

HOMO FABER: ARTE Y ARTIFICIO EN LA OBRA DE CARLOS FERNÁNDEZ CASADO¹

Data recepción: 2014/01/22

Data aceptación: 2014/04/29

Contacto autora: tielvega@uniovi.es

Natalia Tielve García
Universidad de Oviedo

RESUMEN

En este artículo se analiza una de las más interesantes vertientes de la trayectoria de Carlos Fernández Casado, orientada a la concepción de espacios de la industria. Constituye un campo en el que el autor nos ha legado una notoria labor de investigación y reflexión teórica, así como un conjunto de magistrales obras que, en su voluntad de armonizar funcionalidad y cuidado estético, cabe enmarcar dentro de los parámetros de la arquitectura de la modernidad.

Palabras clave: arquitectura, diseño, modernidad, investigación, racionalismo

ABSTRACT

This paper analyses one of the most interesting aspects of the career of Carlos Fernández Casado, namely the design of industrial spaces, an area in which he bequeathed to us both his celebrated research work and theoretical reflections as well as a collection of masterpieces, which, out of his desire to reconcile functionality and aesthetic concerns, merit framing within the parameters of modern architecture.

Keywords: architecture, design, modernity, research, rationalism

1. A propósito de Carlos Fernández Casado

A modo de justificación inicial, el título del presente artículo toma como referencia una sugerente reflexión de Carlos Fernández Casado recogida en una de sus más acertadas contribuciones, *Expresión geográfica de las obras del ingeniero*:

Nos queda como última rama de la actividad ingenieril la industria. Aparentemente se caracteriza por un máximo de artificio, pero es preciso tener en cuenta que no es sólo la más afín al hombre, sino consubstancial a él. Todo el proceso de humanización ha venido condicionado por la actuación de su potencia industrial, y una de las concepciones clásicas del hombre es la del homo faber, o animal industrial².

En este orden de cosas, con este trabajo se plantea una aproximación a la concepción de espacios de la industria, uno de los objetos priori-

tarios de atención de Carlos Fernández Casado, tanto en el plano del pensamiento como en el de la ejecución³. Nacido en Logroño, Fernández Casado (1905-1988) fue un hombre de vasta cultura. Se formó inicialmente como Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, ampliando sus estudios hacia otros perfiles como el de Ingeniero en Radio y en Comunicaciones, Licenciatura en Filosofía y Letras, dentro de la especialidad de Historia, y Licenciatura en Derecho⁴. Prestigioso y reconocido ingeniero, Catedrático en la Escuela de Caminos y Académico de Bellas Artes de San Fernando, fue hombre de ciencia, pero también de letras, con muy diversos intereses y amplio horizonte intelectual. Teorizó ampliamente sobre el significado de la ingeniería y la historia de la construcción, dando como resultado un notorio conjunto de escritos entre los que cabe citar *Cálculo de estructuras reticulares* (1934), *Resistencia* (1941), *Tres momentos del ingeniero en la Historia* (1970), *La arquitectura*

del ingeniero (1975), *Naturalidad y artificio en la obra del ingeniero (1976)* o *Estética de las artes del ingeniero*, Discurso leído con motivo de su recepción en la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando⁵.

En el campo profesional, trabajó al lado de renombrados arquitectos e ingenieros, como fue el caso de Ildefonso Sánchez del Río⁶, colaborando en el asesoramiento técnico de la empresa HUARTE y CIA, S.A., con la que mantuvo una estrecha colaboración, desde 1932, a lo largo de cincuenta años; una fructífera unión imprescindible para entender el desarrollo de la construcción en España durante las décadas centrales del siglo XX. En el seno de dicha empresa, Fernández Casado implantó un laboratorio de ensayo de estructuras. En él se llevaban a cabo modelos, aunque también fueron ensayadas estructuras en su magnitud real, como es el caso de los modelos de vías trianguladas concebidas para la Empresa Nacional Siderúrgica Sociedad Anónima, ENSIDESA, en microhormigón pretensado. El laboratorio fue incorporado, a partir de 1966, a la oficina de proyectos Carlos Fernández Casado, S.A.⁷ (Fig. 1).

