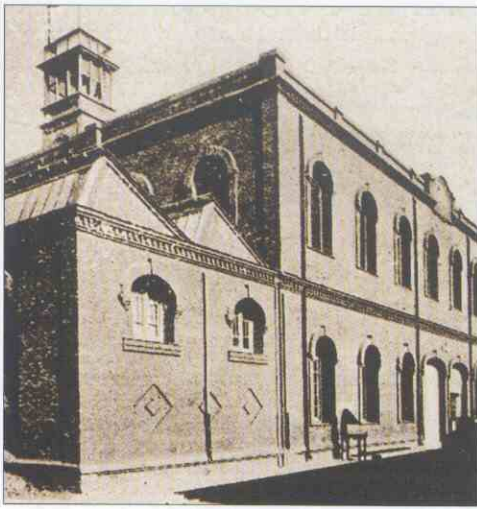
La solución -pensó- estaba en una nueva forma de volar, una nueva aeronave que llegado el caso pudiese incluso pararse en el aire y empezó a estudiar un sistema de vuelo cuya sustentación no fuese tan dependiente y crítica con la velocidad, aunque afortunadamente no pensó en el helicóptero como solución, pues estaba en una fase muy teórica y poco práctica. (Blanco, 6)

Inspirado -según las crónicas- por un juguete o modelo de helicóptero, observó que después de lanzado hacia arriba descendía muy lento si el aire soplaba fuerte, entonces pensó que podría desarrollar una aeronave con un molinete vertical que girase movido por el viento y se trasladase movido por una hélice tractora. Este fue el principio del autogiro.



<sup>6</sup>-Blanco Pedraza, Pedro. Juan de La Cierva y su contribución al desarrollo de aeronaves de alas giratorias. Ingeniería Aeronáutica. Set-oct 1958.

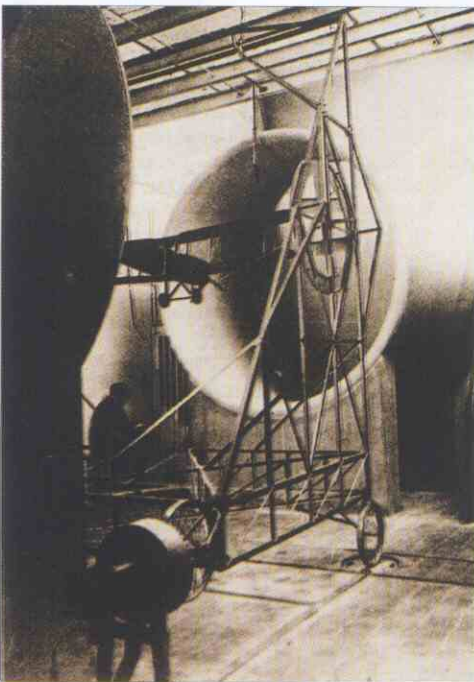
*Un magnífico vuelo planeado del capitán Cañellas en el Pinar de Antequera de Valladolid en julio de 1909.*



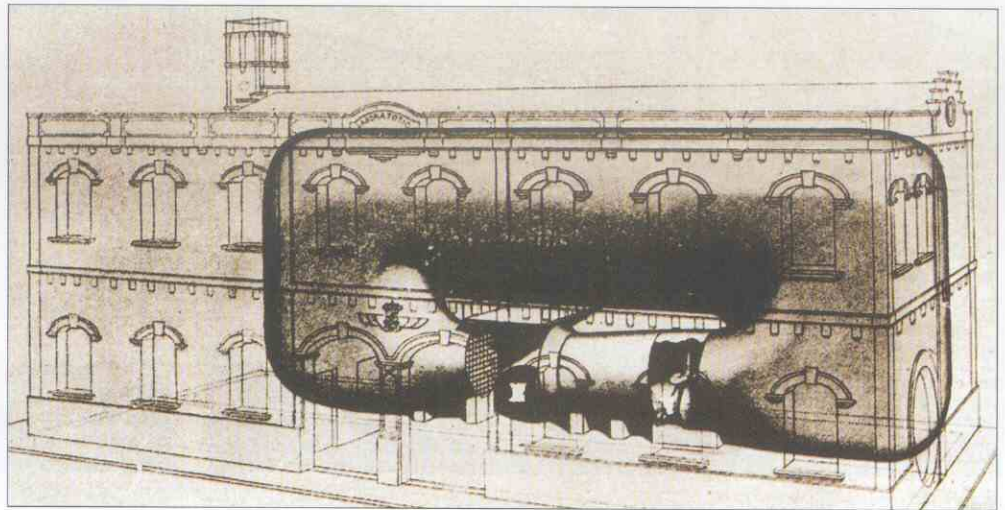
Vista exterior del túnel aerodinámico de Cuatro Vientos diseñado por Herrera y sus colaboradores de la aviación militar en 1921. El edificio que lo alojaba todavía existe en el aeródromo citado.

- <sup>7</sup>-Martín Barbadillo, Tomás. El Autogiro. Ayer, hoy y mañana. Espasa Calpe. 1935. Madrid.  
 López Ruiz, José Luis. El Autogiro. Aeroplano. Nº 13. SHYCEA. 1995. Madrid.  
 Warleta Carrillo, José. Juan de La Cierva y su obra. Instituto de España. 1978. Madrid.  
 Warleta Carrillo, José. Juan de La Cierva. Notas Biográficas. Aeroplano. Nº 13. SHYCEA. 1995. Madrid.  
<sup>8</sup>-La Cierva, Juan, Engineering Theory of the Autogiro. Copia del manuscrito. Edición de la Fundación Juan de La Cierva. Murcia. Febrero de 1966.  
<sup>9</sup>-López Ruiz, José Luis. Helicópteros. Teoría y Diseño Conceptual. ETSIA. 1993. Madrid.  
<sup>10</sup>-Blanco Pedraza. Op. cit. Pág. 19.

La original balanza aerodinámica del Laboratorio Aerodinámico de Cuatro Vientos, diseñada por el capitán Genaro Olivie, en la que aparece una maqueta de un biplano sometida a ensayo.



Una de las experiencias realizada en túnel aerodinámico de Cuatro Vientos, fue la que estableció en 1932-33, por estudios y ensayos, los parámetros necesarios para la planificación de la ruta de España a Cuba, el "Cuadro de Marcha" y las directrices para realizar las modificaciones del aeroplano Breguet XIX- Superbidón "Cuatro Vientos", por los ingenieros de CASA. En la imagen el ingeniero director del proyecto Luis Sousa Peco, el primero por la derecha, con personal técnico, junto al aeroplano "Cuatro Vientos", en construcción.



La historia hasta llegar al primer vuelo de un autogiro está narrada en diversas fuentes (Libros y Artículos, 7) y a ellas remitimos al lector.

Lo que sí interesa analizar del trabajo de La Cierva son las soluciones que fue aplicando para lograr que los primeros autogiros no volcasen debido al desequilibrio producido por las palas del rotor al avanzar girando en una corriente de aire.

Resolvió este problema aplicando unas articulaciones en el encastre de las palas autoadaptandolas a las disimétricas condiciones de funcionamiento que las palas encuentran en cada rotación durante el vuelo. Tuvo además que darle flexibilidad a las palas. Las articulaciones permitían a las palas adaptarse a las condiciones de funcionamiento y anular el par de balanceo y momento de flexión en el encastre de las palas al rotor. La solución se conoce como la doble articulación de arrastre y batimiento.

