

La contribución de Leonardo Torres Quevedo a la historia mundial de la Aeronáutica

FRANCISCO A. GONZÁLEZ REDONDO
Profesor de Historia de la Ciencia en la Universidad Complutense de Madrid
Miembro correspondiente del SHYCEA
Fotografías: Archivo de Amigos de la Cultura Científica
Ilustraciones: José F. Clemente Esquerdo

En un artículo publicado en el número 28 (2010) de *Aeroplano*, presentábamos el panorama de la colaboración de Leonardo Torres Quevedo con los ingenieros militares del Servicio de Aerostación, especialmente con Alfredo Kindelán y Pedro Vives, en torno al desarrollo de su proyecto de dirigible entre 1902 y 1908. Sin embargo, aquellas consideraciones, importantes para conocer una etapa singular de nuestra historia aeronáutica, deben enmarcarse en el conjunto de una obra aeronáutica, la de Torres Quevedo, que, desde sus primeras contribuciones, ha influido en el mundo de la Aerostación durante todo el siglo XX y, lo que aún es más importante, sigue estando vigente en los diseños de los dirigibles actuales del siglo XXI.



Efectivamente, en 1902 Torres Quevedo solicitó la patente en Francia por "Perfectionnements aux aérostats dirigeables"¹. El inventor español había concebido una compleja estructura interior, situada a lo largo de la envuelta del aerostato: una viga funicular de sección triangular constituida por cuerdas, cortinas permeables y cables de metal, quilla y largueros que se "rigidificaban" conjuntamente por la sobrepresión del gas. A esta estructura estaría aneja la barquilla, diseñada para ser emplazada pegada por fuera a la parte inferior de la envolvente.

Este sistema original evolucionó en 1904 hacia un dirigible *autorrígido* basado en una estructura interior triangular construida solamente con elementos no rígidos, determinando una envolvente con una novedosa forma trilobulada.

Después de efectuar los primeros ensayos de su sistema en el Parque de Guadalajara entre 1906 y 1908 (ensayos que analizábamos detalladamente en el mencionado artículo publicado en *Aeroplano*), la patente

fue adquirida por la casa francesa *Astra*, la cual fabricaría más de treinta unidades entre 1911 y 1925: los "Astra-Torres". Además, en el Reino Unido se construirían entre 1915 y 1919 más de sesenta unidades basadas en el diseño de Torres Quevedo de tres series sucesivas: los "Coastal", "Coastal Star" y "North Sea". Finalmente, la también francesa casa Zodiac fabricó otros dos dirigibles autorrígidos trilobulados entre 1931 y 1936, los "V-11" y "V-12".

Sin embargo, el número de soluciones posibles al problema de la navegación aérea mediante dirigibles contenidas en los diseños

torresquevedianos, es decir, el número de sistemas diferentes que se desarrollaron a partir de las ideas contenidas en las sucesivas patentes aeronáuticas presentadas en 1902, 1906, 1911, 1914 y 1929, prácticamente cubrirían más de 100 años en la Aerostación dirigida. Veámoslo todo ello en detalle.

TORRES QUEVEDO Y EL PROBLEMA DE LA NAVEGACIÓN AÉREA, 1902

El ingeniero español Leonardo Torres Quevedo está empezando a ser reconocido mundialmente por sus destacadas contribuciones a la Historia de la Ciencia y la Tecnología. En 1887 patentó en los países más avanzados de Occidente (Alemania, Reino Unido, Francia, Suiza, EE.UU., etc.) el "transbordador", un sistema de teleférico por cables múltiples de tensión constante que se convertiría, tras su apertura al público en San Sebastián en 1907, en el primer teleférico para pasajeros de la historia. Mientras los tecnólogos estaban construyendo máquinas mecánicas para resolver operaciones aritméticas, Torres Quevedo concibió entre 1893 y 1895 máquinas de calcular que resolvían ecuaciones algebraicas (e imprimían las soluciones). En 1896 patentó los "indicadores coordenados", la primera concepción de un navegador urbano y precursor del GPS. En 1902 inventó el primer aparato de mando a distancia de la historia, el "telekino". En 1912 construyó un jugador de ajedrez automático, la primera máquina dotada de "inteligencia artificial". En 1914 publicó los *Ensayos sobre Automática*, la que probablemente sea la obra cumbre de la Historia de la Ciencia española. En 1916 el "Spanish Aerocar" del Parque del río Niágara, en Canadá, se convirtió en el primer teleférico de pasajeros de toda Norteamérica, sobrevolando también territorio de los EE.UU. desde hace más de 90 años sin haber sufrido ningún accidente. En 1920 presentó en París el primer ordenador efectivo de la historia, el "aritmómetro electromecánico". Etc.

Pero en 1901 Torres Quevedo se había embarcado en la búsqueda de la solución de uno de los grandes problemas pendientes que tenía la humanidad al comenzar el siglo XX: el problema de la navegación aérea. En aquellos momentos la Aviación no existía (de hecho, el primer vuelo de los hermanos Wright, planeando a ras de suelo unos metros, no





Leonardo Torres Quevedo con ingenieros aeronáuticos franceses en París.

tendría lugar hasta diciembre de 1903) y no sería una verdadera solución al problema hasta la Primera Guerra Mundial. Las únicas aeronaves efectivas entonces eran los globos y los que acabarían conociéndose como los “dirigibles”: un tipo muy especial de globos que entonces aún precisaban profundos estudios científico-técnicos.

En aquellos momentos existían básicamente dos sistemas de dirigibles: los *rígidos*, contruidos de acuerdo con los diseños del Conde alemán Ferdinand von Zeppelin²; y los no-rígidos o *flexibles*, entre los que destacaban los ensayados por el millonario deportista brasileño Alberto Santos Dumont³. Los primeros tenían una estructura interna rígida de metal, en la que situaban varias células de hidrógeno, y una envuelta de tela que cubría toda la estructura. Tenían una forma estable, pero no se podían plegar ni desinflar, el volumen de los elementos externos suspendidos ofrecía gran resistencia a la marcha y padecían oscilaciones transversales; lo que es peor, en caso de impacto, la catástrofe estaba garantizada. Los segundos tenían una envolvente impermeable sin elementos rígidos que se inflaba con hidrógeno. Podían desarmarse y transportarse con facilidad una vez desinflados, pero dependían de la sobrepresión interior para mantener la forma, y necesitaban tirantes de suspensión emplazados a lo largo de toda la envuelta para que el peso de la barquilla no doblara el dirigible por la mitad. Soportaban ciertos impactos, pero eran inestables.

Un tercer sistema, el *semirrígido*, se construiría al año siguiente: el “Le Jaune” diseñado por Henri Julliot, construido en Francia por Edouard Surcouf para los hermanos Lebaudy. Tenía una quilla metálica plana situada horizontalmente en la base de la envolvente sin ningún elemento interno, de la que colgaba la barquilla, e hizo su vuelo inaugural en 1903.

Como adelantábamos antes, durante la primavera de 1901 Torres Quevedo comienza a concretar sus estudios sobre aerostación y entra en contacto con Edouard Surcouf, ingeniero director de los antiguos talleres aerostáticos de Gabriel Yon en París. Un año más tarde, el 5 de mayo de 1902, D. Leonardo solicitaba la patente en Francia por “Perfectionnements aux aerostats dirigibles”, completada con una “Note

sur le calcul d’un ballon dirigeable a quille et suspentes intérieures”, presentadas ambas a las Academias de Ciencias de París y Madrid⁴.

Conjuntamente, la patente y la Nota proporcionaban un estudio en profundidad de todos los factores implicados en la solución del problema de la navegación aérea, especialmente de todas las fuerzas particulares que afectan la estabilidad de forma y en vuelo, dos verticales (las dos primeras) y dos horizontales (las dos segundas): 1) *A*, la fuerza ascensional; 2) *P*, el peso conjunto de la barquilla, motores, pilotos, combustible, lastre, etc.; 3) *R*, la resistencia del aire que se opone al movimiento; y 4) *F*, el empuje de las hélices menos la resistencia que opone la propia barquilla.

Seguidamente, mostraba cómo las posiciones y cuantías de dichas fuerzas podían causar momentos (pares de fuerzas) que tendieran al vuelco, y cómo su efecto dependía de la velocidad de la aeronave. Complementariamente a su estudio teórico físico-matemático, en estos trabajos ofrecía el diseño de un dirigible semirrígido con una compleja estructura interior, a lo largo de toda la envuelta, que constituyó una verdadera revolución para su tiempo.

Como evolución de la tradicional forma cilíndrica, y con objeto de minimizar las tensiones en las lonas y la subsiguiente permeabilidad de éstas, Torres Quevedo concibió una envuelta trilobulada (es decir, con tres diámetros más pequeños), con tres cables longitudinales (de cuerda) tensados en las intersecciones de cada dos lóbulos. Dentro de la envuelta, y sobre la base de estos tres cables, se emplazaba una estructura longitudinal de sección triangular, constituida por cuerdas, cortinas permeables de lona, cables metálicos y dos largueros también metálicos. Los cables longitudinales y la estructura se rigidificarían conjuntamente por la sobrepresión del gas, de modo que, una vez inflado, el conjunto actuaría como una estructura interna rígida.

También dentro de la envuelta, una quilla metálica plana se emplaza verticalmente en la base, suspendida mediante cables internos de la parte superior de la envuelta. La quilla, junto con la estructura triangular interna, sostendrían la barquilla, que estaba diseñada para ir pegada por fuera a la par-

te inferior de la envolvente sin ningún elemento de suspensión exterior. La resonancia internacional de esta contribución en el mundo aeronáutico fue considerable. Tras el verano, el Informe presentado por Paul Appell desde la Academia de Ciencias de París⁵ se reproducía no sólo en el órgano de expresión del Aero-Club de Francia, la revista *L'Aerophile*⁶, sino también en revistas científicas generalistas como *La Génie Civil*⁷, *Science, Arts et Nature*⁸, *Cosmos*⁹, *Journal des Inventeurs*¹⁰, *La Locomotion Automobile*¹¹, etc. Simultáneamente, se publicaban reseñas en las revistas británicas *Nature*¹², *The Aeronautical Journal*¹³, *Literary Digest*¹⁴, etc. En España, José Echegaray presentaba también su Informe a la Academia de Ciencias de Madrid, publicado después en la Revista de Obras Públicas, concluyendo con la conveniencia de que se ensayase el sistema propuesto tan pronto como fuera posible.

El estudio físico-matemático de la estabilidad en vuelo de los dirigibles introducido en su patente se basaba también en el uso de dos planos de cola triangulares (empennage) situados en la intersección de los lóbulos en la popa. Unos meses más tarde, en una primera Adición a la Patente¹⁵, D. Leonardo incluso aportó un análisis complementario sobre cómo podría cancelarse el par perturbador causado por las fuerzas F y R . La solución teórica avanzada (sin que en esos momentos hubiese realizado aún ningún ensayo práctico) para situaciones en las que el dirigible tuviera que moverse tanto a velocidad uniforme como con aceleración variable, fue la del uso de una boya de estabilización concebida de tal modo que: 1) la resultante de las fuerzas F , R y la resistencia ofrecida por la boya debía pasar por el centro de gravedad del sistema; y 2) la resultante de R y el peso de la boya debían quedar dentro del ángulo formado por la boya y los tirantes de suspensión.

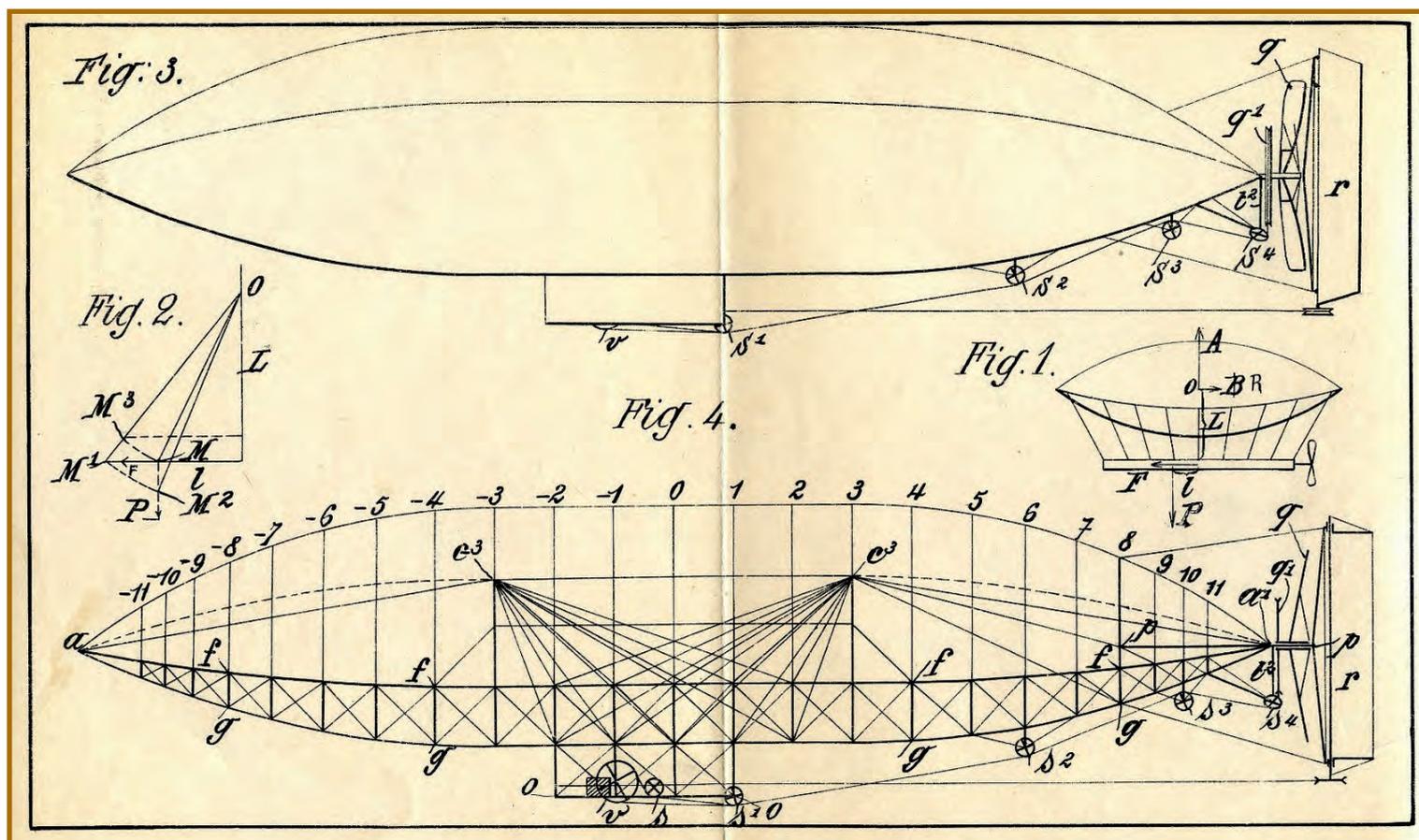
Pero Torres Quevedo, en las investigaciones emprendidas al comenzar el siglo XX, había estudiado todos los posibles