Su dilatada y versátil trayectoria se vio definida por una clara voluntad de perfeccionamiento y racionalización. En las décadas centrales del pasado siglo estuvo en buena medida centrada en la prefabricación de naves industriales, uno de los *leit motiv* del entendimiento de lo constructivo por parte del ingeniero⁸. Resultaron de particular notoriedad sus investigaciones acerca

de las propiedades de los materiales y sus posibilidades estéticas y constructivas, en particular sobre el hormigón armado y el pretensado. Las conclusiones de sus indagaciones se proyectaron en lo que constituyó una de las señas de identidad de su saber constructivo: la prefabricación de estructuras. Entre los trabajos más interesantes que emprendió en esta línea podemos destacar un grupo de construcciones proyectadas para las empresas ENSIDESA, en Avilés, ENDA-SA, en Gozón, Española de Zinc, en Cartagena⁹, y la Sociedad Ibérica del Nitrógeno, en Langreo, fundamentales para entender el desarrollo de la arquitectura industrial adscrita a los parámetros del Movimiento Moderno¹⁰. Hemos de tener en cuenta que los espacios industriales han constituido un campo abierto a la innovación y a la experimentación tanto en el plano de las técnicas, como en lo que respecta a las formas, la piel de los edificios, su relación con el componente estructural y la creación de nuevos elementos simbólicos¹¹.

2. Diseño e innovación tecnológica en el conjunto histórico industrial de la Empresa Nacional Siderúrgica, S.A.

Entre las más destacables dotaciones del conjunto histórico industrial de Empresa Nacional Siderúrgica, S.A., ENSIDESA, se encuentra un grupo de instalaciones planificadas por Carlos Fernández Casado. Se trata de los Talleres de Laminación, Fundición, Mecánico y de Calderería, junto con el Depósito de Locomotoras, diseñados y ejecutados entre 1952 y 1959, que han sido incluidos en el Registro de la Arquitectura Industrial adscrita al Movimiento Moderno del DOCOMOMO Ibérico¹² (Fig. 2).

Surgida en el seno del Instituto Nacional de Industria por decreto de la Presidencia del Gobierno del 15 de junio de 1950, ENSIDESA fue la primera siderurgia integral de España¹³. Sus instalaciones se localizaron en la margen derecha de la ría de Avilés¹⁴, siguiendo una orientación este-oeste, con un desarrollo longitudinal de nueve kilómetros. Como principales dotaciones contaba con una planta de hornos altos, gasómetros, turbosoplantes e instalación de depuración de gases; hornos Siemens basculantes y hornos de fosa; baterías de hornos de coque



Fig. 1. Conjunto de edificios destinados a talleres de mantenimiento diseñados por Carlos Fernández Casado para la empresa estatal ENSIDESA. Fuente: Archivo Histórico de ENSIDESA

con instalaciones de trituración, mezcla, transporte, manipulación y preparación del carbón y planta de subproductos; trenes de laminación, central térmica, talleres de fundición, mecanización, calderería y carpintería, así como laboratorio, almacenes, servicios sociales y médicos¹⁵. La planta disponía asimismo de muelle propio, la dársena de San Agustín, situándose en la zona más cercana a la ría de Avilés el área de descarga de materias primas y de carga de los productos siderúrgicos elaborados. En dirección este, fue dispuesto el parque de minerales, dando continuidad al proceso siderúrgico con las baterías de coque y la zona de hornos altos, cuatro, construidos entre los años 1957 y 1969. En la vertiente septentrional fue situada la subestación de sinterización y, a continuación, la central térmica. Hacia el sureste de la misma se localizaron la acería Martín-Siemens, el parque de bomberos, almacenes generales y la central de telefónica, mientras que al suroeste se situaban los gasómetros. Avanzando hacia el sector oriental, fueron dispuestos los hornos de fosa y las primeras naves de laminación. Hacia el sur de la factoría, en el margen izquierdo de la ría, junto a las oficinas centrales, adoptando una disposición triangular, se organizaron los talleres de mantenimiento: el taller mecánico, taller de fundición y taller de calderería.