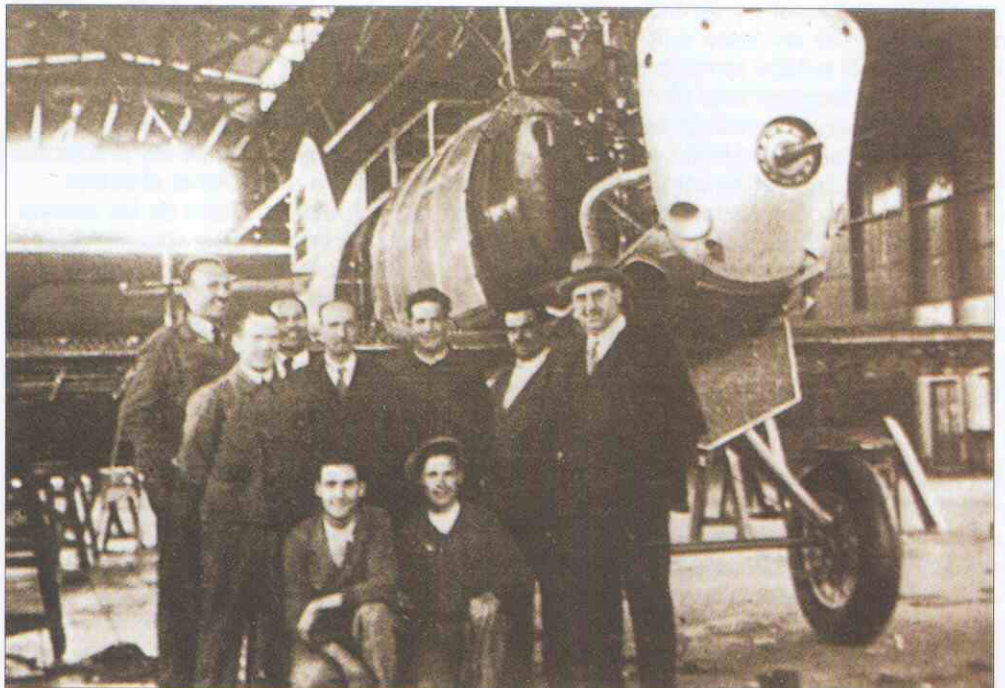
Las soluciones fueron de una genialidad indiscutible, eran las óptimas y sobre todo la más sencillas.

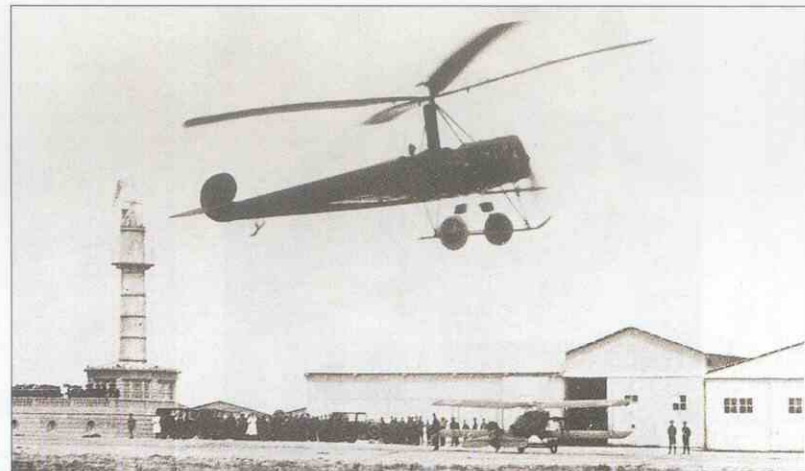
A este tenor hemos de poner de manifiesto que la ecuación diferencial de segundo grado que estableció sobre el comportamiento de las palas del rotor, se resistió a ser solucionada. El célebre matemático Puig Adam, profesor de la Escuela de Ingenieros de Caminos encontró una solución.

La Cierva en 1935 escribió de su puño y letra la teoría del autogiro y sus fundamentos matemáticos y soluciones que figuran en (La Cierva, 8) y por supuesto aparece la célebre ecuación, que aún hoy día sigue rodeada de anécdotas. Actualmente existe una solución más completa, elegante y sencilla, que puede encontrarse en (López Ruiz, 9).

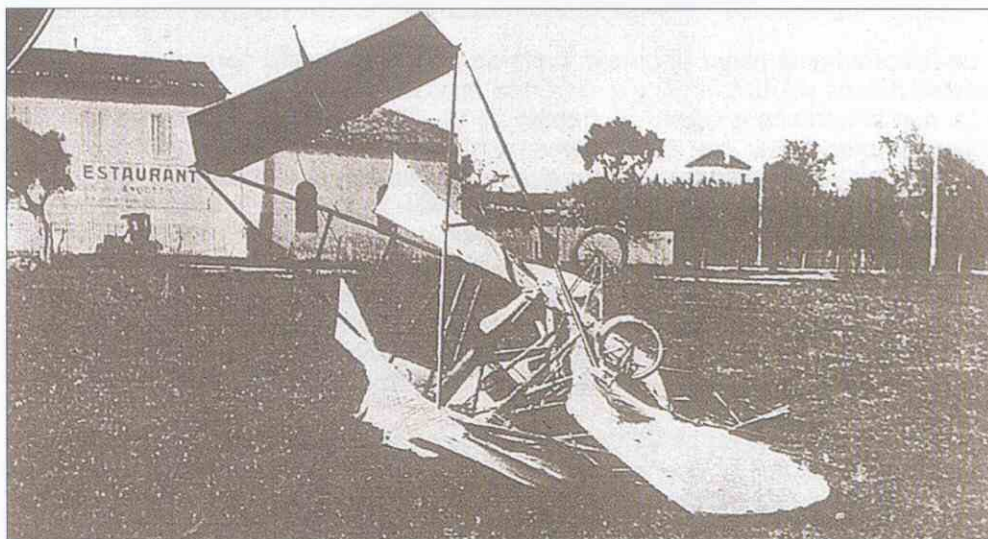
Los vuelos de los modelos del autogiro en 1923 y 1924, convenció a La Cierva que estaba en el buen camino.

El esfuerzo principal lo dedicó La Cierva desde 1923 a perfeccionar las características aerodinámicas y mecánicas del rotor para lo que se realizaron una serie de ensayos en el túnel aerodinámico de Cuatro Vientos que ya hemos comentado, y que dieron resultados muy útiles demostrando que el rotor continuaba girando con todos los ángulos de vuelo de la envolvente de maniobra. (Blanco, 10).





*En la Exposición Aeronáutica de París de 1909, Antonio Fernández y Santillana, natural de Aranjuez, presentó el aeroplano que diseñó, construyó, voló, vendió la patente y se mató con él en un accidente cerca de Niza, en noviembre de 1909. En un recuadro el aviador y una vista de los restos del aeroplano accidentado.*



Un detalle para los técnicos e historiadores es que eligió para las palas el perfil Göttingen 429, perfil simétrico de buen rendimiento y con el centro de presión prácticamente fijo, evitando así deformaciones de torsión en las palas del rotor. Con este perfil realizó los cálculos ya citados. (La Cierva,11)

A partir de 1925 La Cierva se dedicó a demostrar su autogiro por todo el mundo y en 1927 fundó en Inglaterra la empresa "Cierva Autogiro Ltd". En Estados Unidos el ingeniero aeronáutico Heraclio Alfaro desarrolló para la empresa Pitcairn -que había adquirido las patentes del autogiro- un arrancador mecánico del rotor que después evolucionó hacia el autogiro de mando directo, el modelo C-30. Esto último culminó el desarrollo del autogiro dando por resultado un aparato muy maniobrable y de gran perfección técnica. (Blanco, 12)

La temprana muerte del inventor, en un desdichado accidente de aviación, lamentablemente por pérdida de velocidad de un DC-2, en las cercanías de Croydon (Inglaterra), dio al traste a la continuidad de nuevos perfeccionamientos, pero la obra principal estaba terminada.

Queremos terminar esta glosa del autogiro, genial invento del ingeniero de Caminos Juan de la Cierva, poniendo de manifiesto que nació de ideas luminosas pero también por la tenacidad y el método empleado. Fue una tenaz persecución de los problemas y un detenido análisis de cálculos y ensayos los que llevaron a La Cierva al triunfo.

La Cierva no cabe duda, dio un enorme impulso al desarrollo mundial de las aeronaves de alas rotativas. Las ventajas del autogiro siguen siendo evidentes: rotor articulado, extremo que no tenían los helicópteros en 1930; excelente estabilidad en comparación con el helicóptero, tremendamente inestable, y por último una mecánica muy sencilla en comparación con la complejidad del helicóptero, que aún hoy día lo sigue siendo.