aspectos que podían llevarle a la solución del problema del vuelo. En particular, había concebido un dispositivo para maniobrar a distancia los dirigibles sin poner en riesgo a los pilotos mediante el uso de las ondas hertzianas. Así, el 10 de diciembre de 1902 solicitó una nueva patente en Francia por un "Système dit Télékine pour commander à distance un mouvement mécanique", en suma, su "telekino"¹⁶. Estas pruebas se llevaron a cabo con gran éxito entre 1905 y 1906, pero solamente con barcas y triciclos, pues el aparato no llegó a emplazarse en ningún aerostato. En cualquier caso, en 2007 el *Institute of Electric and Electronic Engineers* de los EE.UU. le concedió un "milestone" (un "hito") a modo de reconocimiento internacional del ingeniero español como inventor del mando a distancia.

HACIA EL DIRIGIBLE AUTORRÍGIDO TRILOBULADO, 1904-1908

El 4 de enero de 1904 la Dirección General de Obras Públicas del Ministerio de Fomento creaba para Torres Quevedo la primera institución civil en España dedicada a resolver el problema de la navegación aérea (y el de la maniobra de dispositivos a distancia), el *Centro de Ensayos de Aeronáutica*: Unos días después, el 27 de enero de 1904, el inventor español presentaba un nuevo trabajo a la Academia de Ciencias de Madrid titulado "Globos atirantados"¹⁷, con la primera evolución concebida a partir del sistema global de 1902. En esta contribución, Torres Quevedo introducía la posibilidad de eliminar todos los elementos rígidos del interior de la estructura (la viga triangular) y la quilla de modo que solamente la presión interior del gas contenido en la envuelta hiciera que el dirigible se "auto-rigidizara".

La recepción de todos estos estudios físico-matemáticos sobre la forma de conseguir la estabilidad en vuelo de los di-



Esquemas de la versión española de la patente francesa de 1902.

rigibles, que proporcionaban novedades bastante revolucionarias frente a las concepciones asumidas por la comunidad científica en aquellos años, provocó entre 1904 y 1905 una controversia científica en la Academie des Sciences de París con una de las mayores autoridades aeronáuticas de la época, el ingeniero militar francés Charles Renard¹⁸. Estas contribuciones escritas, publicadas en las *Comptes Rendus de l'Academie* constituyeron un nuevo reconocimiento internacional de las aportaciones de Torres Quevedo a la Aeronáutica científica¹⁹.

En marzo de 1905 comenzó la construcción del primer modelo de dirigible torresquevediano en el Frontón "Beti-Jai" de Madrid con la colaboración del Capitán de Ingenieros Alfredo Kindelán Duany, Auxiliar Técnico del *Centro de Ensayos de Aeronáutica*. Al mismo tiempo, con la ayuda de un segundo Ingeniero militar, Antonio Peláez-Campomanes y García de Miguel, D. Leonardo emprendía las primeras pruebas de su "telekino" en Madrid, moviendo a distancia un triciclo en la pista del "Beti-Jai" y una barca en la Casa de Campo, y controlando desde el muelle del puerto de Bilbao las maniobras de un bote distante más de dos kilómetros, experimentos que parecían "magia" a los ojos de las multitudes allí reunidas.

A comienzos de junio de 1906, se completaba la unión de la envuelta a la viga funicular (constituida sólo por elementos no-rígidos), y el globo de 640 m³ se inflaba en el *Parque del Real Aero-Club* (el Gasómetro) de Madrid. Una vez comprobado que la forma del aerostato se mantenía estable, el inventor solicitaba una nueva patente el 11 de julio de 1906 por "Un nuevo sistema de globos fusiformes deformables": la viga interior de sección triangular, constituida solamente por cuerdas (tres cables longitudinales, de proa a popa, y triángulos de cuerda perpendiculares a éstos) y cortinas permeables actuaba, una vez inflado el dirigible, como una estructura rígida, determinando al mismo tiempo la forma trilobulada característica del sistema. Sin disponer de ningún larguero ni quilla metálica, la barquilla y los motores se suspendían mediante sólo cordaje interior, con el peso distribuido uniformemente por toda la viga. Se habían dado los primeros pasos del dirigible *autorrigido*.

Por supuesto, Torres Quevedo podía haber mantenido la usual forma cilíndrica en la envuelta combinada con la viga *autorrigida*, pero consideró que siendo trilobulada, además de reducirse las tensiones en las lonas se conseguiría una mayor estabilidad de vuelo, al actuar los lóbulos laterales como "alas". La mejor descripción del sistema, el que denomina tipo "tension-truss" dentro del estudio global de todos los sis-

temas de dirigibles diseñados hasta 1916, puede consultarse en un autor que no suele citarse en la literatura, Ladislav D'Orcy.

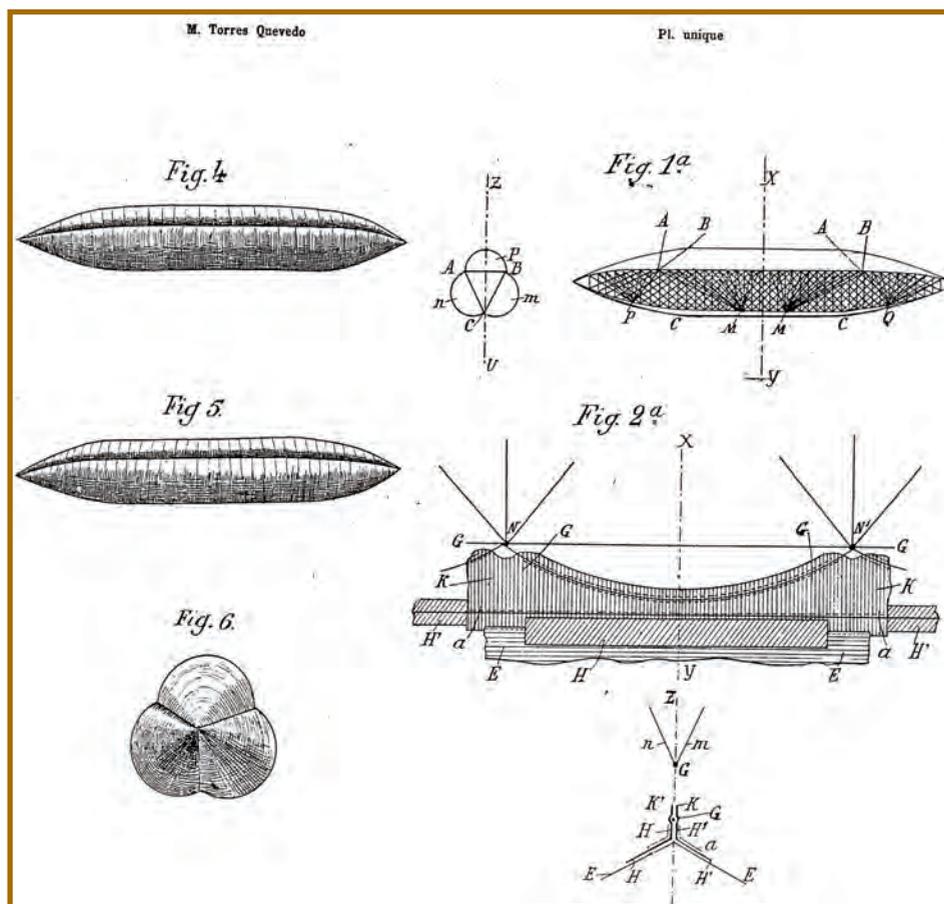
En todo caso, con el permiso de los Ministerios de Fomento y de la Guerra, a finales de julio de 1906 el globo (pues en esos momentos sólo se disponía de la envuelta para el gas, aún sin barquilla, ni motores, ni hélices) se trasladaba al *Polígono de Aerostación Militar* de Guadalajara, donde se construía un barracón de tela para alojar el material y se probaban los motores. En septiembre se realizaban nuevas pruebas de inflado del globo y comenzaba la construcción de la barquilla. Completar los elementos aún necesarios llevaría varios meses más.

En julio de 1907, una vez que, transcurrido un año, podía solicitarse la correspondiente patente del sistema en Francia y el Reino Unido²⁰, el dirigible "Torres Quevedo n° 1" estaba

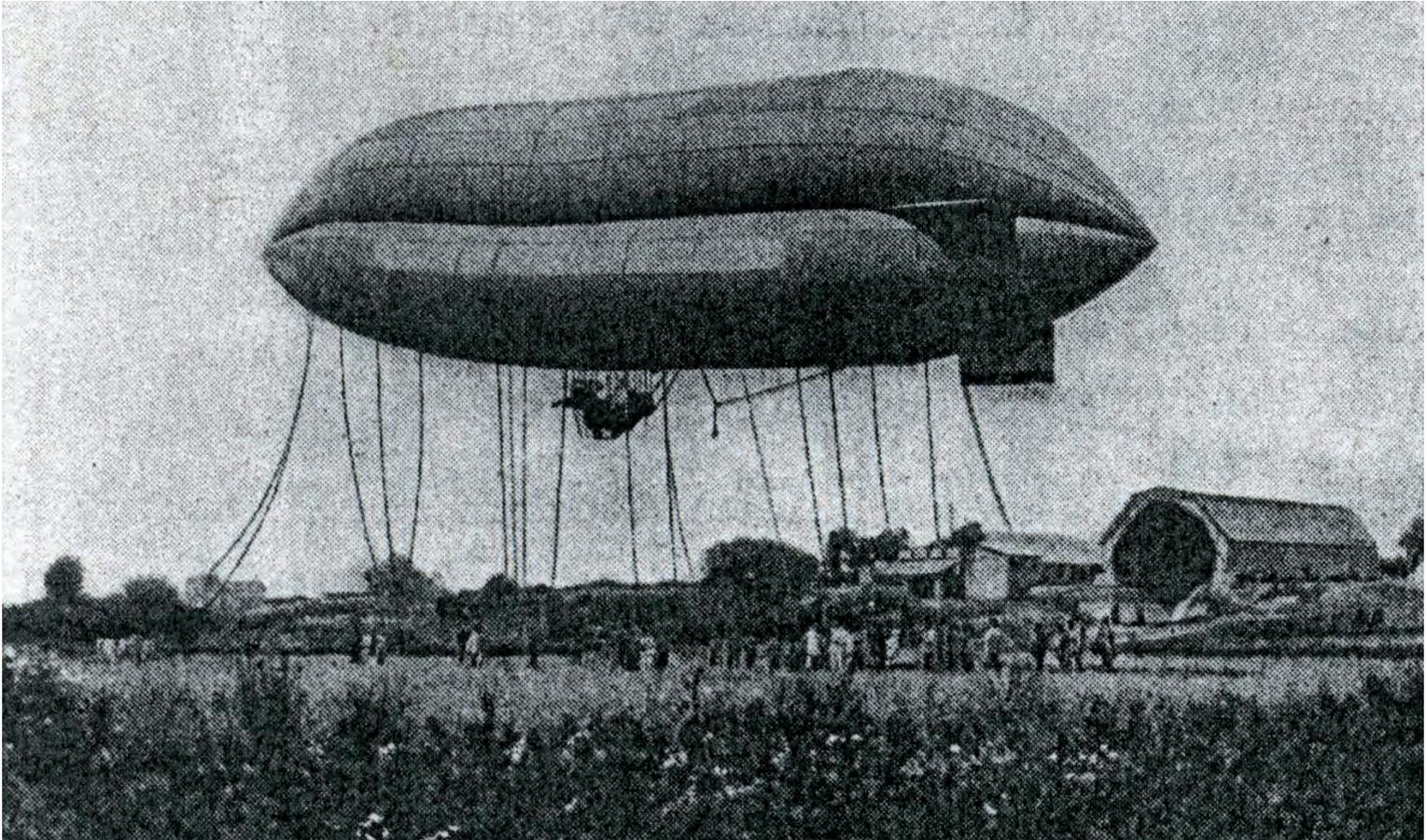
completado, con su barquilla, motores, hélices, válvulas, timones, etc., y podían empezar las primeras pruebas pilotadas. El sistema reunía las ventajas de todos los sistemas precedentes y eliminaba sus principales inconvenientes: el dirigible era flexible (lo que implicaba que podía soportar impactos), era desinflable, transportable, etc., y, al mismo tiempo, la estructura interior se rigidificaba debido a la presión del gas que tensaba la viga interior. D. Leonardo había resuelto el problema de la navegación aérea mediante dirigibles *autorrigidos*.