La ejecución de las instalaciones de laminación, los talleres de fundición, mecánico y de calderería, así como del depósito de locomotoras, fue encargada a la empresa HUARTE y CIA, S.A., mientras que su diseño corrió a cargo de Carlos Fernández Casado. Desde el punto de vista de

la claridad formal del proyecto, la honestidad en el uso de los materiales y la racionalidad constructiva a la que responden, encajan dentro un discurso netamente moderno. El conjunto fue resuelto, en el orden constructivo, con la voluntad de armonizar claridad y sencillez, resistencia y regularidad. Así, en el grupo de instalaciones de laminación se localizaron los distintos elementos de fabricación y acabado, agrupados en siete naves de traza rectilínea, dispuestas en sentido este-oeste. Adoptando una disposición paralela, las naves se extienden hasta alcanzar los novecientos cincuenta metros de longitud por doscientos un metros de anchura. Dada su envergadura, la construcción hubo de prolongarse entre los años 1954 y 1959. Las naves, de líneas puras y sencillas en su concepción, presentaban amplitud variable en sus luces, oscilando entre los veinte y los treinta metros. Fue en la vigería de estas naves donde Fernández Casado empleó por vez primera la solución del hormigón pretensado¹⁶. Para la estructura resistente de hormigón armado prefabricado fue adoptada una disposición en planos transversales, incorporándose una cubierta arqueada sobre arcos atirantados. Dando primacía a la pureza y desnudez del hormigón, para los cerramientos la decoración se limitó, en el caso de las fachadas meridional y septentrional, a una línea de impostas corrida sobre los muros que sirven de base a lucernarios y sencillos voladizos (Fig. 3).

El conjunto de talleres emplazado en el extremo sureste de la planta, fue levantado entre los años 1952 y 1956. Se trata de un programa unitario de volúmenes planteado con arreglo a



Fig. 2. Grupo de naves de fundición y calderería. Fuente: Archivo Histórico de ENSIDESA



Fig. 3. Interior del taller de calderería. Fuente: Archivo Histórico de ENSIDESA

un espíritu racionalista y funcional, que da preeminencia a las líneas sobrias y los criterios de seriación. El taller mecánico ocupa una extensión ligeramente superior a los diez mil metros cuadrados, distribuidos en cinco naves adosadas junto con un volumen destinado a oficinas y otros servicios. La sección variable de las naves permitió introducir una diversificación funcional en el taller, a saber, mecanización, tratamientos térmicos, montajes y reparación de material rodante y pesado. Los cinco cuerpos en los que la obra se distribuye presentan diferente luz y altura, adoptándose en ellos, en consecuencia, una cubierta mixta, que combina la cubierta en dientes de sierra con la arqueada. La primera de estas soluciones se adopta en el caso de las naves menores, mientras que para las mayores se introduce una cubierta cilíndrica formada por arcos atirantados triarticulados. Revisiten particular interés los lucernarios dispuestos en la cubierta arqueada de las naves mayores, abiertos longitudinalmente, apoyados sobre el tirante del arco y extendidos hasta la clave del mismo, introduciendo una rítmica y simétrica modulación. Las naves menores, mientras, incorporan cubierta en dientes de sierra dobles de cordones inclinados, unidos en cumbre por un cordón horizontal. La tecnología del hormigón prefabricado fue aplicada en el conjunto de la estructura de la obra, tanto para los elementos de cubierta, como para pilares, vigas y arcos. En su extremo septentrional fue incorporado un volumen organizado en dos alturas, que alojaba oficinas y otros servicios auxiliares, comunicado con las naves mediante aperturas de paso e iluminación. Su fachada principal, orientada al sur, presentaba un ligero retranqueo en los cubos de los extremos, dispuestos a su vez a mayor altura. Como mínimas concesiones ornamentales, el muro se presentaba sobriamente articulado por medio de la incorporación de pilastras que flanqueaban los vanos y rematado por una sencilla cornisa.