Y ahora unos comentarios sobre una empresa española que intervino en el campo de las alas giratorias y nos referimos a la Loring, después AISA, Aeronáutica Industrial. S. A. (Delgado,13)

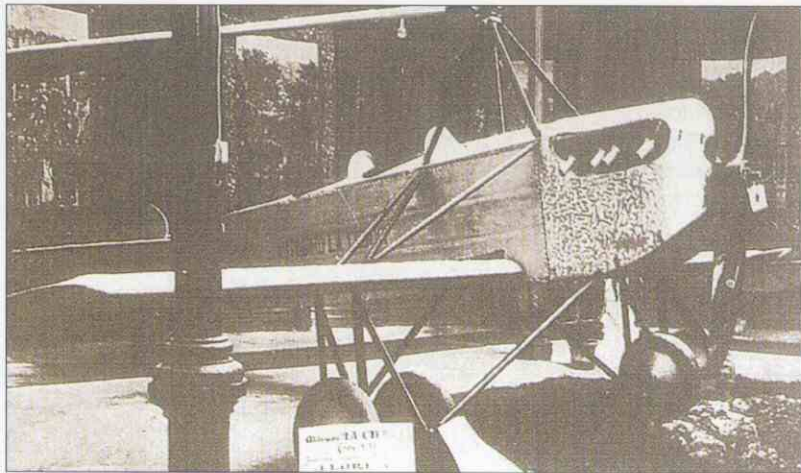
La Cierva -narra Delgado- tenía gran amistad con Jorge Loring el fundador de AISA y había conseguido en 1925 una subvención del gobierno para desarrollar y construir un nuevo autogiro. La Cierva pensó en utilizar elementos de aeroplanos Loring y así lo acordó con Loring naciendo el autogiro Loring C-VII con motor Hispano de 300 CV. Este aparato estuvo expuesto en Madrid en la Exposición Aeronáutica de octubre de 1926.

El C-VII tenía rotor fijo de 4 palas enlazadas por medios elásticos y suspendidas del mástil por unas riostras. El fuselaje era el del biplano T. I Loring. Lo importante de esta aeronave es que La Cierva logró resolver prácticamente el rotor de doble articulación, de arrastre y batimiento.

<sup>11</sup>-La Cierva. Op. cit. Febrero 1966 (10)

<sup>12</sup>-Blanco Pedraza. op. cit. Pág. 21

<sup>13</sup>-Delgado Vallina, J. A. Las aeronaves de ala rotativa de AISA. Aeroplano. nº 14. Pág. 12).

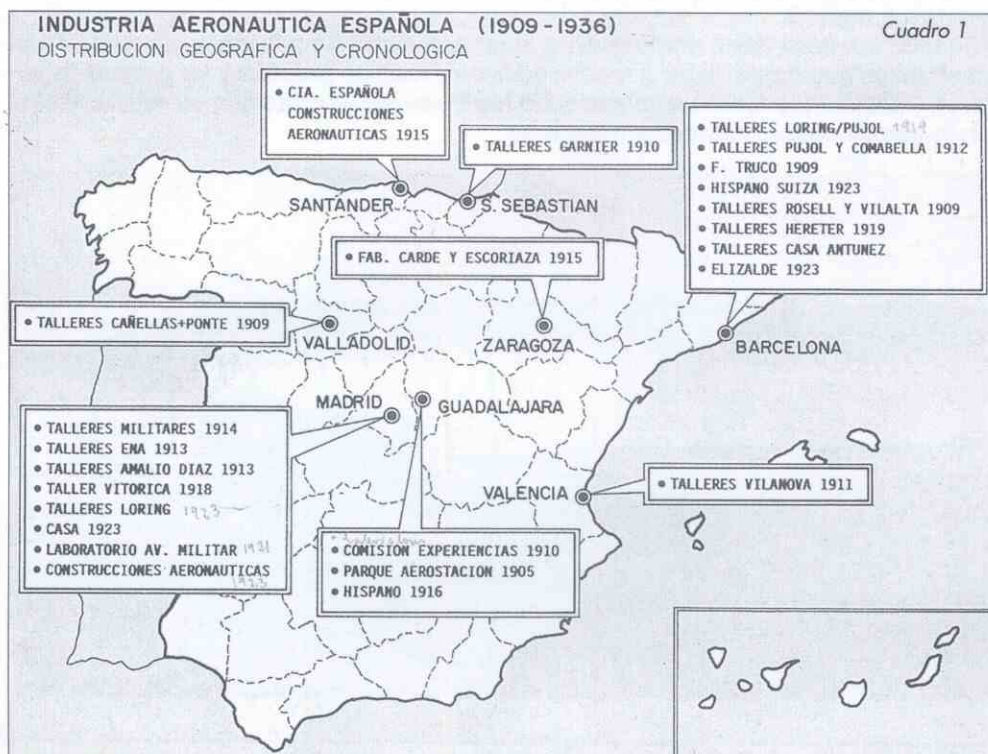


Las dos primeras fotografías de la parte superior de la página anterior nos muestran dos imágenes de los primeros autogiros.

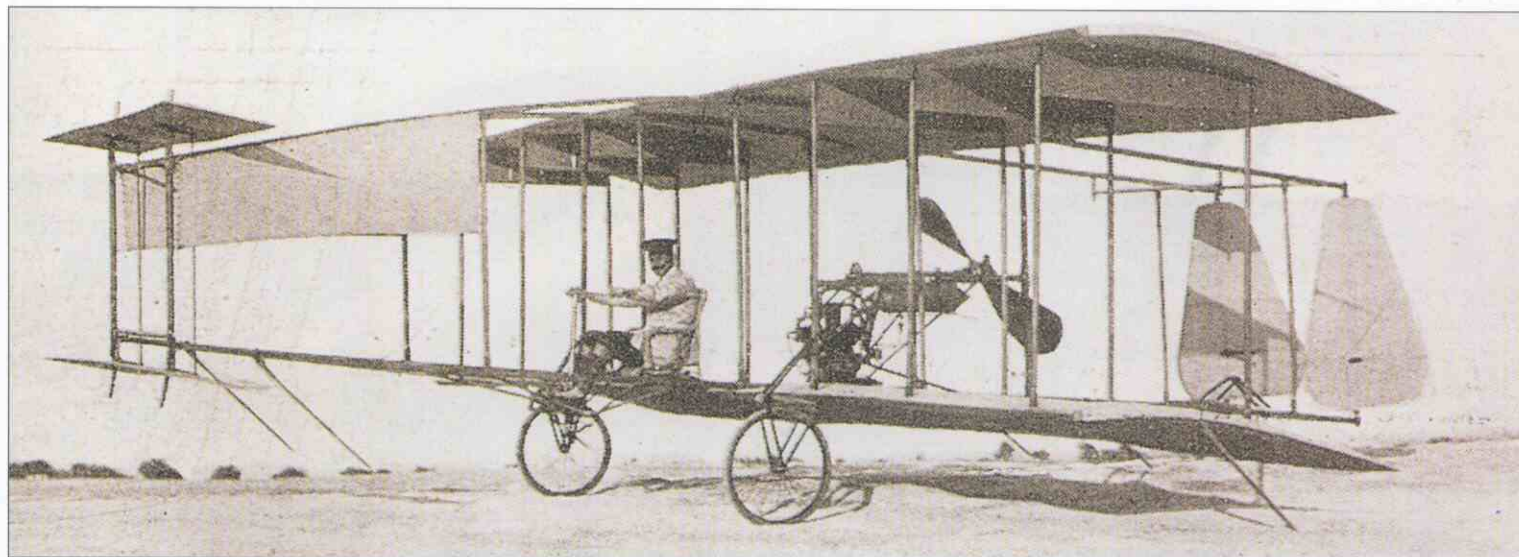
La primera muestra el primer vuelo del modelo C. 4, el 17 de enero de 1923, pilotado por el aviador Gómez Spencer. La segunda el 24 de junio de 1925 en una brillante exhibición del modelo C. 6 mejorado, pilotado por el aviador Loriga. A continuación, autogiro La Cierva-Loring C-VII en la Exposición Aeronáutica de Madrid en 1926. Finalmente, autogiro GN, desarrollado por AISA, delante del cual vemos de izda a dcha, del Campo, ingeniero director del proyecto; Suarez, presidente; Romero, subdirector; Collazo, fabricación y el ingeniero aeronáutico Delgado, director general. La imagen es de julio de 1922.