Sin embargo, tras procederse al inflado

de la unidad en septiembre de ese año, no pudieron estudiarse ni la estabilidad (de forma) ni su estabilidad y dirigibilidad (en vuelo por los posibles pilotos o desde tierra con el "telekino"), por detectarse pérdidas de gas a través de la envuelta (presumiblemente por vulcanización del caucho), por lo que el ensayo tuvo que suspenderse. La única solución posible sería cambiar la envuelta por otra más impermeable conservando la misma viga funicular. Este aumento de peso exigió que el volumen aumentara hasta los 960 m³ para mantener el poder ascensional necesario. El resultado fue que los retrasos se fueran acumulando y las pruebas con el nuevo dirigible, el "Torres Quevedo n° 2", con los motores en marcha y pasajeros en la barquilla (Kindelán, Pedro Vives y el propio inventor, además de otros oficiales del Servicio de Aerostación) no tuvieron lugar hasta el 11 de julio de 1908. Estos ensayos, en los que el sistema cumplió sobradamente con las expectativas de su diseñador, constituyeron un completo éxito, como destacaban las revistas francesas *L'Aerophile*²¹ y *La Nature*²².



Esquemas de la patente francesa del sistema autorrigido.



Las pruebas del "Torres Quevedo nº 2" de 1908 en *La Nature*.

Aunque habían transcurrido seis años desde 1902 (un tiempo demasiado largo para que cualquier novedad tecnológica continuara siendo "de actualidad"), la creación de Torres Quevedo seguía constituyendo un descubrimiento de relevancia internacional, con el que había conseguido los objetivos planteados. En España, la prensa anunciaba las pruebas públicas que debían realizarse en septiembre en presencia del Rey Alfonso XIII. En el extranjero, estas mismas pruebas se esperaban con impaciencia, sobre todo teniendo en cuenta las pocas novedades destacadas que proporcionaban los restantes dirigibles no-rígidos en el resto de Europa (es decir, los "Ville de Paris", "Nulli Secundus", "Parseval" y pocos más). En esos momentos, además, el Conde von Zeppelin sufría la pérdida del "LZ-4", incidente que, por otro lado, se constituyó en el punto de partida, gracias a las donaciones, colectas y loterías que se organizan para financiar su "patriótica" tarea, del éxito de su sistema en Alemania durante tres décadas.

LA COMERCIALIZACIÓN INTERNACIONAL DEL SISTEMA: LA SOCIÉTÉ ASTRA

En agosto de 1908 se produjo el desencuentro de Torres Quevedo con el Servicio de Aerostación, y se vio obligado a abandonar el Parque de Guadalajara. Desde Fomento se le promete que se le facilitará un terreno en La Moncloa (Madrid) para ubicar el material del *Centro* y reemprender las pruebas con nuevo personal, y desde el Congreso de los Diputados se aprueban nuevas dotaciones presupuestarias con que hacer frente a las contingencias. Sin embargo, en enero de 1909 se planteaba un nuevo problema: una explosión en la fábrica de "La Oxhídrica" de Zaragoza (únicos proveedores civiles de hidrógeno en España) impediría cualquier ensayo hasta el verano.

A pesar de todos los problemas, el 20 de febrero de 1909 solicitó una nueva adición a la patente de 1906 por "Mejoras introducidas en la patente principal", donde proponía nuevos elementos para obtener la estabilidad en vuelo a partir de lo que denominó el "timón universal", un globo trilobulado de popa, apéndice de la envolvente, para contribuir a la dirigibilidad. En marzo de ese año entraba a trabajar como nuevo Auxiliar Técnico del *Centro*, el joven Capitán de Ingenieros, aerostero deportista y automovilista José María Samaniego Gonzalo. En todo caso, resultando imposible realizar ensayos en España, en abril se traslada todo el material a un hangar alquilado en Sartrouville, a las afueras de París, a la casa francesa *Astra*, una nueva empresa aeronáutica integrada en el conglomerado industrial del magnate Henry Deutsh de la Meurthe, y constituida sobre la base de los establecimientos de Edouard Surcouf, quien ya conocía los proyectos del inventor español desde 1901.

En octubre de 1909 el "Torres Quevedo nº 2" (al que se le habían hecho algunas mejoras con respecto a los ensayos de Guadalajara), se inflaba de nuevo para efectuar un vuelo por los alrededores de París, pilotado por Georges Cormier y con Samaniego como mecánico. A pesar de algunos pequeños incidentes que restaron brillantez a la prueba, los ingenieros franceses presentes pudieron comprobar las cualidades del sistema torresquevediano, certificadas en el análisis realizado por el Teniente Coronel Georges Espitallier, editor de *La Technique Aéronautique*³. Y, con autorización previa del Ministerio de Fomento concedida el 31 de diciembre de 1909, el 12 de febrero de 1910 el inventor español firmaba un contrato de venta de las patentes francesa e inglesa a la casa *Astra*. El acuerdo contemplaba una "cláusula patriótica", la condición de que el sistema podía desarrollarse en España sin limitaciones, aunque, lamentablemente, esta excepción nunca sería utilizada. Quedaba demostrado que las ideas de Torres Quevedo seguían siendo las más novedosas en el mundo aeronáutico de su época... mientras el contrato



El "Astra-Torres n° 1" sobrevolando el hangar de la casa Astra, 1911.

contemplaba que recibiría 3 francos por cada m³ de dirigible construido.

De hecho la vida ingenieril y científica del *Centro de Ensayos de Aeronáutica* residirá en París entre 1909 y 1912; allí quedará José M^a Samaniego; y allí se desplazará D. Leonardo con frecuencia para seguir la construcción de sus dirigibles... además de para seguir presentando otras creaciones fruto de su privilegiada capacidad inventiva, como su primer "ajedrecista", la primera máquina para jugar al ajedrez de la historia, exhibido en la Sorbona en 1914.

En todo caso, en febrero de 1911 comenzaron en Issy-les-Moulineaux (en las afueras de París, al sudoeste) las series de exitosas pruebas del "Astra Torres n° 1", de 1600 m³ de capacidad, primer dirigible del sistema Torres Quevedo construido en Francia por la casa Astra, toda una apuesta por la invención torresquevediana. Los resultados fueron espectaculares: era más rápido, estable y maniobrable que todos los sistemas precedentes, por lo que se vislumbraba un futuro de fecundas aplicaciones²⁴. En mayo ganaba el Premio Deperdussin al dirigible que recorriera más rápidamente un circuito prefijado de 100 km, el 14 de julio desfilaba en Longchamps con las tropas durante la Fiesta Nacional de la República Francesa²⁵, en septiembre el Ejército francés lo incorporaba a sus maniobras²⁶ y en diciembre, llenando la sala central del Gran Palais se convertía en la estrella del Tercer Salón de la Aeronáutica de París²⁷. El *Centro de Ensayos de Aeronáutica*, por fin (en París), había resuelto el problema de la navegación aérea. El sistema ideado diez años antes por Torres Quevedo demostraba ser el mejor medio de locomoción aérea del mundo en 1911, cuando aún seguían sin existir

los aviones y los primeros -y muy primitivos- aeroplanos seguían encadenando accidentes. A título personal, Torres Quevedo lograba un impresionante éxito y se consagraba como el mejor ingeniero aeronáutico del mundo al comenzar la segunda década del siglo XX.

A partir de esos momentos comenzaba la etapa de explotación comercial de la invención. Así, en mayo de 1911, el magnate del petróleo Henry Deutsch de la Meurthe encargaba el estudio del "Astra-Torres n° 2", de 3.400 m³, a modo de "yate privado" y para su utilización en su empresa de viajeros en Francia y Suiza, la *Compagnie Générale Transaérienne*. Y, poco tiempo después, en 1912, la casa Astra recibía el encargo del Almirantazgo inglés del "Astra-Torres XIV", de 8.000 m³ de capacidad, mientras comenzaban a proyectar

para el Ejército francés el "Astra-Torres XV" (rebautizado después "Pilatre de Rozier"), de 23.000 m³, con dimensiones análogas a los "Zeppelin" alemanes del momento y diseñado para alcanzar velocidades próximas a los 100 Km/h.

La entrega del "Astra-Torres XIV" (el "HMA no. 3" para el Royal Naval Air Service, RNAS) en el verano de 1913 supuso, precisamente, la consagración internacional del sistema, al batir esta unidad el record mundial de velocidad de un dirigible con 83,2 km/h registrados durante los ensayos de recepción, velocidad que llegó a ser de 124 km/h con el viento soplando a favor²⁸. Los encargos continuaron sucediéndose, y, a los pocos meses, la RNAS recibiría el "Astra-Torres XVII" ("HMA no. 10"), de 11.327 m³, y el "Astra-Torres XIX" ("HMA no. 8"), de 3960 m³, el antiguo "Astra-Torres n° 2" alargado.

En Francia, donde se estaban invirtiendo enormes cantidades de dinero en la



El record mundial de velocidad del "Astra-Torres XIV en L'Aerophile.

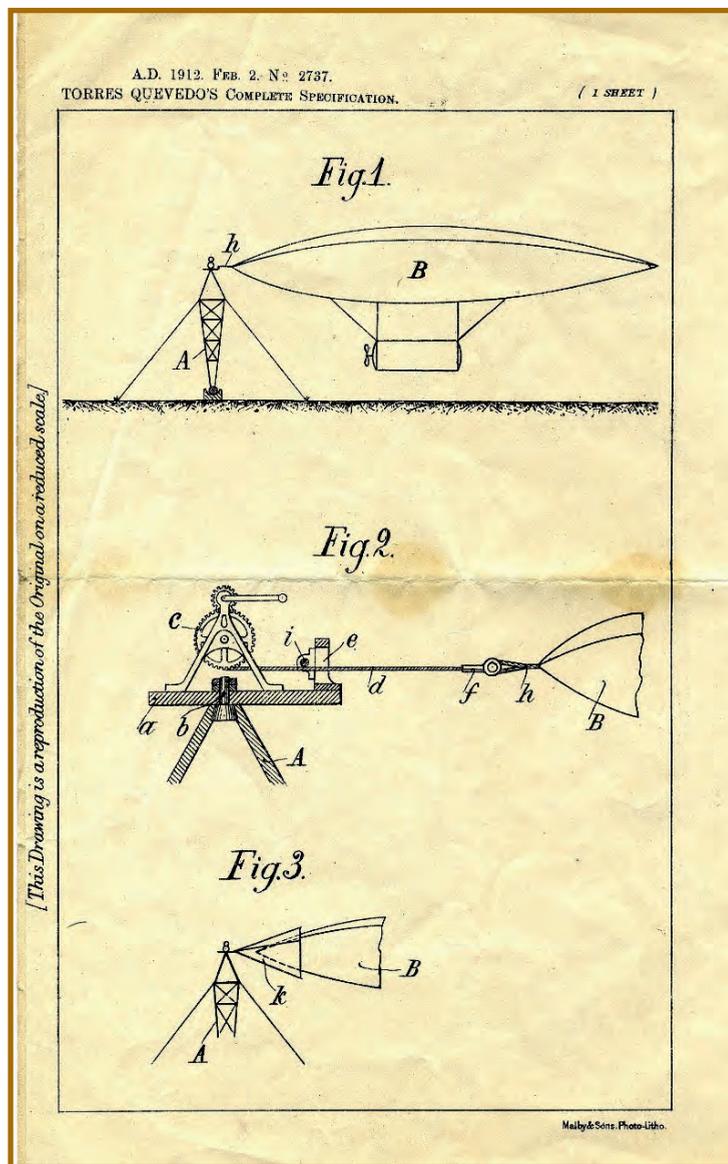
investigación aeronáutica, sobre todo con vistas a disponer de la anhelada (y, entonces, aún primitiva) Aviación, los “Lebaudy” semirrígidos ya hacía tiempo que habían dejado de constituir la “actualidad”, mientras el panorama de los clásicos “Clement-Bayard” y “Zodiac”, muy perfeccionados, se veía completado con los que la propia Armada francesa comenzaría a fabricar, los “Chalais Meudon”, que recibirían el nombre del establecimiento militar donde se fabricaban.

En esos años, en la Alemania prebélica se estaba dando un empuje extraordinario a los “Zeppelin” (también a los “Siemens-Schukert” rígidos), cada vez de mayor tamaño y más perfeccionados, que supondrían, si no un arma de guerra efectiva, sí un elemento propagandístico impresionante del poderío militar germánico. En todo caso este desarrollo apartaba –en cierta manera– a los “Parseval” alemanes, análogos a los flexibles franceses y menos susceptibles de accidentes que los rígidos.