El taller de fundición, con una extensión en planta que rebasaba los doce mil metros cuadrados, fue dotado con cuatro naves adosadas dispuestas en pórticos que combinaban distintas luces y alturas. Las naves mayores presentaban cubierta arqueada y las menores cubrición con sistema de cerchas. La iluminación cenital de las

naves mayores dotaba a la obra de una marcada ligereza, con una apertura controlada de lucernarios. En la prolongación de una de las naves menores se dispuso un volumen de dos plantas destinado a oficinas. El último de los talleres, destinado a calderería, fue organizado en dos naves adosadas y un cuerpo de doble altura destinado a oficinas y dependencias auxiliares. En su conjunto, ocupaba una superficie superior a los once mil metros cuadrados. Estructuralmente, las naves presentaban pórticos de hormigón armado y cubrición arqueada, vertebrada sobre arcos triarticulados de hormigón armado (Fig. 4).

Levantado en el extremo noreste de la planta, el depósito de locomotoras contaba con una superficie de dos mil cuatrocientos metros cuadrados. Destinado a la reparación de maquinaria ferroviaria, fue construido entre los años 1952 y 1957. El edificio, de planta rectangular, fue organizado en dos naves longitudinales. En esta ocasión, como solución de cubierta, la estructura de pórticos de hormigón armado se prolongaba en unas cerchas inclinadas. Un volumen de dos alturas, adosado al muro meridional y destinado a oficinas, completaba el conjunto. Resulta particularmente llamativa la solución adoptada para favorecer la iluminación del espacio interior, mediante un gran frente vidriado continuo, dispuesto a lo largo de la fachada norte, que se veía complementado con un lucernario vertical.

Con todo, este conjunto de edificios, en lo que comporta tanto a los avances tecnológicos a los que responde como a la organización del espacio de trabajo, la planificación racional y su plasmación formal, constituye un ejemplo



Fig. 4. Exterior del taller de fundición. Fuente: Archivo Histórico de ENSIDESA

paradigmático de la lógica constructiva propia del Movimiento Moderno. En él encontraron aplicación nuevos procedimientos y procesos de investigación en materiales y técnicas constructivas, situándose entre los primeros casos del empleo del hormigón prefabricado en España. A esta tecnología, entre otras ventajas, Fernández Casado atribuyó una mayor rapidez de ejecución y abaratamiento de los costes, la posibilidad de suprimir andamios y reducir los encofrados al mínimo, así como la oportunidad de dar comienzo simultáneamente a la ejecución de cimientos y cubiertas. Por otra parte, el hormigón premoldado ofrecía una mayor estabilidad y regularidad en el proceso constructivo, con independencia de las condiciones atmosféricas u otros factores. Al ser fabricado en taller, con hormigón controlado, mano de obra especializada y moldes perfeccionados, permitía además obtener la dosificación, la consolidación y el curado previstos desde el comienzo. De tal modo, la prefabricación de naves industriales, una de los campos que con mayor intensidad preocupó a nuestro autor, encuentra en estos edificios unas de sus mejores expresiones¹⁷ (Fig. 5).

En este escenario, la concepción de la factoría como un complejo integral determinó el desarrollo de actividades sidero-químicas, de modo paralelo a las específicamente siderúrgicas. A ello obedeció el establecimiento de plantas de benzol y alquitrán, de amoniaco y de fertilizantes nitrogenados; en este último caso, un producto de primera necesidad en el sector agrario. De tal forma, en el margen suroeste de la planta fue dispuesta una fábrica de abonos que contó, entre sus dotaciones, con dos monumentales

naves concebidas como almacenes de abonos complejos y de nitrato amónico cálcico, cuyas características permiten adscribir su autoría, de nuevo, al ingeniero Carlos Fernández Casado. La planta de abonos, que entró en funcionamiento en 1969¹⁸, fue dotada de un laboratorio de control de productos y con dos secciones principales: la fábrica de ácido nítrico y la fábrica de nitrato, junto con instalaciones de neutralización, fabricación de nitratos y complejos. Los abonos obtenidos eran transportados por medio de dos grupos de cintas transportadoras a la zona de almacenamiento, envasado y carga. Ésta comprendía dos almacenes, con capacidad para 55.000 toneladas cada uno, de abonos a granel, así como un tercero destinado a albergar productos ensacados. Como complemento fueron levantadas otras edificaciones destinadas a oficinas, talleres de mantenimiento, servicios sociales, almacenes de repuestos, a las que se añadieron torres de refrigeración y preparación de agua para calderas, estación depuradora, subestación eléctrica, red de gases, redes eléctricas, de agua y vapor, así como vías de transporte adecuadas para el movimiento de los materiales producidos¹⁹ (Fig. 6).