La colaboración con AISA se plasmó en otro resultado, el desarrollo del autogiro Loring C-XII, en el que se ensayó la "cola de escorpión". Esta cola biplana giratoria, permitía poner en rotación el rotor ya que el chorro de la hélice deflectado por la cola incidía en las palas del rotor y lo lanzaba hasta 80 revoluciones por minuto en menos de un minuto. Esto hizo disminuir la carrera de despegue hasta 100 metros. El primer vuelo del C-XII lo realizó el mismo La Cierva.

Este autogiro realizó el vuelo Madrid-Lisboa con el piloto Luis Rambaud a los mandos en 1929 en 4 horas y regresó, aunque con algunas incidencias menores



Aeroplano diseñado y construido por Gaspar Brunet y Viadera, nacido en Barcelona, que realizó el primer vuelo en España, en Paterna (Valencia) el 5 de septiembre de 1909, fecha dorada de la aviación española.



que dio lugar a un aterrizaje de emergencia en Cáceres. El incidente fue debido a un fallo del rotor por un golpe que recibió una pala en Lisboa.

Terminadas las experiencias con Loring, La Cierva regresó a Inglaterra; sin embargo AISA no abandonó el autogiro y volvió a interesarse por esta aeronave en los años 50. En primer lugar desarrolló un nuevo rotor con palas autopropulsadas por motores estado-reactores situados en las puntas de las mismas. Para este proyecto se creó un departamento especial, pero no siguió adelante pues el Ministerio del Aire perdió interés en el mismo y se abandonó.

En 1957 AISA empezó de nuevo con las alas giratorias para desarrollar los helicópteros AC con la empresa Aerotécnica.

En 1970 en una época que se calificó como la tercera de AISA en su interés por las alas giratorias, se creó un departamento técnico bajo la dirección del prestigioso ingeniero Juan del Campo y comenzó un nuevo proyecto consistente en el diseño y construcción del prototipo de autogiro GN y además otro prototipo de autogiro radio-controlado.

El GN vio la luz el 19 de junio de 1981. En su primer vuelo sufrió un accidente. Al haber cambiado AISA de dueño se canceló el proyecto del GN.

Así terminó la participación de AISA en el dominio de las alas giratorias.

## DISEÑO Y FABRICACION

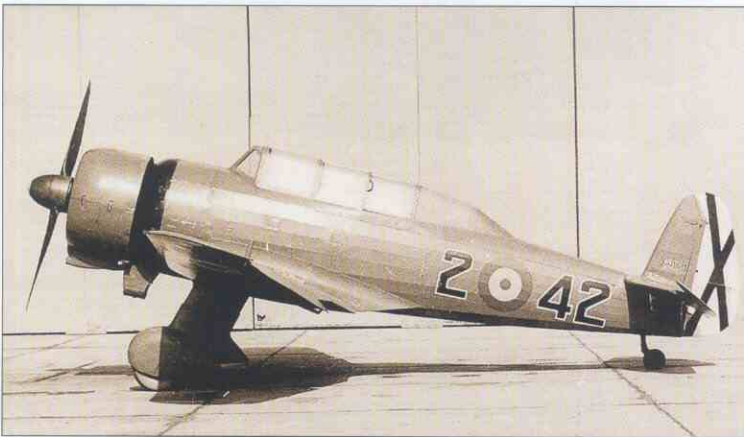
**E**n los primeros años del siglo XX no se disponía de ningún cuerpo de doctrina establecido para diseñar aeroplanos y cualquier aerodino procedía de una labor muy personal. Se diseñaba y construía un aerodino, se transportaba al campo de aviación y se intentaba que volase. Bien es cierto que existían algunas reglas, más bien pocas, y la estabilidad era el campo de batalla donde naufragaban multitud de aeronaves nuevas.

Cuando las aeronaves empezaron a volar con cierta frecuencia cada vuelo traía enseñanzas que daban lugar a modificaciones y nuevas pruebas y ya existían ingenieros y pilotos que fueron estableciendo las leyes del aire, las que se relacionaban con la aerodinámica, motores y materiales.



*A la izquierda, Barrón "Flecha" de 1915, en la parte inferior Barrón-Hispano de 1919. Ambas aeronaves fueron construidas en España.*





*También fueron de fabricación española el Loring III de 1930 (foto superior), el Hispano Aviación HS-42 de 1942, y la AISA-HM-5 (fotografías inferiores).*

No podemos olvidar a un español que se encontraba en París, centro de la aviación mundial, que diseñó, construyó y voló su propio aeroplano, vendió la patente y desgraciadamente perdió la vida en Niza en noviembre de 1909. Nos referimos a Antonio Fernández y Santillana.

Otro personaje digno de admiración fue el ingeniero industrial Gaspar Brunet y Viadera, nacido en Barcelona, que tanta gloria dio a España pues diseñó y construyó el aeroplano Brunet "Valencia" que efectuó el primer vuelo propulsado en Paterna (Valencia) el 5 de septiembre de 1909 a las 4:45 de la tarde. También desarrolló aeroplanos multiplanos en tamden que experimentó en Moncada y escribió un libro titulado "Curso de Aviación" en 1910, considerado el primer tratado formal de la ciencia aeronáutica en España.

Tanto Brunet en 1909, como después Acedo en 1912, ambos ingenieros y constructores de aeroplanos, comentaban casi lo mismo, que había pocos medios para diseñar y calcular un aeroplano, pues aunque existían datos de los experimentos de Eiffel, resultado de sus estudios aerodinámicos, eran muy incompletos. La ciencia aerodinámica estaba en sus comienzos prácticos y había mucho de experimental e intuitivo. Se calculaba cuanto se podía y la intuición jugaba el resto.

A estos precursores siguieron otros y se pueden citar los estudios y diseños realizados por Alfaro, Barrón, La Cierva, Barcala, Díaz, Acedo, Hedilla, Loring ect.. que tanto contribuyeron al desarrollo de la aviación en España.

En este entorno y en los años siguientes se fueron consolidando los conocimientos aeronáuticos, apareciendo numerosos diseños españoles. Un análisis somero



del desarrollo industrial de la aviación en España, nos ha permitido conocer el número de proyectos que dieron lugar a un solo prototipo y los que tuvieron mejor fortuna y llegaron a ser fabricados en serie.

Desde 1912 en que se hicieron los primeros diseños por ingenieros que habían estudiado en Francia, entre los que se citan los cuatro ingenieros industriales becados por el Ministerio de Fomento, Menéndez, de la Peña, Adaro y Granda, y los ingenieros militares destinados en los talleres de Cuatro Vientos se diseñaron entre 1912 y 1952, 67 prototipos (Salas,14), que casi todos volaron.

La causa de no construirlos en serie quizás fuese debido al poco interés por la industria de la aviación en España en las primeras dos decenas del siglo XX y a que los prototipos eran aparatos poco desarrollados y experimentales, que hubiesen necesitado aportes económicos considerables y la industria y el gobierno con la sangría de la guerra de Marruecos, necesitaba aeroplanos probados y que estuviesen en el mercado.

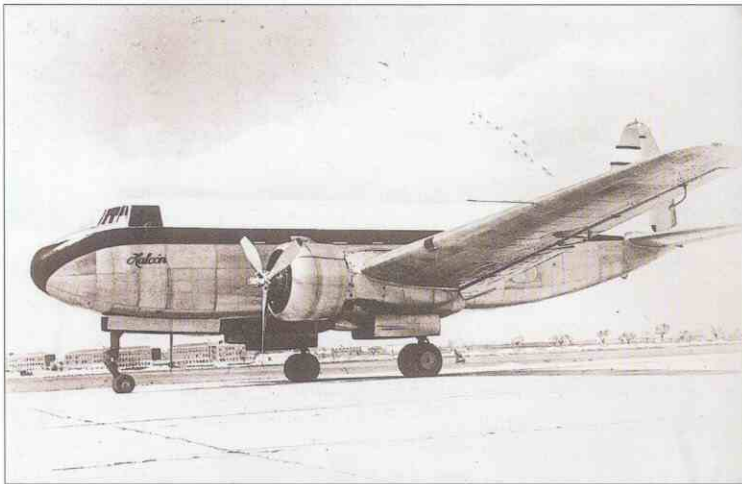
Siguiendo con nuestro análisis, se construyeron 2 unidades de otros 10 prototipos en el periodo de 1928 a 1967 y 3 unidades de un prototipo en 1935.