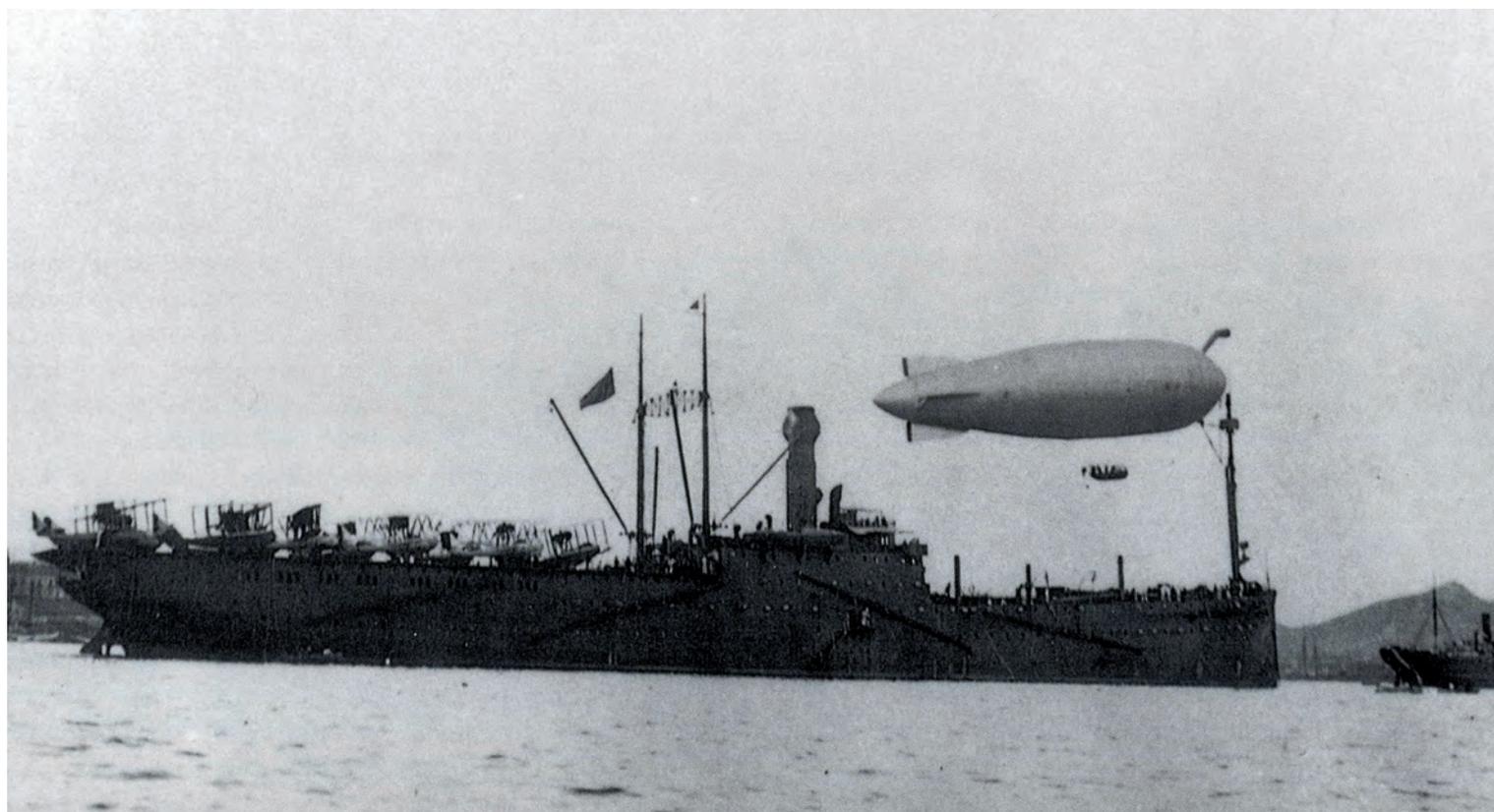
Por otro lado, en el Reino Unido, tras adquirir y probar dirigibles tipo “Lebaudy” (el “Morning Post”), “Clement-Bayard”, “Parseval”, “Astra-Torres” y “Forliani” (además de fabricar y ensayar flexibles como los “Willows” o los “Baby”), y mientras se empeñaban en gastar millones de libras financiando los fracasados ensayos de la empresa *Vickers* con dirigibles rígidos (basados en los “Zeppelin” alemanes de la época), terminarían optando por los dirigibles *autorrígidos* del sistema Torres Quevedo que estaban empezando a ensayar.

**NUEVAS INVENCIONES
AERONÁUTICAS: EL “POSTE DE AMARRE”, EL
“COBERTIZO
GIRATORIO” Y EL “BUQUE
CAMPAMENTO”**

Cuando las pruebas del “Astra-Torres nº 1” iban a comenzar en París, nuestro ilustre sabio iba a sorprender a la comunidad científica con otra novedad singular. Efectivamente, el 2 de febrero de 1911 solicitaba en Bélgica privilegio de



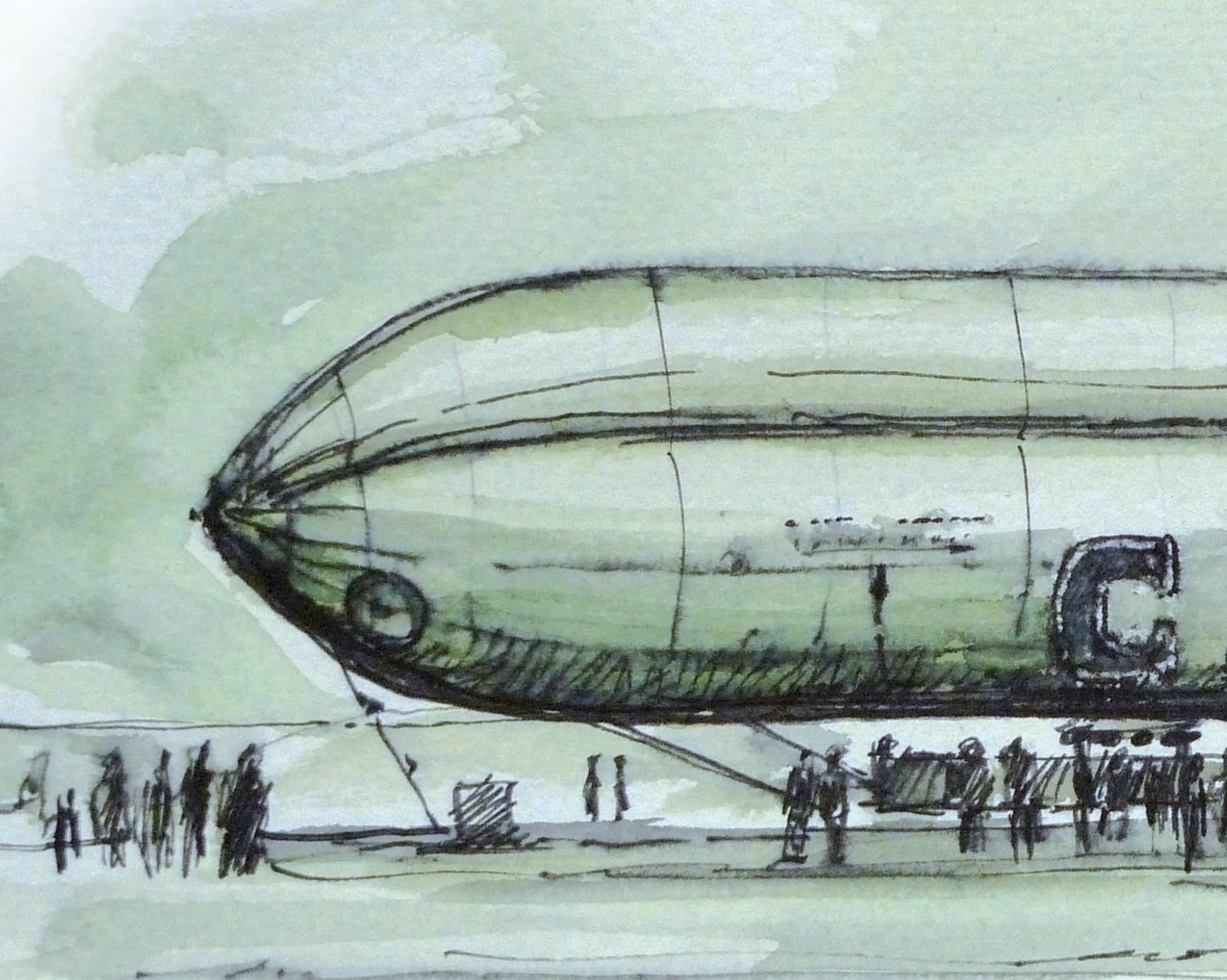
Esquemas de la patente inglesa del “poste de amarre”.



El porta-aeronaves “Dédalo” con hidroaviones y un dirigible SCA.

invención por "Moyens de campement pour Ballons dirigeables". En síntesis, la nueva creación consistía en un poste de amarre con cabezal superior pivotante diseñado especialmente para anclar al aire libre los dirigibles autorregidos de su sistema, puesto que en las intersecciones longitudinales de los lóbulos se emplazaban –respectivamente– tres cables que terminaban confluyendo en la punta de proa por la que se ataba el dirigible, distribuyendo las tensiones a lo largo de todo él. Además el aerostato podía girar alrededor del eje del poste por la acción del viento auto-orientándose, es decir, presentando siempre la menor resistencia. El éxito del nuevo invento, patentado el 2 de febrero de 1912 en Francia y el Reino Unido²⁹, sería total y, problemas de prioridad aparte (que los hubo), se convertiría en el sistema de amarre usual para los dirigibles de todos los tipos, incluidos los "Zeppelins" de los años treinta... y el sistema que utilizan hoy en día, bien entrado el siglo XXI, todos los dirigibles flexibles operativos.

Pero el sabio español quiso ofrecer soluciones a todos los problemas relacionados con la navegación aérea mediante dirigibles. Entre ellos no era el menor el de las maniobras de entrada y salida de las aeronaves de sus hangares, procesos en los que se podía golpear con las puertas y paredes, como sucederían en tantas ocasiones con numerosos dirigibles. Para solventar el tema, en la primavera de 1911 Torres Quevedo comenzaba las gestiones para la construcción y ensayo (que en este caso no patentará) de un "Cobertizo giratorio" para dirigibles que: 1) como en el caso de las aeronaves torresquevedianas construidas, estaría formado por elementos flexibles y adquiriría su forma –se autorigidizaría– al inyectarle aire a presión (en este caso no haría falta hidrógeno); y 2) sería giratorio con la mera acción del viento, facilitando la entrada de las aeronaves, que siempre quedarían orientadas (conjuntamente con el cobertizo) en la dirección conveniente. Estando constituido el cobertizo solamente por lonas inflables, como los dirigibles, y pudiendo ambos auto-orientarse



conjuntamente, se eliminaba una parte apreciable de las posibilidades de accidente. Con esta nueva invención D. Leonardo se convertía también en precursor de la Arquitectura inflable.