Resultan especialmente interesantes las dos naves concebidas como almacén de abonos, atribuidas a Fernández Casado, cuya labor constructiva es rotundamente destacable en atención a la racionalidad a la que responde su diseño, las soluciones estructurales aplicadas y su escala²⁰. Se trata de dos estructuras de hormigón armado, con doscientos cuarenta metros de longitud y diferente luz, de 30 y 40,5 metros respectivamente. Estaban destinadas al almacenamiento



Fig. 5. Depósito de locomotoras. Fuente: Archivo Histórico de ENSIDESA



Fig. 6. Interior de una de las naves de almacenamiento de fertilizantes nitrogenados. Fotografía: Javier González Rocés

de nitrato amónico cálcico y abonos complejos, disponiendo de cintas de almacenaje y extracción, así como de sendas máquinas rascadoras. Un enlace subterráneo, con doble cinta, permitía transportar el producto a la estación de ensacado y carga. Toda la instalación de almacenaje estaba provista de un sistema de calefacción, a fin de mantener la temperatura adecuada y evitar humedades perjudiciales. La cubrición de ambos inmuebles se resolvió mediante un sistema arcos prefabricados de hormigón armado. Dos series de ventanales, dispuestos en sentido longitudinal, proporcionaban una iluminación exclusivamente cenital. Por lo demás, las naves fueron resueltas en arreglo a un lenguaje sencillo y depurado, dentro de una composición armónica y funcional, libre de todo ornato innecesario (Fig. 7).

3. Las naves de fundición y de electrólisis de ENDASA, Empresa Nacional de Aluminio S. A.

El diseño de las naves de fundición y de electrólisis para la Empresa Nacional de Aluminio Sociedad Anónima, ENDASA, puede considerarse como una de las labores más sugerentes emprendidas por Carlos Fernández Casado. La planta de aluminio, localizada en Gozón, fue una de las tres instalaciones que ENDASA puso en funcionamiento desde su constitución, por escritura pública del 11 de agosto de 1943, bajo la promoción del Instituto Nacional de Industria, junto a las de Valladolid y Alicante²¹. Las instalaciones que nos ocupan están fechadas entre los años 1956 y 1957. Su ejecución fue, de nuevo,



Fig. 7. Exterior de las naves de almacenamiento de fertilizantes nitrogenados. Fotografía: Javier González Rocas

desarrollada por la empresa HUARTE y CIA, S.A., asesorada por Fernández Casado, respondiendo a un notable grado de avance tecnológico, en particular en lo que atañe al empleo del hormigón premoldeado.

La nave de fundición fue proyectada con la intención de servir tanto para las tareas propias de la fundición del aluminio, como para acoger un taller eléctrico, transformadores auxiliares y un almacén de dicho material²². De ahí su compartimentación en tres sectores: el más amplio, destinado a acoger la fundición; un ámbito intermedio, dedicado al almacenamiento y una zona de menor superficie, reservada al taller eléctrico y los transformadores para servicios auxiliares. Con sus dilatadas dimensiones, 131 metros de longitud y 30,7 metros de luz, la edificación respondía a una marcada sobriedad. La estructura de hormigón premoldeado estaba organizada en elementos transversales, dispuestos a una distancia de 5,9 metros. Se compuso a partir de un sistema de pilares llamados a sostener las vigas del puente grúa y de cerchas, sustentadas isostáticamente sobre estos. Hemos de destacar, de nuevo, el innovador empleo del hormigón prefabricado y sus indudables ventajas, teniendo en consideración su versatilidad, facilidad de montaje y desmontaje, así como la oportunidad de dar solución al problema de cobertura de grandes luces (Fig. 8).