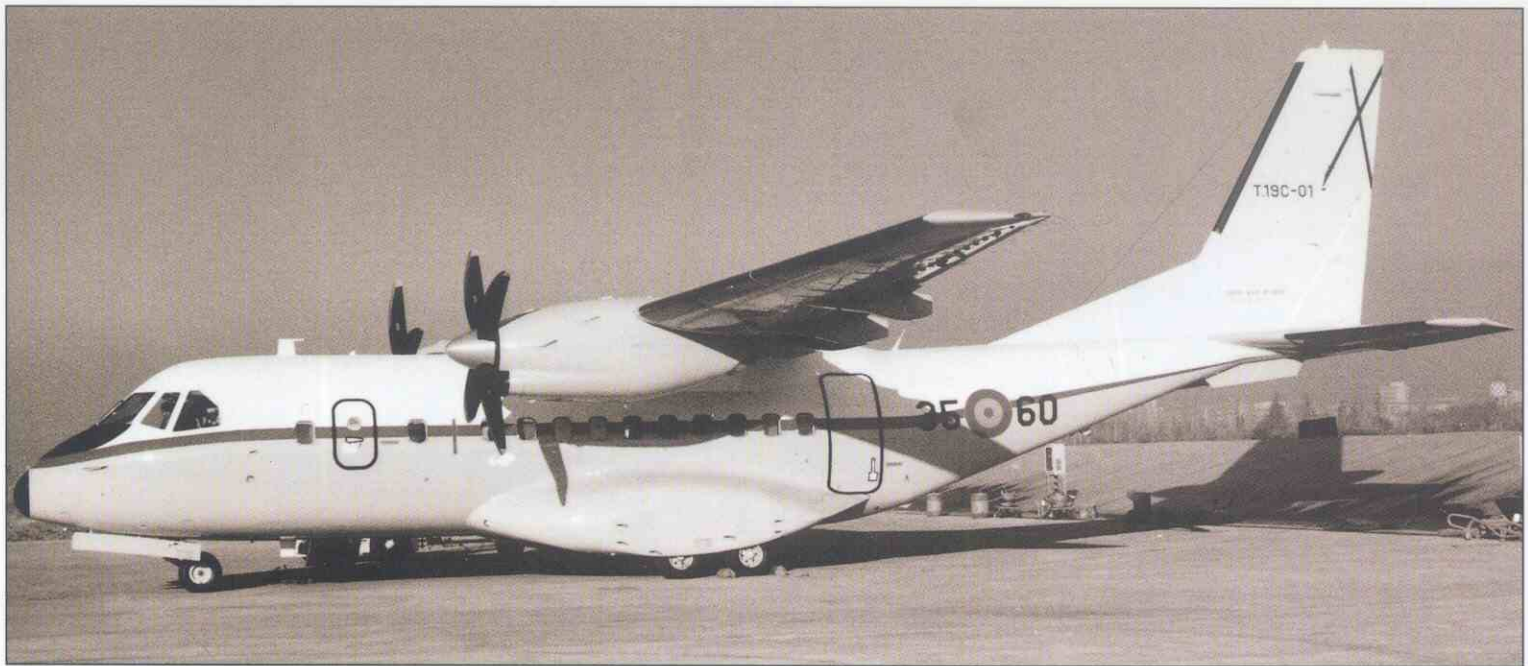
Y por fin analizamos las fabricaciones en serie que comenzaron en 1915, coincidiendo con la primera guerra en Europa y terminamos en nuestro días, 2003. La aportación española, entiendo, que hay que analizarla con relación a las exportaciones realizadas y no solo al mercado interior.

Dos consideraciones antes de seguir en el mundo de las cifras, la primera que el desarrollo de prototipos y las series correspondientes fueron consecuencias de los planes militares y en gran parte a la disposición de licencias extranjeras adquiridas por medio de contratos de adquisiciones de aeronaves como las propiamente nacionales.

<sup>14</sup>-Salas Larrazabal, Jesús. De la Tela al Titanio. Espasa Calpe. Madrid. 1983.

CASA Halcón de 1942, CASA C-212 de 1971 y CASA C-101 de 1977.





Avión CN-235 de 1990.

En segundo lugar se pasó del proyectista individual, prestigioso, con un modesto equipo de colaboradores a las grandes oficinas y departamentos de proyectos que se establecieron en Madrid, Cuatro Vientos, Zaragoza, Barcelona, Sevilla y Cádiz.

Las series construidas en España fueron muy variables, dependiendo de las necesidades de material aeronáutico y de la política industrial aeronáutica del gobierno de turno. Desde 1915 en que se construyó una serie de 12 Farman en Zaragoza, se fabricaron en España unos 4.000 aeroplanos, incluyendo autogiros e hidroaviones hasta el 2003.

Podemos citar que las fabricas que intervinieron fueron desde los talleres militares de Cuatro Vientos, hasta Cardé y Escoriaza de Zaragoza, CECA de Santander, Pujol y Comabella de Barcelona, CASA (Madrid, Sevilla y Cádiz), Loring de Barcelona y Madrid, Hispano de Guadalajara, Talleres Hereter de Barcelona, e Hispano de Sevilla. Mencionaremos también los artífices de todas las fabricaciones individuales y de serie, Brunet, Barrón, Acedo, Alfaro, La Cierva, Barcala, Diaz, Loring, Hedilla, Perojo, Cañete, Bada, Roa, Freuler, Pazó, González-Gil, Servet, Guinea, Trejo, Sousa, Blanco, Bustelo, Larrauri, Fernández Checa, Piterch, Huarte Mendicoa, Del Campo, Rubio, Valle, López Ruiz, etv... poniendo de manifiesto que, por supuesto, la lista no se pretende que sea exhaustiva. En el cuadro 1 se muestra la distribución geográfica y cronológica de la industria aeronáutica española desde 1909 a 1936.

Como final se dan las cifras de producción en el periodo 1939-64. La industria tenía un potencial de 7.300 personas, con CASA en cabeza con 3.600 operarios, según el estudio de (Salas,14) y se realizaron unas inversiones de 9.000 millones de pesetas. La estadística nos ilustra sobre la fabricación de 26 prototipos y 2.600 unidades, más 120 veleros y 20 helicópteros con un total de 2.740. Los prototipos eran el C4K, (Hispano) C202, C207 (CASA), HA100, 200 y 300, HS-42 y 43 (Hispano); 6 versiones de la HM, I-11B e I-115, Do25 y AVD12 los veleros IP2 y Gurrripato-Gil Cacho (AISA) y helicópteros AD12,13, 14 y 21 (AERTECNICA).

En detalle se fabricaron entre 1012 Bücker, He-111, Ju-52 y C201 (CASA); 504 Fiat CR-32, HA 1109,1110, 1112 y HS42 (Hispano); 393 I-11B e I-115 (Iberavia) y 150 Polikarpov.

Asimismo, fueron varias las aeronaves diseñadas en España: Barrón "Flecha"-1915, Barrón-Hispano-1919, AME-VIII-1-1926, Loring III-1930, Hispano-Aviación HS-42-1942, AISA-HM-5-1943, CASA Halcón-1942, CASA Alcotán-1956, CASA C-212-1971, CASA C-101-1977, CN-235-1990.