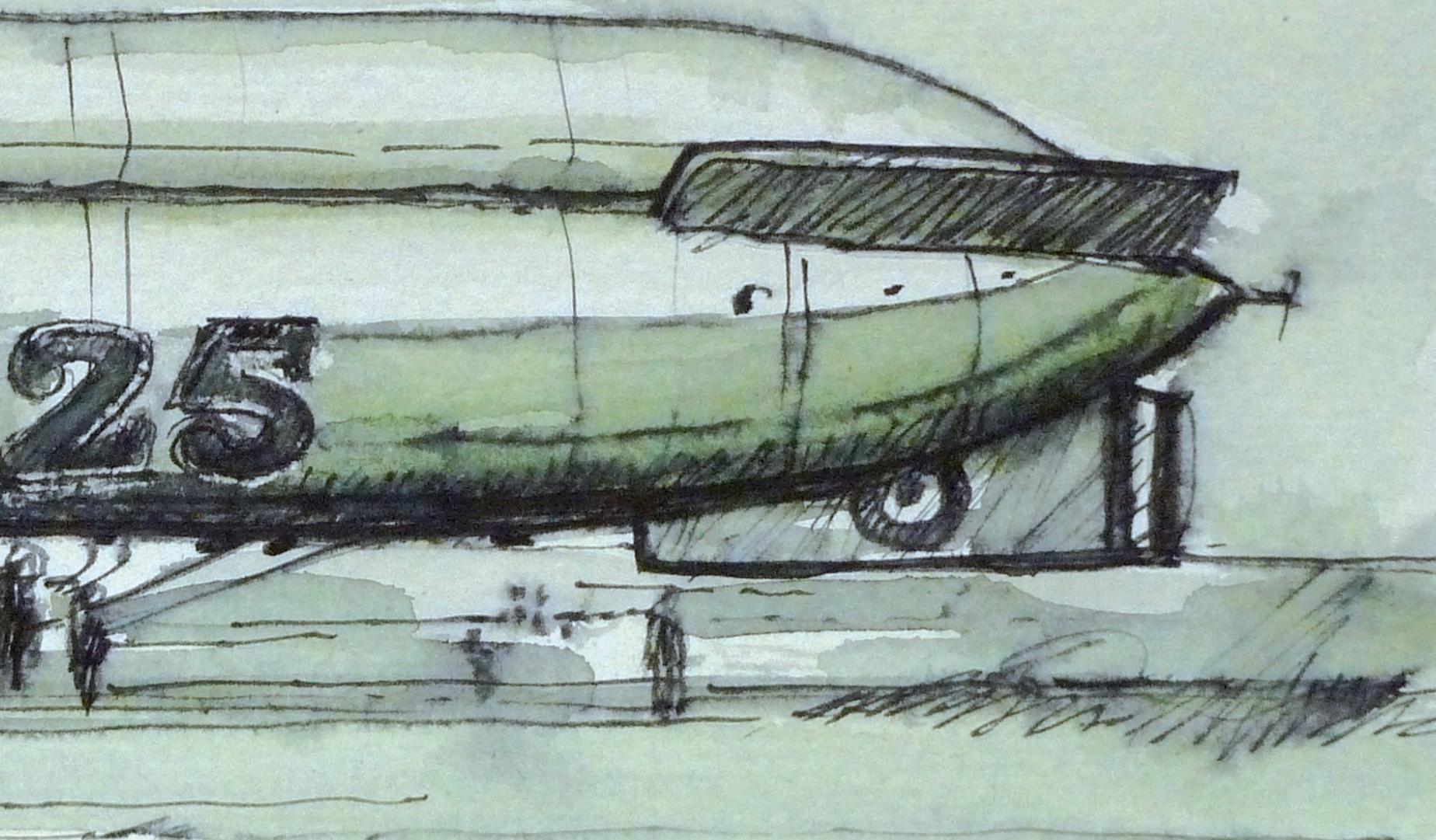
Complementariamente, el 19 de mayo de 1914 Torres Quevedo patentó también en Bélgica un "Método y Aparato mejorados para facilitar el aterrizaje de los dirigibles y su recogida en el hangar", un vagón portante del dirigible adaptado para moverse en y desde un carril circular. En este caso sería el vagón portante y no el hangar el que giraría y se podría alinear enlazando con otro carril fijo que llegaba hasta el interior del cobertizo. Como en las invenciones precedentes, al año de haber presentado la patente en Bélgica, hizo la correspondiente solicitud en Francia y en el Reino Unido³⁰.

Con estas novedades no terminaba el desarrollo de las potencialidades del ingenio aeronáutico de Torres Quevedo. Así, con fecha 30 de julio de 1913, en unos momentos en los que se avizoraba el estallido de la Primera Guerra Mundial y

los ejércitos se preparaban para la contienda, presentaba en España y el Reino Unido la Memoria Descriptiva "Un nuevo tipo de buque denominado 'buque campamento'" en solicitud de patente de invención, que se concedía con fecha 12 de diciembre de 1913. Nuestro inventor había concebido, en síntesis, un porta-dirigibles del sistema "Astra-Torres", con poste de amarre y bodega para alojar hasta dos unidades infladas, cilindros de hidrógeno, etc. De nuevo, se demostraría que estaba muy por delante de su tiempo pues en ninguna nación, ni siquiera los británicos, habían pensado aún en cómo combinar la aeronáutica con sus Armadas.

En efecto, para el desarrollo de su invención Torres Quevedo entró en contacto con la empresa británica *Vickers Ltd.* quienes, después de un detallado análisis de la memoria y los planos enviados por nuestro ingeniero, el 6 de noviembre de 1913 respondían: "Indudablemente el método para lanzar y recoger los dirigibles cumpliría sus propósitos y, a la luz de la experiencia del inventor, probablemente sea el mejor siste-

*Dirigible torresquevediano británico
Coastal "C-25".*



ma que puede concebirse hoy en día”. Pero concluían su informe: “Pensamos que nunca existirá demanda para un navío de este tipo”³¹.

Realmente, aunque la Royal Navy nunca construyó un porta-dirigibles, durante la Gran Guerra emprendieron ensayos dirigibles del tipo “Coastal” amarrados mediante postes como los patentados por Torres Quevedo situados en las cubiertas de los cruceros “HMS Carysfoot” y “HMS Canterbury”, como haría algunos años después la U. S. Navy amarrando el dirigible rígido “Shenandoah” al buque auxiliar “Patoka”. Por otro lado, aunque el “buque-campamento” no llegaría a materializarse en aquellos años, en él sí se basó la Armada española (sin que, sorprendentemente, en ningún lugar se haga constar el débito) para construir en 1922, casi diez años más tarde, el que sería primer porta-aeronaves español, el primer “Dédalo”, que nunca llevaría a bordo dirigibles torresquevedianos, sino unidades de los modelos italianos “O” y “SCA”, que tomarían parte en el desembarco de Alhucemas de 1925 durante la Guerra de Marruecos.

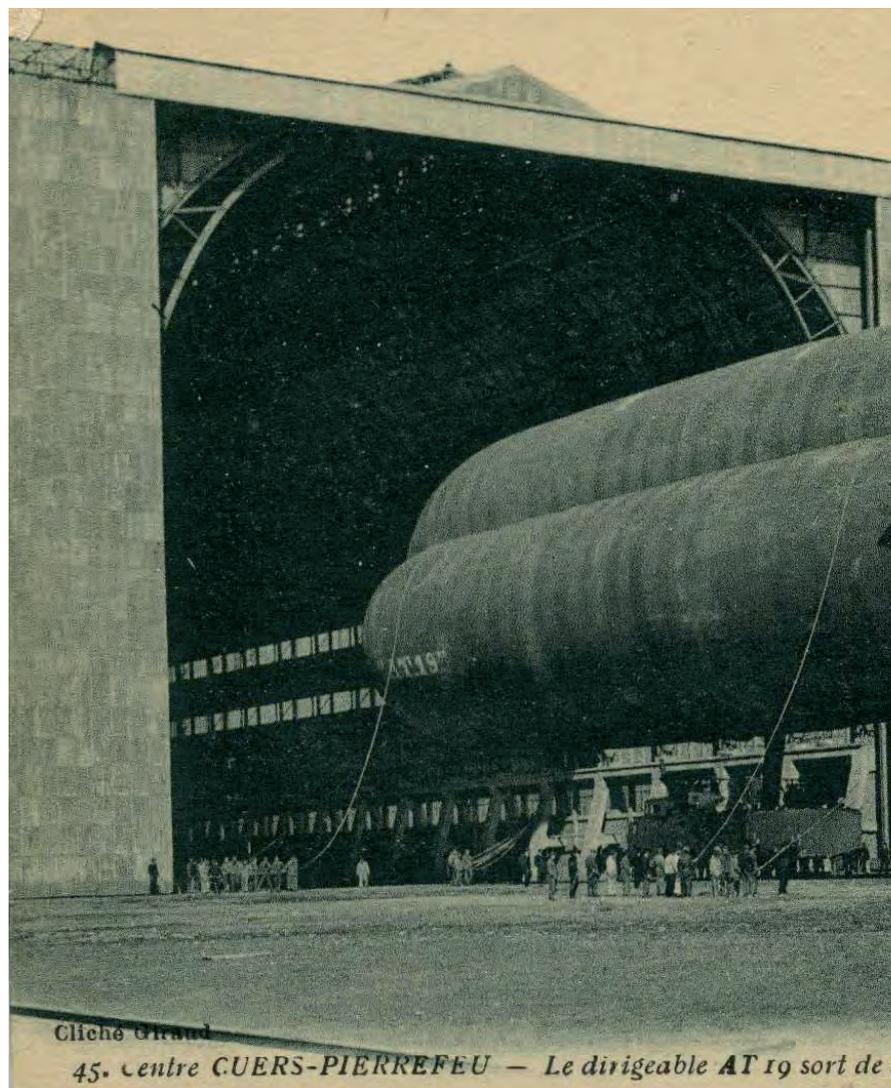
El 2 de marzo de 1914 (recién publicada su obra histórica, los *Ensayos sobre Automática*), como consecuencia de sus meditaciones sobre el desarrollo de los dirigibles hasta la fecha, Torres Quevedo solicitaba una nueva patente de invención por “Globos fusiformes deformables”, que se expedía el 27 de mayo de 1914, y “se refiere a un nuevo tipo de dirigibles, que presenta todas las ventajas de los rígidos y evita ó aminora sus principales inconvenientes”. Realmente, y como veremos más adelante, habría constituido un nuevo sistema (que no llegó a construirse) de dirigible *semirrigido* de volumen variable destinado a países (como México) que necesitaban modelos para operar en unas condiciones de temperatura y presión muy particulares.

LOS DIRIGIBLES AUTORRÍGIDOS EN FRANCIA, REINO UNIDO, RUSIA, EE.UU. Y JAPÓN

Al declararse la Primera Guerra Mundial, los dos únicos “Astra-Torres” del Ejército francés disponibles fueron utilizados en el frente terrestre. Pero en ese destino eran extremadamente vulnerables, además de resultar poco efectivos. De hecho, “L’Alsace” fue derribado en octubre de 1915 y “Pilatre de Rozier II” en enero de 1917. Francia se había quedado sin dirigibles del sistema “Torres Quevedo”, pues también perderían “La Flandre”, unidad de 14.700 m³ adquirida en 1916.

De hecho, fue la Marina del Reino Unido la que más claramente vio la utilidad de los dirigibles en la guerra antisubmarina para garantizar la escolta de los convoyes de navíos imprescindibles para su aprovisionamiento, tareas que los aeroplanos de la época aún no estaban capacitados para realizar. Aprovechando la constitución de la empresa *Airships Ltd*, filial inglesa de *Astra*, y la experiencia adquirida con los Astra-Torres, comenzaron a fabricar sus propios dirigibles tribulados *autorrigidos*, los “Coastal” de 4.810 m³. En total se construirían ¡34 unidades!, de las cuales 4 serían vendidas a la Rusia zarista en julio de 1916, aunque Torres Quevedo no recibiría ni un solo penique por ellos, al haber caducado la patente inglesa una años antes al no haber satisfecho los agentes de patentes las correspondientes anualidades.

A lo largo de 1917 la Royal Navy desarrollaría las primeras 9 unidades de un nuevo modelo de dirigibles con más del doble de capacidad, los “North Sea” de 10.190 m³, completados con otros 9 dirigibles en 1918, de los cuales uno sería vendido a los EE.UU. en noviembre de ese año, el “NS-13”. Entre

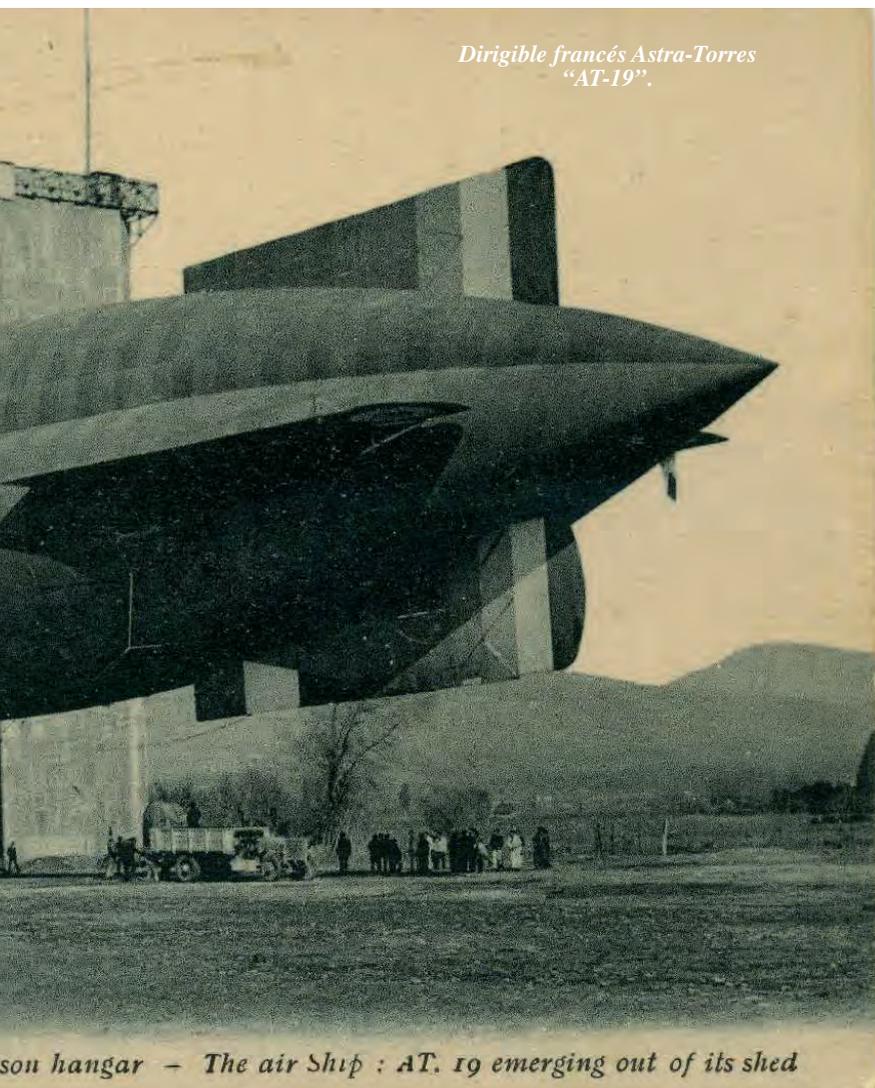


ambas series, se fabricaron 10 nuevos “Coastal” mejorados, los “Coastal Star” de 5.950 m³, unos y otros dedicados a tareas de vigilancia y lucha antisubmarina en el Mar del Norte, el Canal de la Mancha y la costa suroeste de Inglaterra (los “Western Approaches”).