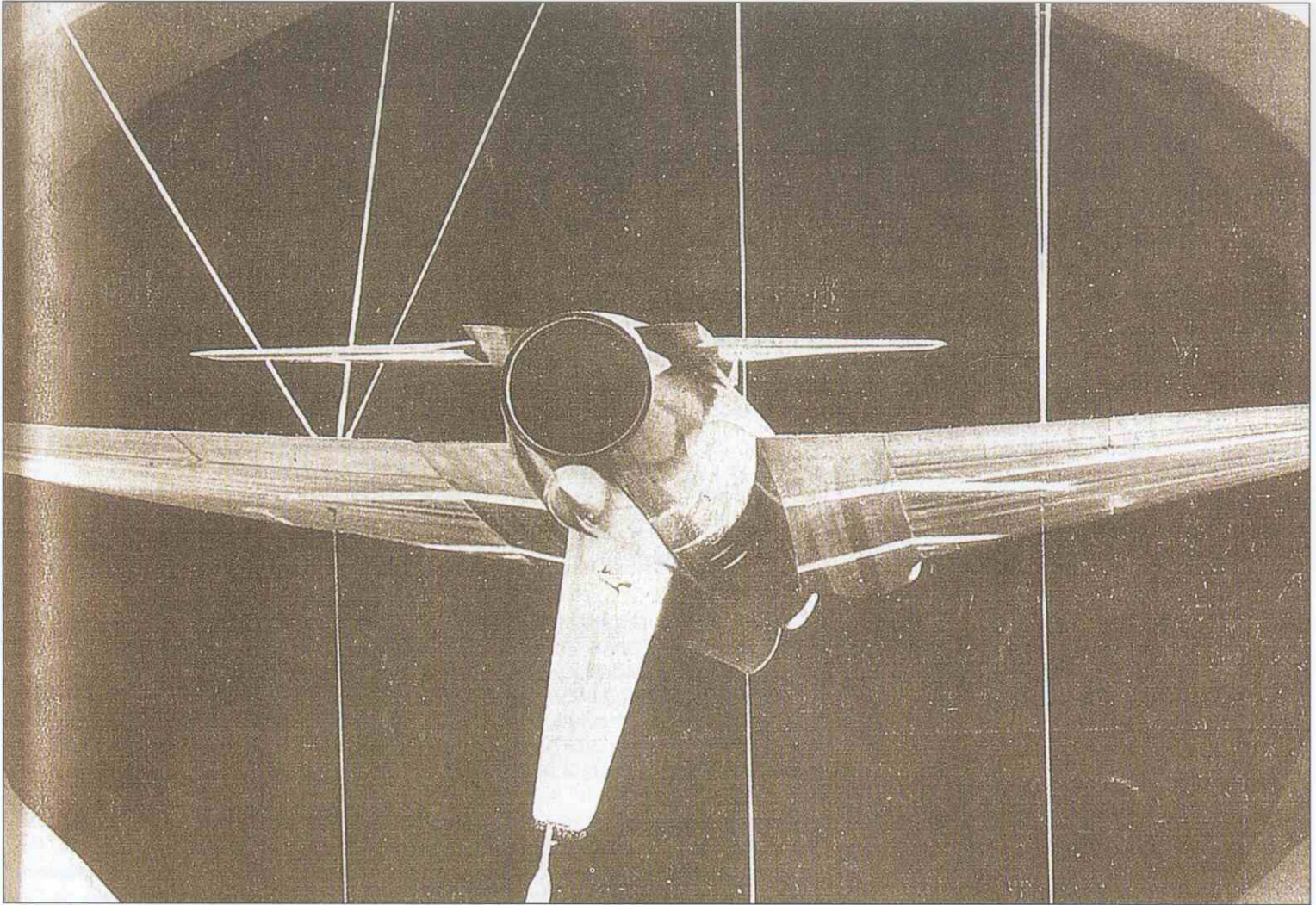
En cuanto a las exportaciones, que como hemos dicho reflejan nuestro potencial industrial y comercial en el mundo pueden citarse:

-La Hispano Aviación logró vender a la República Árabe Unida (Salas, 14) la licencia de fabricación del bimotor SAETA y el proyecto del avión de caza supersónico HA-300. El Gobierno autorizó a la Hispano a vender a Egipto 5 de los 10 SAETAS de preserie.

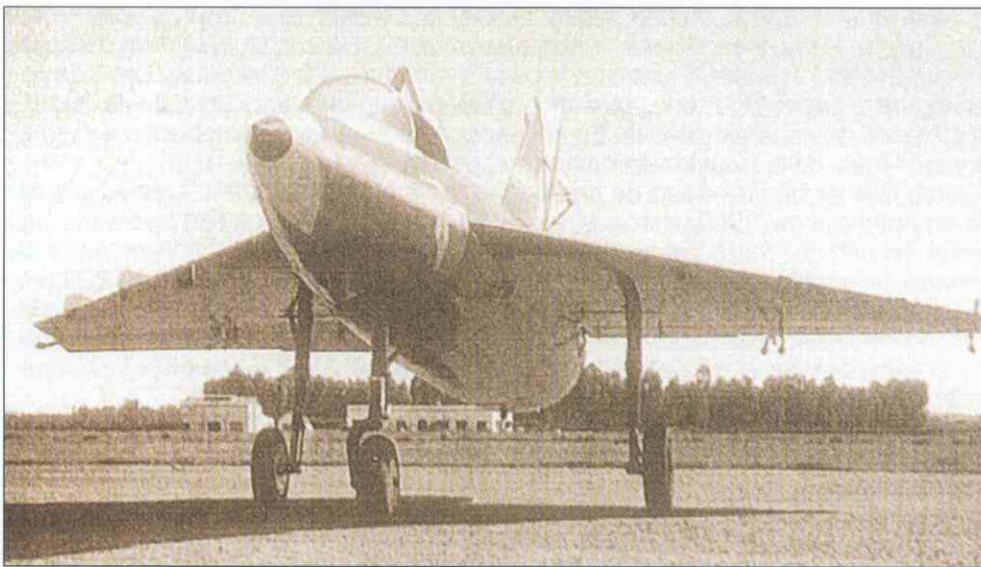
-CASA empieza en 1976 una venta de servicios al exterior, empezando por las revisiones del material de la USAF (1975-1979).

-CASA comienza la construcción de elementos aeronáuticos en 1967, con la participación en el programa Mercure.

-El prototipo del CASA C-212 efectúa su primer vuelo el 26 de marzo de 1971 y la oportuna venta a Portugal de 20 unidades, a la que siguieron a otros países, logró poner en el mercado exterior parte de las 500 unidades fabricadas. Al final de 1979 se habían vendido 153 unidades.



*Maqueta del caza supersónico HA-300 de la Hispano Aviación en el túnel aerodinámico en 25 de junio de 1959 y el avión preparado para las pruebas de remolque en Sevilla también en 1959. Los planos de este avión se vendieron a la República Árabe Unida que construyó dos prototipos que volaron en el Cairo el los años 1964 y 1965.*



-Comienza en 1976 el programa Airbus y los principios de la colaboración europea y con Estados Unidos.

- CASA llega a un acuerdo con Nurtanio (Indonesia) para el desarrollo del transporte CN-235. De este aeroplano se exportaron numerosas unidades

-CASA desarrolla y construye el bimotor de transporte C-295. Ha tenido muy buena acogida en el mercado exterior.

- CASA participará en los programas Airbus A380 y el avión de transporte militar europeo A400M.

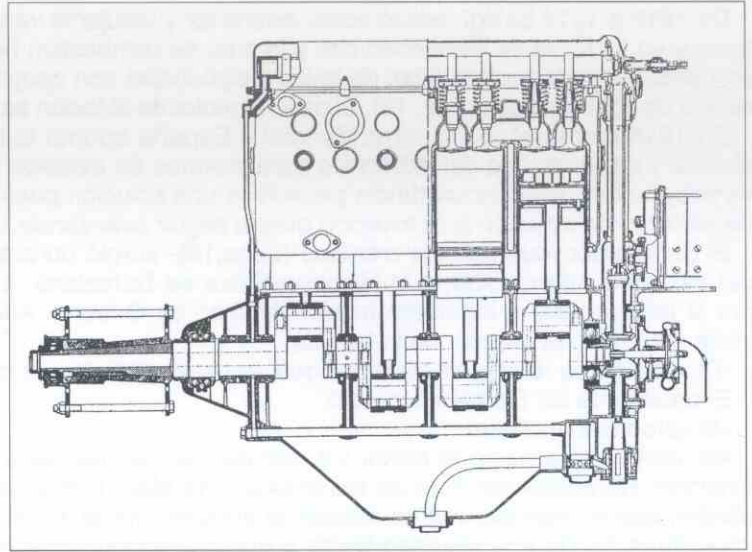
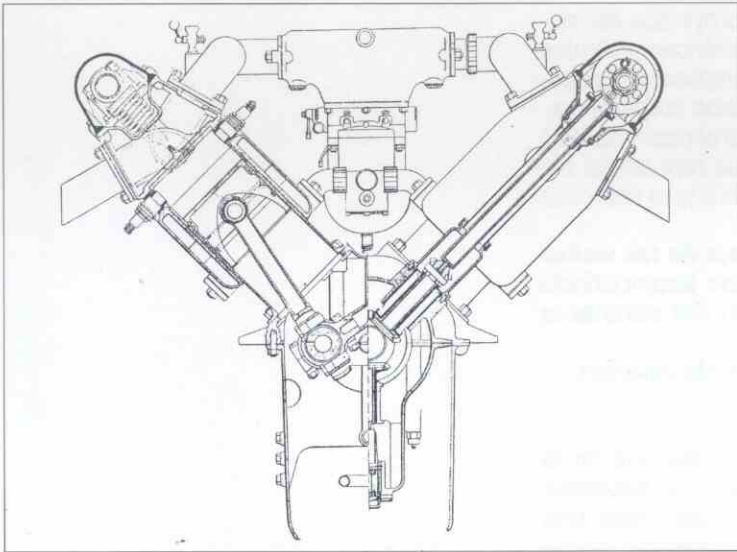
-Nuestra industria aeronáutica participa en el caza europeo.

-Nuestra industria aeronáutica participa en los programas espaciales.

-Otras industrias se benefician de las compensaciones por las adquisiciones de los Mirages y de los F-18.

Así termina este resumen muy somero de la aportación y participación de España en el mundo de la aviación. (Román Arroyo, 15).

<sup>15</sup>-Román Arroyo, J. M., The first 75 years. CASA. SEPI. 1998. Madrid.



Cortes transversal y longitudinal del motor motor V8. El primer ensayo del motor V8, se hizo en julio de 1915 y seguidamente en un aeroplano "Flecha" diseñado por Eduardo Barrón.

Elizalde empezó la fabricación de motores de aviación en 1917



El ensayo del primer motor Lorraine 12Eb fabricado en España tuvo lugar el 8 de marzo de 1926. En la imagen autoridades que asistieron al acto. En el centro el motor en el banco dinamométrico.

### MOTORES

Los antecedentes al desarrollo de los motores en España puede encontrarse en el uso de los motores Anzani, Gnome y otros, principalmente en los campos militar y civil. Así el Anzani de 25 CV de potencia máxima (1600 rpm) fue utilizado por el aeroplano diseñado y construido por el barcelonés Gaspar Brunet y Viadera y que financiado por Juan Olivert y el Ayuntamiento de Valencia, realizó el primer vuelo propulsado en España el 5 de septiembre de 1909 en el campo militar de Paterna.

Los Gnome franceses propulsaron los primeros aeroplanos militares en España en 1911, los Farman. Se adquirió experiencia en el mantenimiento y reparación de dichos motores en los talleres de Madrid y Barcelona, principalmente.

La actividad motorista de aviación en España puede decirse que comenzó en 1904 en Barcelona, donde se fabricaba un automóvil con motor de bencina de la casa E. De la Cuadra.

Con la intervención del ingeniero suizo Marc Birkgigt y bajo nuevos conceptos se fundó la Hispano-Suiza en junio de 1904, con base en la industria anterior, aunque dicho ingeniero no se incorporó a la fábrica de Barcelona hasta agosto de 1909, y se empezó con los motores de explosión que ya los había estudiado y probado Birkgigt desde 1901.

En ese ambiente Brunet diseñaba aeroplanos propulsados por motores Anzani, Loygorri y Mauvais volaban con motores Gnome y Birkgigt diseñaba y probaba nuevos motores en la fábrica Hispano-Suiza.



De 1910 a 1914 Birkigt realizó como diseñador y dibujante varios proyectos de motores y en 1913 ya se fabricaban con cámaras de combustión hemisféricas, válvulas en cabeza mandadas por árbol de levas y cigüeñales con apoyos amplios y con ausencia de contrapesos (Lage, 16). El paso al motor de aviación se estaba preparando.

En 1914 comenzó la I Guerra Mundial y España adoptó la neutralidad y quedó aislada y dependiendo del extranjero para motores de aviación y sus repuestos. No es extraño que esta circunstancia propiciase una solución pues había que disponer de motores de aviación si la aviación quería seguir avanzando.

El catalizador -cuentan las crónicas (Lage,16)- surgió durante una de las visitas del monarca Alfonso XIII, a la Hispano-Suiza de Barcelona. Estaba acompañado por el piloto militar e ingeniero Infante Alfonso de Orleans. Alfonso XIII durante la visita manifestó al director de la fábrica:

-Díce mi primo -el Infante- que por qué no hacen ustedes un motor de aviación.

El presidente Sr. Damián contestó:

-Si ustedes lo mandan.

Así parece que nació el motor V8 uno de los más famosos de la historia de la aviación. Naturalmente fruto de los estudios de Marc Birkigt, aunque no debemos olvidar, que el mandato real lo recogió la aviación militar española, que prestó una importante ayuda a la Hispano-Suiza proporcionándole toda la experiencia, documentación y motores en servicio en la misma, obra muy personal de los ingenieros y pilotos de Cuatro Vientos, liderados por el inigualable Coronel Vives.

Birkigt desarrolló el primer motor de aviación de 150 CV, con carter y bloque de los cilindros en aluminio y válvulas en cabeza movidas por el árbol de levas. Los resultados de las pruebas de homologación para venderlo en Francia fueron tan determinantes que los galos compraron la patente y posteriormente muchos países y se llegaron a fabricar más de 50.000 motores bajo licencia en todo el mundo. Según las crónicas este motor ayudó a los aliados a ganar la guerra.

En España este motor fue probado primeramente en el biplano "Flecha" diseñado por el ingeniero militar Eduardo Barrón y equipó a numerosos aviones entre los años 1915 a 1936, entre ellos a los aeroplanos Breguet y específicamente al "Jesús del Gran Poder" y "Cuatro Vientos" que con sus vuelos de larga distancia tanta gloria dieron a España.

Después de la guerra civil (1936-39), el motor de aviación Hispano 12Z equipó a los aviones Me-109 fabricados en España por la Hispano Aviación de Sevilla en los años cuarenta.

El motor Hispano-Suiza V8, fue una de las más importantes aportaciones de la industria española a la industria mundial de motores, extremo que es de ley poner de manifiesto para orgullo nacional.

La industria de motores en España continuó con los productos desarrollados por Elizalde, la grave crisis del sector, la creación de ENMASA y el nacimiento de ITP.

La fábrica de automóviles creada por Arturo Elizalde en Barcelona en enero de 1909, diseñó sus primeros automóviles en 1912. Siguiendo las necesidades del mercado, en este caso la aeronáutica militar, tuvo su entrada en la aviación en los años veinte. En 1917 fabricó el primer motor de aviación de 8 cilindros en V, refrigerado por agua de 200 CV. A este le siguieron dos proyectos más, pero la terminación de la I Guerra Mundial, dio al traste con la fabricación en serie del motor de aviación T80 que había pasado todas las pruebas de homologación.

En 1923 Elizalde recibió el requerimiento de la aviación militar de dedicarse a fabricar exclusivamente motores de aviación con licencia de la casa Lorraine. Esta actividad fue consecuencia del concurso de aviones militares de 1923 que tanto condicionó el desarrollo propio de aviones españoles.

La casa Lorraine había iniciado en 1922 la fabricación de un motor de 12 cilindros en configuración W, con tres filas de 4 cilindros, cada una, de 450 CV, que equipaba al Breguet XIX, segundo clasificado en el concurso pero elegido para la aviación militar española. Se adquirió la licencia correspondiente del motor y del avión y fue el nacimiento de CASA. (Cuesta, Martín, 17).

El modelo a fabricar con licencia era el 12Eb del que Francia llegó a fabricar más de 8.000 motores. El 8 de marzo de 1926 se probó el primer motor fabricado en España.

Entre Elizalde y ENMASA su sucesora se fabricaron, entre 1926 y 1960, unos 2.600 motores para el mercado nacional.

Elizalde dedicada de lleno a la fabricación de motores empezó la fabricación con proyectos propios. El resultado fue el motor Dragón IX de nueve cilindros en estrella y potencia nominal de 420 CV (Salas,14) ensayado en banco en 1929. Se fabricaron 355 motores que fueron entregados a la aviación militar.

Al llegar la guerra civil, la fabrica quedó en la zona republicana y se dedicó al mantenimiento y reparación de los motores rusos.