Frente a este impresionante panorama de construcción y uso de dirigibles torresquevedianos, a la Marina francesa la guerra le pilló a contrapié. Así, antes de encargar a la casa *Astra* nuevas unidades del sistema “Torres Quevedo” (y ello una vez que nuestro inventor redujo sus derechos a 1,5 francos por m³), tuvieron que comprar uno de los “Coastal” británicos, en concreto, el “C-4” que, rebautizado como “AT-0”, se convertiría en el punto de partida de las nuevas series de “Astra-Torres”.

Iniciada la nueva etapa de colaboración de D. Leonardo con la casa *Astra*, a principios de 1917 se entregarían a la Armada francesa los “AT-1” a “AT-4” de 6.500 m³; tras el verano los “AT-5” a “AT-9” de 7.600 m³; y, a lo largo de 1918, los “AT-10” a “AT-17” de 8.300 m³. Todos ellos se utilizaron para la vigilancia continuada de costas y el seguimiento de los submarinos alemanes en el Golfo de Vizcaya, el Canal de la Mancha y el Mar Mediterráneo desde bases en Marsella, Túnez y Argelia.

Cuando los EE.UU. entraron en la I Guerra Mundial en 1917, sus pilotos de dirigibles se entrenaron en Inglaterra con el “NS-7” y en Francia con el “AT-1”. De hecho, la Armada francesa les transferiría, el 1 de marzo de 1918, el “AT-1” y el “AT-13”, a la vez que la U.S. Navy, impresionados con las aptitudes de estos modelos, encargaba a la casa *Astra* los nuevos “AT-18” y “AT-19” de 10.700 m³, que serían entregados una vez terminado el conflicto y utilizados para el de-



Dirigible francés Astra-Torres
"AT-19".

son hangar - The air Ship : AT. 19 emerging out of its shed

sarrollo del programa aeronáutico norteamericano del período entre-guerras.

Finalmente, en 1922, pocos meses antes de que expirase el período de validez de la patente francesa del dirigible *autorrígido*, sería la Marina Imperial Japonesa la que comprase una unidad fabricada por Astra, el "AT-20", también de 10.700 m³, en el marco de una expansión por el Pacífico que les llevará, precisamente, a la II Guerra Mundial contra los EE.UU.

EL SISTEMA DE DIRIGIBLES AUTORRÍGIDOS DE 1931 A 1978

Transcurrida una década desde la venta del último "Astra-Torres", y en un contexto internacional dominado por los grandes modelos rígidos basados en el sistema de Zeppelin, otra casa francesa, ahora la *Société Zodiac* (más conocida después por sus lanchas neumáticas) retomaría la construcción de dirigibles del sistema "Torres Quevedo". Comenzaron en 1930 con la Vedette "V-10" de 1.100 m³, pequeño dirigible bilobulado; y culminaron en 1931 y 1936, respectivamente, con dos unidades con envolvente trilobulada *autorrígida* idéntica a la de los "Astra-Torres", los "V-11", de 3.400 m³ y "V-12", de 4.100 m³, en una etapa en la que la Armada francesa también retomaba con nuevos bríos la experimentación con los dirigibles torresquevedianos construidos por la casa Astra muchos años antes, a los que se habían hecho reparaciones y actualizaciones. En el caso de los trilobulados de *Zodiac*, además, se utilizaba por primera vez otra de las soluciones contempladas en la patente de 1902: la barquilla se

situaba pegada a la parte inferior de la envuelta, gracias a la utilización de motores con hélices pequeñas, algo impensable en los años de la Gran Guerra.

Por otro lado, la US Navy diseñó y construyó numerosos globos cautivos tetralobulados en los años primeros años de la Segunda Guerra Mundial para la vigilancia de las costas tanto del Atlántico como del Pacífico, en previsión de posibles ataques de, respectivamente, los submarinos alemanes y japoneses.

Y no deja de sorprendernos descubrir que, en 1977, el ingeniero francés M. Villevielle retomara nuevamente el sistema *autorrígido* patentado por Torres Quevedo 70 años antes. Efectivamente, en aquel año Villevielle diseñó para la *Météorologie Nationale* francesa un dirigible doblemente trilobulado, el "Dinosaure". Estaba concebido para la realización de investigaciones meteorológicas y lo proyectó en colaboración con la *Office National d'Études et Recherches Aérospatiales*, la *Société Nationale Aéronautique et Spatiale...* y *Zodiac Espace*. Las autoridades públicas francesas recurrían a la casa *Zodiac*, la última empresa francesa que construyó dirigibles autorrígidos, la cual proporcionaba su experiencia y se implicaba en el proyecto de un dirigible catamarán de 3.350 m³, 26 m de longitud y 31 de anchura. El dirigible completo no llegaría a finalizarse, pero en junio de 1978 sí se realizaron los ensayos del "Dino 2", un modelo teledirigido de 47 m³ de capacidad, 7,60 m de largo y 6,90 m de ancho.

También en Francia, en febrero de 1999, se constituía la casa *Voliris* con el objetivo de desarrollar y fabricar dirigibles de alta tecnología. Entre sus proyectos y bajo la dirección de Gerard Durand estudiaron recientemente un nuevo dirigible trilobulado de hidrógeno que esperaban completar antes de 1912, el "H-2". Aunque aún se desconocen la mayor parte de sus detalles constructivos, si se sabe que no utilizará ningún elemento rígido y que la suspensión de la barquilla se efectuará mediante cables dispuestos en el interior de la envuelta trilobulada de alguna manera que aún se desconoce.

LA SUSPENSIÓN INTERIOR A LO LARGO DEL SIGLO XX

En su Informe ya citado de 1902, elevado a la Academia de Ciencias de París acerca del proyecto de dirigible presentado por Torres Quevedo, Paul Appell destacaba, precisamente, que "la principal innovación introducida por el autor



Sello de Vietnam con el dirigible trilobulado "V-11" de Zodiac.

radica en situar todos los tirantes de suspensión en el interior de la envuelta”. De nuevo, esta es la razón principal por la que podemos concluir que nuestro ingeniero iba muy por delante de su tiempo, en concreto, como veremos a continuación, más de 25 años por delante. Antes de Torres Quevedo, todos los dirigibles flexibles tenían que recurrir a alguna de las soluciones siguientes para que el dirigible no se doblara por el centro debido al peso de la barquilla: 1) barquillas de longitud prácticamente igual a la del dirigible; 2) redes o trenzados de tirantes por encima de la envuelta; 3) bandas de suspensión a lo largo de toda la envuelta; o 4) parches tipo “Eta” (nombre del dirigible británico en el que se utilizaron por primera vez), es decir, parches pegados a lo largo y ancho de la envolvente desde los que saldrían los cables de suspensión distribuyendo equilibradamente los pesos.

El alcance de la idea introducida por el inventor español no se entendió en toda su dimensión durante aquellos años en los que las lonas cauchutadas necesitaban unos sistemas de suspensión interna tan complicados como los que diseñó Torres Quevedo en 1906 para sus dirigibles trilobulados. En ellos, dos cables longitudinales desde al proa a la popa, uno a cada lado del arranque del lóbulo superior, servían para el anclaje de los cables de suspensión interiores, dirigidos hacia el tercer cable, situado en la base de la envolvente, donde se encontraban los dos lóbulos inferiores. Sin embargo, las investigaciones sobre nuevos materiales iban a cambiar y facilitar diferentes mejoras con sistemas de suspensión más sencillos a partir de la idea original de nuestro ingeniero.

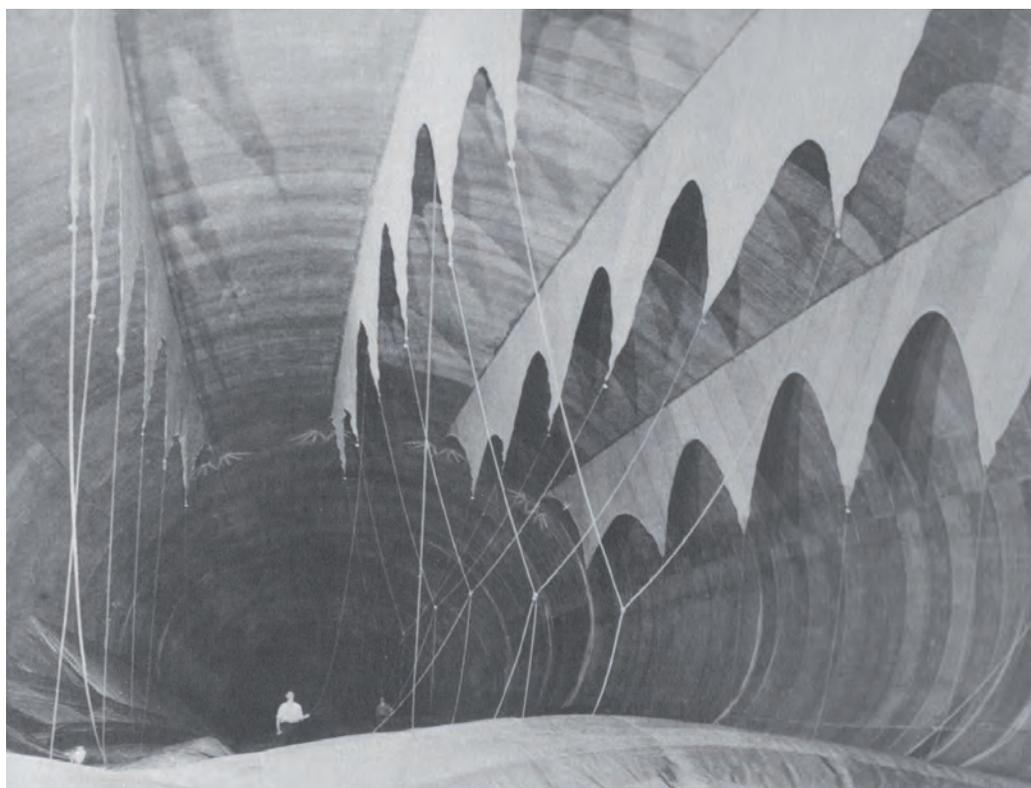
Al menos desde 1922, la empresa *Goodyear* había comenzado a fabricar dirigibles flexibles del tipo “AC-1” (los “blimps”, nombre que se utiliza para los dirigibles flexibles en el mundo anglosajón) con barquillas emplazadas pegadas a la envuelta, aunque el sistema para su suspensión seguía siendo externo. Sin embargo no sería hasta 1925 cuando *Goodyear* “redescubriera” con su “Pilgrim”³² la clave de la contribución torresquevediana de 1902: a diferencia de todos los dirigibles no-rígidos precedentes franceses, británicos, alemanes o norteamericanos, las barquillas primero del “Pilgrim”, después del “K-1” de la US Navy y el “TE-3” de la US Army, que iban pegadas a la base de la envuelta, estaban suspendidas por tirantes desde cortinas catenarias cimentadas en el interior de la envuelta.

Mirando retrospectivamente, el período entre-guerras constituyó la era de los grandes dirigibles rígidos: los Zeppelin alemanes (operados también en los EE.UU., Francia e Italia), las series “R” británicas, los rígidos llenados con helio fabricados en los EE.UU., etc. Sin embargo, los sucesivos desastres que sufrieron pusieron un dramático final al sistema antes de la Segunda Guerra Mundial: el británico “R-38” (1921, 14 muertos), el francés “Dixmude” (ex-Zeppelin “LZ-114”, 1920, 50 muertos), el norteamericano “Shenandoah” (1925, 14 muertos), el británico “R-101” (1930, 48 muertos), el norteamericano “Akron” (1933, 73 muertos), y el alemán “Hindenburg” (1937, 36 muertos). Este último desastre, el más famoso de la trágica lista, supuso el final de los dirigibles rígidos, que se desmantelaron y nunca se construyeron desde entonces.

Contrariamente a esta “derrota internacional” de los dirigibles rígidos, la evolución simplificada del complejo diseño de Torres Quevedo por parte de *Goodyear* se convertiría, con un retraso de más de veinte años, en el sistema estándar utilizado en todos los “blimps” desde entonces y hasta el presente, bien entrado el siglo XXI: los *Goodyear* de la US Navy de las series “E” a “N” y la clase “GZ”, las unidades de *American Blimp Corporation*, *Airship Industries*, *Skyship*, *Aeros*, etc.

Para conseguir el necesario poder ascensional, las envueltas laminadas multicapa de la mayoría de estos dirigibles no rígidos actualizados se llenan con helio, gas que no es inflamable. Aunque, cuando estudiamos los nuevos dirigibles de aire caliente como los “AV-1R” de *RosAeroSystem*, descubrimos que también disponen de dos bandas catenarias en la parte superior interna de la envuelta y cables interiores para sostener la barquilla, de modo que adopta en vuelo una forma casi trilobulada. Esta misma forma se observa históricamente en diferentes semirígidos italianos y en la mayor parte de los “blimps” que llevan estas bandas catenarias. Especialmente significativos son los dirigibles de la Clase “N” de la US Navy, ZPG-2W y ZPG3W, los mayores dirigibles no rígidos construidos hasta el momento (de nuevo, por parte de *Goodyear*), con una capacidad de más de 40,000 m³, que siguieron recurriendo a la suspensión interior de la barquilla.