Después de la guerra se creó ENMASA, en 1951, a base de Elizalde. Se dedicó a la fabricación de los motores E9c29-750 motor en estrella de 9 cilindros con compresor y 750 CV de potencia. Se llegaron a fabricar 750 motores Beta en sus diferentes versiones y equipó a los aeroplanos Ju-52, C-202 y al HA-100E.

Otro motor que dio gran resultado fue el Tigre en sus dos variantes de 125 y 250 CV. En la Bucker se empezaron a montar en el año 1948 y se construyeron 1.070 hasta el año 1964.

<sup>16</sup>-Lage, Manuel. Hispano SUIZA/Pegaso. Lum-  
weg. Barcelona. 1992. Pág. 45.

<sup>17</sup>-Warleta Carrillo, José. El nacimiento de la avia-  
ción de caza. Aeroplano nº SHYCEA. 1999. Madrid.



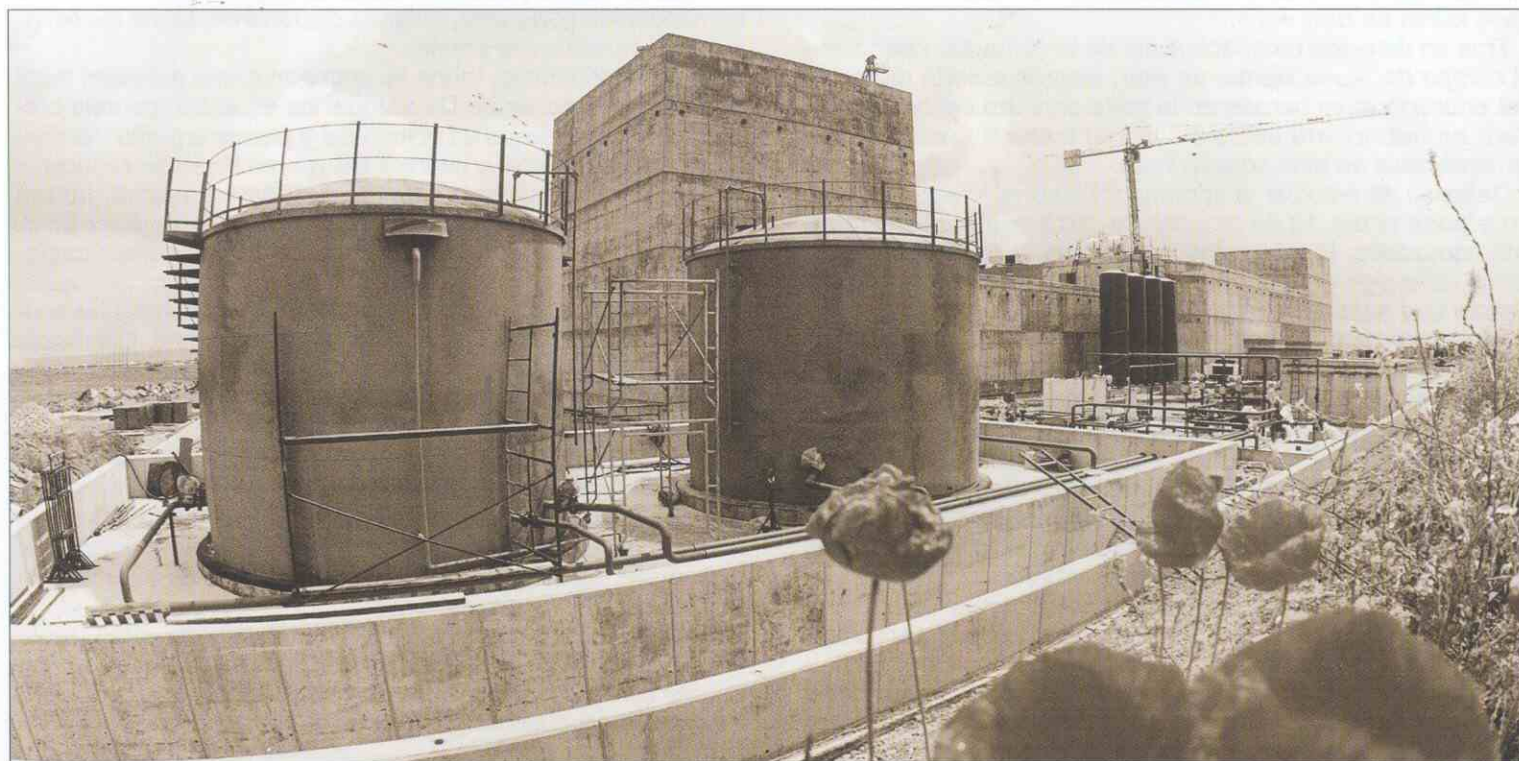
*Turbojet Snecma Atar en rodaje en un banco de pruebas en la factoría de ITP en la localidad madrileña de Ajalvir.*

En el periodo 1939-1964 se fabricaron 2.580 motores y 3.185 hélices (Salas,14)  
La construcción de motores de ENMASA se centró en la fabricación del motor de reacción Marboré II de 400 kilogramos de empuje, licencia Turbomeca, que equiparía a los "Saeta". Posteriormente la empresa se dedicó al mantenimiento y revisión general de motores alternativos y de reacción, actividad que ha continuado hasta nuestros días.

Hubo un intento de fabricar un motor de reacción nacional con el apoyo del Instituto Nacional de Industria en 1955 y el 2 de agosto realizó sus primeras pruebas en banco en el INTA. El motor se designó por INI-11. El proyecto era de la Sección de Estudios Técnicos del INI. Pesaba 600 kilogramos para un empuje de 1.600 kilogramos.

El 11 de enero de 1989 las compañías Rolls-Royce, CASA, SENER y Bazán, firmaron en Bristol (Inglaterra) el acuerdo por el que se creó la Industria de Turbopropulsores S.A. (ITP). Su principal objetivo era participar en la fabricación del motor EJ 2000 para el EFA o Avión de Combate Europeo. Participaría la factoría de Ajalvir. El 6 de junio de 1991 se terminó la construcción del nuevo Centro de Excelencia de ITP en terrenos del Parque Tecnológico de Zamudio (Vizcaya). Las instalaciones comprendían 20.000 metros cuadrados de los 130.000 de la superficie total y se dedica a la fabricación de elementos de alta tecnología de turborreactores aeronáuticos y marinos. La plantilla era de 700 personas. Anexo irá un Laboratorio. En 1995 fue nombrado presidente de ITP Jacobo Valdés Pedrosa, entonces ITP facturaba 16.000 mil millones de pesetas con una plantilla de 700 personas. Uno de sus logros más recientes es el desarrollo de una tobera que vectoriza en dirección vertical (TVN).

En diciembre de 2000 ITP finalizó en su fábrica de Ajalvir el montaje y los ensayos del primer motor EJ2000 de producción que ha trabajado junto con Sener. Era el primero de la serie de 42 motores para el avión de combate europeo. ITP también intervendrá en el desarrollo del motor TP 400 que propulsará al avión de transporte europeo.



*Banco de pruebas de motores del INTA.*

Dentro de la aportación española es necesario citar que el INTA en 1993 puso en funcionamiento el mayor banco de pruebas de motores del mundo con una inversión de 2.500 millones de pesetas. El complejo ocupa 13 mil metros cuadrados en tres edificios. El área de ensayo mide 114 por 14,5 por 14,5 metros. El flujo de aire laminar es de 4.000 kilogramos/segundo. Las celdas de medida pueden registrar 1.900 parámetros. Fue inaugurado por S.M. el Rey el 24 de marzo de 1994.

## EPILOGO

Con la creación del Laboratorio Aerodinámico de Cuatro Vientos, en 1920, el desarrollo del autogiro (1917) y del motor Hispano V8 (1914), seguidos por la concepción de 67 prototipos individuales y la fabricación de unos 4.000 aviones procedentes de 11 proyectos de aeronaves (1915-2003) y la venta al exterior de los aviones fabricados por CASA, C-212, C-101, CN-235 y C-295, no cabe duda que España y los españoles, han aportado su parte en el desarrollo de la aviación. Doctores, científicos, ingenieros y personal de vuelo y tierra y los españoles pertenecientes al mundo de la aviación, pueden sentirse orgullosos de la aportación española y que se ha puesto de manifiesto, solo en las facetas más importantes, en este centenario de la aviación mundial.