Uno de los proyectos más impresionantes, aunque aún no se ha completado satisfactoriamente, es el conocido como “Cargolifter”. En efecto, en 1966 se creó la empresa alemana *Cargolifter AG* con el objetivo de ofrecer un servicio logístico basado en un dirigible para cargas pesadas, el “CL 160 de 550,000 m³. En 2002 la empresa se declaró insolvente y nuevos capitalistas están intentando continuar con el proyecto. “CL 160” se concibió como dirigible *semirígido*, con una quilla de aluminio por toda la parte inferior del dirigible con la función de transferir, absorber y distribuir el peso de la carga y las instalaciones responsables de elevar dicha carga. De nuevo, la quilla de aluminio está suspendida mediante 12 cables que cuelgan de dos bandas catenarias, análogas al sistema de suspensión interior de los “blimps”... y que nos re-



Sistema de suspensión interior de los “blimps” de la US Navy.

cuerda, otra vez, a parte de las soluciones que Torres Quevedo propugnaba para los dirigibles *semirrígidos* en su patente de 1902

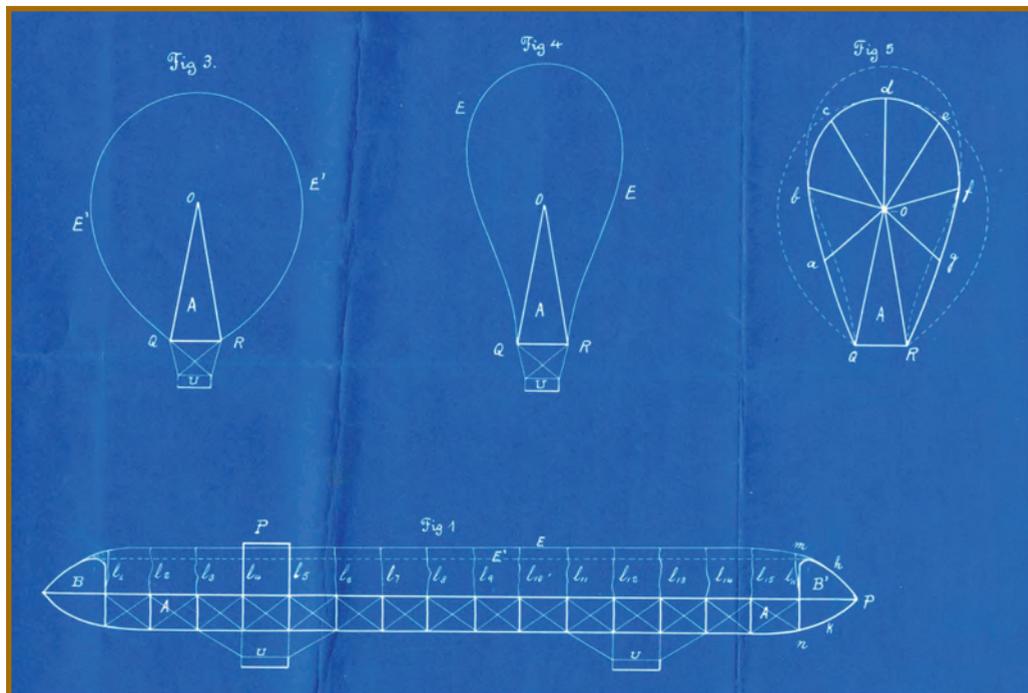
LA QUILLA INTERNA DE SECCIÓN TRIANGULAR DE LOS DIRIGIBLES SEMIRRÍGIDOS, 1902-1997

Tres de las cuatro patentes sobre dirigibles presentadas por Torres Quevedo estarían dedicadas a diferentes sistemas de dirigibles *semirrígidos*, las de 1902 y 1914 ya citadas y la de 1919 que veremos a continuación, aunque solamente se construirían finalmente dirigibles del sistema *autorrígido* de 1906. Una vez resuelto el problema de la navegación aérea con sus dirigibles trilobulados, y mientras la casa *Astra* comercializaba las sucesivas unidades a partir de 1912, el inventor español pasó a dedicarse prioritariamente a otro campo científico, el de la Automática, disciplina que sigue teniendo ese nombre hoy en día y que prácticamente había creado él con sus *Ensayos sobre Automática* de 1914.

Sin embargo, en aquellos años la capacidad inventiva aeronáutica de Torres Quevedo seguía siendo requerida incluso por países como México. Efectivamente, en junio de 1913 desde este país se pidió a la casa *Astra* que investigasen la posibilidad de diseñar un dirigible para evolucionar entre 2.000 y 4.000 metros sobre el nivel del mar. El proyecto condujo a una nueva patente, concedida el 2 de marzo de 1914, por un sistema de "Globos fusiformes deformables", es decir, un dirigible *semirrígido* de volumen variable para relaciones variables de presión atmosférica, densidad y temperatura. La que en la patente de 1902 era una viga *semirrígida* constituida por una combinación de tirantes de cuerda, cables de metal y largueros, se simplificaba en 1914 en forma de una viga metálica interior de sección triangular, a lo largo de la parte inferior de la envuelta, suspendida de una banda catenaria en la parte superior de la envuelta cilíndrica mediante tirantes de cuerda. Se buscaba, con esta disposición, que la disminución de la presión del gas no afectase a la forma de la envuelta.

Más aún, en 1919, en el marco de los nuevos desarrollos aeronáuticos tras el final de la Primera Guerra Mundial, Torres Quevedo, animado por el Coronel Emilio Herrera, presentó la patente de un tercer sistema de dirigible *semirrígido*: el "Hispania", concebido especialmente para realizar viajes transoceánicos. De nuevo, constituía una evolución de la patente de 1902, y se basaba en una estructura metálica interior de sección triangular, aunque más detallada que la del sistema de 1914, puesto que se aportaban también nuevas ideas para satisfacer los requisitos de un gran dirigible *semirrígido* trasatlántico para pasajeros (distribución del combustible, ubicación de los pasajeros, etc.).

Paralelamente a los diseños de Torres Quevedo, y como adelantábamos antes, los primeros dirigibles *semirrígidos* efectivos fueron los construidos en Francia para los hermanos Lebaudy de acuerdo con los diseños de Henri Julliot. Después de los primeros ensayos con "Le Jaune" en 1903, la empresa fabricó diferentes unidades para el Ejército francés: el "Patrie" (1906), el "République" (1908), el "Liberté" (1909),



Esquemas de la patente de los "Globos fusiformes deformables", 1914.

etc. También construyeron un dirigible en 1910 para el Ejército británico mediante una suscripción pública coordinada desde el periódico londinense *Morning Post*. En todo caso, sería en Italia donde se desarrollasen más dirigibles *semirrígidos*. Los primeros, a partir de ideas parecidas a las de los Julliot-Lebaudy, fueron el "Italia" de Da Schio, el "Leonardo Da Vinci" de Forlanini-Dal Fabbro, y el "N.1bis" de Crocco-Riccaloni. Todos ellos tenían grandes quillas articuladas emplazadas de uno a otro extremo de la base de la envuelta para distribuir los pesos y permitir menores presiones del gas que en los dirigibles *flexibles*.

Sin embargo, los mejores dirigibles *semirrígidos* del mundo de antes y durante la Primera Guerra Mundial no empezaron a construirse hasta que recurrieron a otra de las soluciones presentes en la patente de Torres Quevedo de 1902. La clave de la mejora radicaba en el uso de la suspensión vertical interna para sostener la quilla triangular de elementos metálicos desde la parte superior de la envuelta. Al hacerlo así, la viga interior (la quilla + la suspensión vertical) proporcionaba la estabilidad necesaria de la que adolecían los modelos anteriores. Al mismo tiempo, la envuelta adoptaría la forma bilobulada que puede observarse en los "F-5" de Forlanini, la "Clase M", etc., siendo las unidades más conocidas de este tipo los "Norge" (1926) e "Italia" (1928) de Humberto Nobile.

De hecho, en 1922 la empresa norteamericana *Goodyear* ya había recurrido a Nobile para desarrollar un dirigible *semirrígido* para la US Army. Así, diseñaron conjuntamente el "RS-1", que también tenía una quilla curvada de sección triangular (fabricada en duraluminio) y bandas catenarias interiores en la parte superior de la envuelta de las que salían los cables de acero que sostenían la quilla. Sin embargo, su viaje inaugural tendría que esperar hasta enero de 1926.

Por otro lado, a comienzos de los años treinta, en un contexto internacional dominado aún por los modelos rígidos basados en el sistema Zeppelin, la casa *Zodiac* no sólo construyó los dirigibles trilobulados *autorrígidos* que destacábamos antes, sino que también emprendieron la construcción de dirigibles *semirrígidos* incorporando también estas ideas de Torres Quevedo. Empezaron en 1930 con una pequeña *Vedette* de 1.100 m³, la "V-10"; le siguieron dos grandes modelos *semirrígidos* en 1931 de 10.170 m³, los *Eclairieurs* "E-8" y "E-9". Todos ellos tenían la característica apariencia bilobulada.



El Centenario del “Torres Quevedo n° 2” en la Lotería Nacional, 2008.

bulada propia de la suspensión vertical interior de la quilla triangular.

Por último, durante la última década del siglo XX se fundó en Alemania la compañía *Zeppelin Luftschifftechnik GmbH* con objeto de continuar el legado del Conde von Zepellin... aunque con un sistema completamente diferente del antiguo, que estaba caracterizado por una inmensa estructura metálica cilíndrica. Como se ha reconocido en diferentes ocasiones, el equipo que desarrolló el nuevo proyecto, encabezado por Klaus Hagenlocher, analizó numerosas patentes por todo el mundo, entre ellas patentes que incluían vigas-quillas triangulares para las estructuras interiores. Los dirigibles contruidos a partir de 1997 y que sigue manufacturando en la actualidad *Zeppelin NT (Zeppelin Neue Technologie)* son del tipo *semirrigido*. En ellos, la cabina, el empenaje y los motores están montados sobre una estructura rígida interna que “comprende un armazón triangular de fibra de carbono y tres largueros de aluminio”, unidos entre sí mediante cables

de aramida. Como es natural, solamente los miembros del equipo de diseño podrían determinar cuántos elementos del *Zeppelin NT* fueron tomados, en su caso, de las aportaciones de Torres Quevedo contenidas en sus patentes de 1902, 1906, 1914 y 1919, pero no debemos olvidar que en todos ellas encontramos armazones triangulares *semirrigidos* y/o *autorrigidos*, largueros metálicos y de cuerda, etc.

Por no debemos terminar aún, pues también podrían encontrarse rastros de las soluciones torresquevedianas en proyectos de dirigibles híbridos tan impresionantes como los de “Skycat”, el “P-791” de Lockheed Martin, el “ML866” de Aerros, etc. Sin embargo sólo sus diseñadores podrían precisar estas conexiones una vez que finalicen los ensayos privados y se comercialicen las primeras unidades.

CONSIDERACIONES FINALES

A lo largo de estas páginas hemos desarrollado las líneas esenciales de la impresionante contribución aeronáutica de Leonardo Torres Quevedo. Introdujo un tipo muy especial de dirigible trilobulado *autorrigido* ampliamente utilizado durante la Primera Guerra Mundial para la vigilancia de las costas, escolta de convoyes y lucha antisubmarina: los conocidos “Astra-Torres” franceses, y los “Coastal”, “Coastal Star” y “North Sea” británicos. Pero también hemos mostrado cómo sus concepciones han influenciado numerosos diseños de dirigibles a lo largo del siglo XX, de modo que pueden detectarse soluciones como las de Torres Quevedo más de 100 años después de que las presentase en su patente original de 1902. ¿Debemos concederle también que en 1902 estableció los fundamentos para 100 años de diseños de dirigibles? •

NOTAS

¹Torres Quevedo, L. “Perfectionnement aux aérostats dirigeables”. Brevet d’invention N° 320.901, Office National de la Propriété Industrielle, République Française. Demandé le 5 mai 1902. Délivrée le 27 août 1902. Publiée le 23 décembre 1902.

²Zeppelin, F. von, “Navigable Balloon”, Letters Patent No. 621,195, dated March 14, 1899. Application filed December 29, 1897. United States Patent Office.

³Santos Dumont, A. *My Airships. The Story of My Life*. London, Grant Richards, 1904.

⁴La Patente francesa completa y la Nota manuscrita se reproducen conjuntamente, en edición bilingüe francés/español, en González de Posada, F. y González Redondo, F. A. (2002).

⁵Appell, P., “Rapport sur un Mémoire de M. Torres concernant un avant-projet de ballon dirigeable”, *Comptes Rendus des séances de l’Académie des Sciences*, 135 (1902), 141-146.

⁶“Um avant-projet de ballon dirigeable”. *L’Aéroplane* (septiembre de 1902), 212-215.

⁷“Projet d ballon dirigeable de M. Torres”. *La Génie Civil* (agosto de 1902), 197-200.

⁸“Un Nouveau ballon dirigeable”. *Science, Arts et Nature* (agosto de 1902), 250-252.

⁹“Ballon de M. Torres avanti projet”. *Cosmos* (septiembre de 1902), 215-217.

¹⁰“Rapport sur un Mémoire de M. Torres, concernant un avant-projet de ballon dirigeable”. *Journal des Inventeurs* (septiembre de 1902), 263-266.

¹¹“A travers les airs. Ballon dirigeable de M. Torres a quille intérieure”. *La Locomotion Automobile* (septiembre de 1902), 553-556.

¹²“Project for a Navigable Balloon with an Interior Keel”, *Nature*, Vol. 66 (28 de agosto de 1902), p. 422.

¹³“The Navigable Balloon Scheme of M. Torres”, *The Aeronautical Journal* (octubre de 1902), p. 73.

¹⁴“New Plan for a Dirigible Balloon”. *Literary Digest* (20 de septiembre de 1902), p. 28.

¹⁵“Addition au Brevet d’Invention N° 320.901”. Office National de la Propriété Industrielle, République Française. Demandé le 10 juillet 1902. Délivrée le 28 novembre 1902. Publiée le 30 mars 1903.

¹⁶Torres Quevedo también solicitó la patente en el Reino Unido por “Means or Method for Directing Mechanical Movements at or from a Distance”. Patent N° 27,073, United Kingdom Patent Office. Date of first Foreign Application (in France), 10th December 1902. Date of Application in the United Kingdom, 10th December 1903. Accepted 27th October 1904.

¹⁷El manuscrito de esta Memoria permaneció inédito en el Archivo de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de Madrid, hasta que

se publicó un facsímil en el Vol. 47 (1953), pp. 524-530 de su *Revista*.

¹⁸Renard, C., “Dirigeable ballons. Stabilité longitudinale”. *Comptes Rendus des séances de l’Académie des Sciences*, 139, 183-185, 1904.

¹⁹Torres Quevedo, L., “Sur la stabilité longitudinale des ballons dirigeables”. *Comptes Rendus des séances de l’Académie des Sciences*, 140, 1919-1022, 1905.

²⁰Por ejemplo, “Improvements in Fusiform Aerostats”. Patent N° 15,938, United Kingdom Patent Office. Date of first Foreign Application (in Spain), 11th July 1906. Date of Application in the United Kingdom, 11th July 1907. Accepted, 28th November 1907.

²¹“Le Tour du Monde aérien”. *L’Aéroplane* (septiembre de 1908), p. 371.

²²“Le dirigeable espagnol <Torres Quevedo>”. *La Nature Supplément n° 1852* (noviembre de 1908), pp. 193-194.

²³Una traducción del artículo en *La Technique Aéronautique, Revue Internationales des Sciences appliquées à la Locomotion Aérienne*, apareció en Espitalier, G., “El dirigible trilobulado del Ingeniero español Torres Quevedo”. *Revista de Obras Públicas*, n° 1808 (mayo de 1910), pp. 233-237.

²⁴“El dirigible Torres Quevedo”. *España Automóvil*, Tomo 5, n° 5 (15 de marzo de 1911), p. 47. Una foto con el pie “El dirigible español Torres Quevedo pasa sobre el carro de las reinas en el cortejo de la Mi-Carême, al desfilar éste por el Elíseo” se publica en *España Automóvil*, Tomo 5, n° 7 (15 de abril de 1911), p. 65.

²⁵“Three Airships at French Review”. *Flight* (5 de agosto de 1911), p. 674.

²⁶Puede verse “Los aeroplanos en las grandes maniobras del Ejército francés”. *España Automóvil*, Tomo 5, n° 18 (30 de septiembre de 1911), pp. 213-214. La noticia se acompañaba con una foto que tenía el siguiente pie: “El dirigible “Astra-Torres n° 1 evolucionando durante un reconocimiento”.

²⁷“El tercer salón de la Aeronáutica de París”. *España Automóvil*, Tomo 5, n° 24 (30 de diciembre de 1911), pp. 295-298.

²⁸El record se consiguió el 15 de septiembre de 1913. Puede verse “A Speed Record by Astra-Torres”. *Flight* (27 de septiembre de 1913), p. 1071 y la nota publicada en *L’Aéroplane* (15 de octubre de 1913).

²⁹“Improvements in Mooring Arrangements for Airships”, Patent N° 2737, United Kingdom Patent Office. Date of First Foreign Application (in Belgium), 2nd February 1911. Date of Application in the United Kingdom, 2nd February 1912. Accepted, 13th June 1912.

³⁰“Improved Method and Apparatus for Facilitating the Landing and Housing of Airships”. Patent Specification N° 7534, United Kingdom Patent Office. Date of first Foreign Application (in Belgium), 19th May 1914. Date of Application in the United Kingdom, 19th May 1915.

³¹Escrito conservado en el Archivo Torres Quevedo (Madrid).

³²“The Goodyear” “Pilgrim” Airship”. *Flight* (6 de mayo de 1916), pp. 270-271.

FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA

- ABBOTT, P. *The British Airships at War, 1914-1918*. Suffolk, Terence Dalton, 1989.
- BEAUVOIS, H. *Dirigeables. Histoire Illustrée des Naviers Aériens*. Lausanne, Edita, 1973.
- FERNÁNDEZ DE LATORRE, R. "España y los dirigibles". *Aeroplano*, nº 11, 74-91, 1993.
- FEUILLOY, R. *Les dirigeables de la Marine Française (1915-1937)*. París, ARDHAN, 2009.
- GARCÍA SANTESMASES, J. *Obra e inventos de Torres Quevedo*. Madrid, Instituto de España, 1980.
- GONZÁLEZ DE POSADA, F. (ed.). *Leonardo Torres Quevedo*. Madrid, Fundación Banco Exterior, 1992.
- (ed.). *Leonardo Torres Quevedo. Conmemoración del sesquicentenario de su nacimiento (1852)*. Madrid, Sociedad Estatal de Conmemoraciones Culturales, 2003.
- GONZÁLEZ DE POSADA, F. y GONZÁLEZ REDONDO, F. A. "En torno a los primeros contactos documentados de Torres Quevedo sobre Aerostación, 1901-1902". En F. González de Posada et al. (eds.), *Actas del III Simposio "Leonardo Torres Quevedo: su vida, su tiempo, su obra"*, pp. 125-132. Madrid, Amigos de la Cultura Científica, 1999.
- Leonardo Torres Quevedo et les ballons dirigeables-Leonardo Torres Quevedo y los globos dirigibles*. Madrid, INTEMAC, 2002.
- Leonardo Torres Quevedo y la conquista del aire*. Madrid, Amigos de la Cultura Científica-Junta de Castilla-La Mancha, 2007.
- GONZÁLEZ DE POSADA, F., GONZÁLEZ REDONDO, F. A. y REDONDO ALVARADO, M^a D. "Leonardo Torres Quevedo y la Aerostación". *Revista de Obras Públicas* Año 149 (nº 3.423), 55-66, 2002.
- "Los dirigibles de Torres Quevedo en el Centenario de los primeros y fundamentales trabajos". En F. González de Posada et al. (eds.), *Actas del IV Simposio "Ciencia y Técnica en España de 1898 a 1945: Cabrera, cajal, Torres Quevedo"*, pp. 229-249. Madrid: Amigos de la Cultura Científica, 2004.
- GONZÁLEZ-GRANDA AGUADÉ, R. *Crónicas Aeronáuticas*, 2 Vols. Madrid, IHCA, 1994.
- GONZÁLEZ REDONDO, F. A. "El Centro de Ensayos de Aeronáutica: Ciencia, Técnica y Sociedad". En F. González de Posada (ed.), *Leonardo Torres Quevedo. Conmemoración del sesquicentenario de su nacimiento*, pp. 111-133. Madrid, Sociedad Estatal de Conmemoraciones Culturales, 2003.
- "Leonardo Torres Quevedo. La conquista del aire". *Historia de Iberia Vieja. Revista de Historia de España*, nº 20, 78-81, 2007.
- "Torres Quevedo's trilobed autorigid airship. A centennial celebration". *Dirigible. The Journal of the Airship Heritage Trust*, nº 53, 9-12, 2008.
- "Leonardo Torres Quevedo". En L. Utrilla (ed.), *Figuras de la Aeronáutica española Vol. 1*, pp. 101-129. Madrid, Fundación Aena, 2008.
- "Leonardo Torres Quevedo, 1902-1908. The Foundations for 100 Years in Airship Designs". *Proceedings of the 7th internacional Airship Convention* (Friedrichshafen, Alemania), 12 pp, 2008.
- "The Aeronautical contribution of Leonardo Torres Quevedo: from World War I to 21st Century", *Cross & Cockade International*, Vol. 40, 151-161, 2009.
- Protagonistas de la Aeronáutica. Leonardo Torres Quevedo*. Madrid, Aena, 2009.
- "The Contribution of Leonardo Torres Quevedo to Lighter-Than-Air Science and Technology". *International Journal for the History of Engineering and Technology*, Vol. 81 (nº 2), 212-232, 2011.
- "Los dirigibles de Torres Quevedo". En L. Utrilla (coord.), *Made in Spain. Aeronaves fabricadas en España*. Aena, Madrid, 2011.
- "Proyección internacional de un inventor español. Centenario del dirigible Astra-Torres nº 1 de Leonardo Torres Quevedo". *Aena-Arte*, nº 30, 33-42, 2011.
- GONZÁLEZ REDONDO, F. A. y GONZÁLEZ DE POSADA, F. "Leonardo Torres Quevedo y el 'problema de la navegación aérea', 1901-1913. El Centro de Ensayos de Aeronáutica". En F. González de Posada et al. (eds.), *Actas del I Simposio "Ciencia y Técnica en España de 1898 a 1945: Cabrera, Cajal, Torres Quevedo"*, pp. 301-321. Amigos de la Cultura Científica, Madrid, 2000.
- "Leonardo Torres Quevedo y el Servicio de Aerostación Militar, 1900-1908: historia de una colaboración singular en la Aeronáutica española". *Aeroplano* nº 28, 22-37, 2010.
- GONZÁLEZ REDONDO, F. A. y REDONDO ALVARADO, M^a D. "Los dirigibles del sistema Torres Quevedo en Gran Bretaña". *Llull. Revista de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas*, Vol. 23, 329-355, 2000.
- "La controversia científica entre Leonardo Torres Quevedo y Charles Renard en torno a la estabilidad de los dirigibles". En F. González de Posada et al. (eds.), *Actas del III Simposio "Ciencia y Técnica en España de 1898 a 1945: Cabrera, Cajal, Torres Quevedo"*, pp. 193-210. Amigos de la Cultura Científica, Madrid, 2004.
- "Los dirigibles de Torres Quevedo en la Aeronáutica francesa: la Société de Constructions Aéronautiques Astra". *Llull. Revista de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas*, Vol. 31 (nº 68), 297-321, 2008.
- GONZÁLEZ REDONDO, F. A., REDONDO ALVARADO, M^a D. y GONZÁLEZ REDONDO, A. "Los dirigibles polilobulados de la Société Zodiac (Anciens Établissements Maurice Mallet). En torno a Torres Quevedo". En F. González de Posada et al. (eds.), *Actas del III Simposio "Ciencia y Técnica en España de 1898 a 1945: Cabrera, Cajal, Torres Quevedo"*, pp. 211-228. Amigos de la Cultura Científica, Madrid, 2004.
- LÁZARO ÁVILA, C. *Descubrir la Aerostación*. Madrid, Aena, 2006.
- MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGÍA. *Patentes de invención de Don Leonardo Torres Quevedo*. Madrid, Registro de la Propiedad Industrial, 1988.
- MOWTHORPE, C. *Battlebags. British Airships of the First World War*. Stroud (Gloucestershire), Wrens Park Publishing, 1998.
- NICOLAU, S. *Les premiers Dirigeables Français*. Le Bourget, Musée de l'Air et de l'Espace, 1997.
- D'ORCY, L. *D'Orcy's Airship Manual*. New York, The Century Co., 1917.
- PELTIER, H. "Les Nouveaux Dirigeables. La Vedette militaire Astra-Torres". *L'Aerophile* (1 de mayo), 208-211, 1911.
- RODRÍGUEZ ALCALDE, L. *Biografía de D. Leonardo Torres Quevedo*. Santander, Institución Cultural de Cantabria, 1974.
- SALAS LARRAZÁBAL, J. *De la tela al titanio*. Madrid, Espasa, 1983.
- La Aeronáutica Española y de Ultramar*. Madrid, Aena, 1993.
- SAMANIEGO, J. M. "Los dirigibles del sistema Torres Quevedo". *España Automóvil* Vol. 5, nº 9 (15 de mayo), 88-92; nº 12 (30 de junio), 133-134; nº 13 (15 de julio), 146-147, 1911.
- SHOCK, J. R. *U.S. Navy Airships, A History by Individual Airship*. Edgewater (Florida), Atlantis Productions, 3rd ed., 2008.
- SLOCOMBE, K. "Blimps. Notes on the British non-rigid Airships". *Cross & Cockade*, Vol. 4, 1-19, 1973.
- TURPIN, B. "Coastal Patrol Airships, 1915-1918". *Cross & Cockade*, Vol. 15, 63-71 y 124-132, 1984.

INTERNET

- www.aeronavale.org (Association pour la Recherche de Documentation sur l'Histoire de l'Aéronautique Navale, Francia).
- www.aht.ndirect.co.uk/ (The Airship Heritage Trust, Reino Unido).
- www.torresquevedo.org (Josu Aramberri-Amigos de la Cultura Científica).