La cubierta fue concebida y ejecutada con arcos prefabricados de hormigón armado apoyados sobre pilares, incorporando en uno de los estribos articulación fija, mientras que en el otro la articulación era desplazable. De extrema simplicidad, las cerchas que fueron empleadas estaban formadas por pares y tornapuntas intermedios de hormigón armado, con tirante de tres redondos de acero al descubierto²³. Tanto la iluminación como la ventilación se consiguieron con la incorporación una fila de vanos de carpintería metálica, sobre los cuales, en las fachadas laterales, fue situado un ventanal corrido de hormigón al objeto de incrementar la cantidad de luz y de aireación. En la parte superior, fue dispuesta una última fila de huecos organizada en dos partes: una de ellas, la mayor, cerrada con hormigón translúcido, mientras que la menor incorpora persiana fija metálica. El cierre de

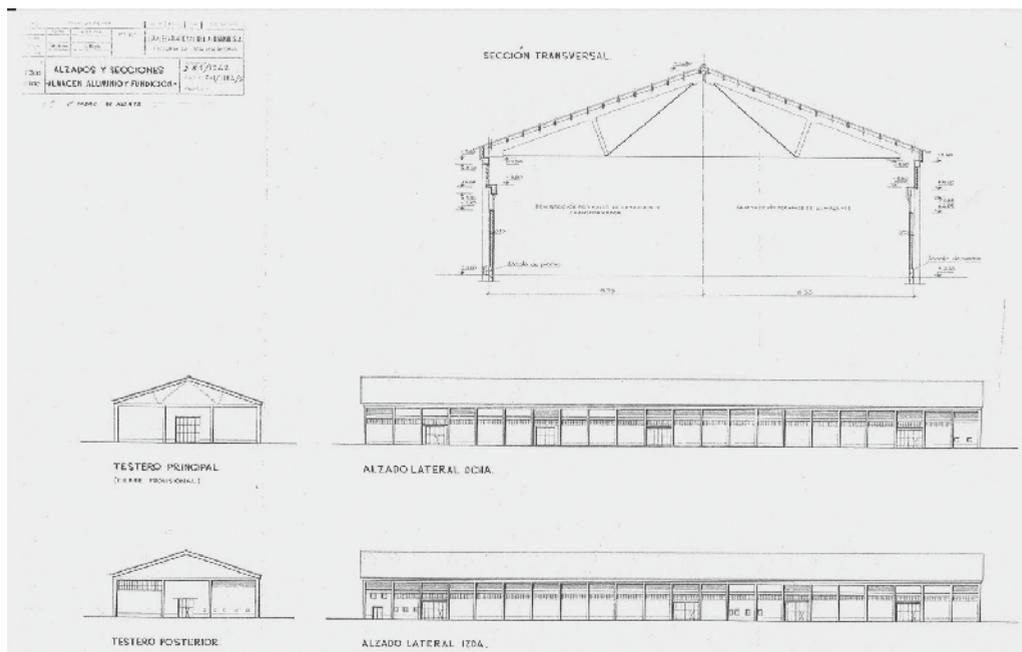


Fig. 8. Alzado y secciones del edificio destinado a almacén de aluminio y fundición de ENDASA, proyectado por Carlos Fernández Casado. Fuente: Archivo Histórico de ENDASA

la fachada se realizó con bloques de hormigón, incorporando un zócalo de sesenta y cinco centímetros de mampostería, carpintería de hormigón armado y persianas de fibrocemento en los huecos de ventilación²⁴ (Fig. 9).

Adoptando una disposición paralela a este inmueble fueron levantadas dos naves gemelas dedicadas a electrólisis, con 360 metros de longitud y 25,40 metros de anchura respectivamente. Lo racional, la reducción a lo esencial y la búsqueda de lo imprescindible imperaron en su diseño. Como sistema de cubrición se optó por un perfil de arco. Sobre un apoyo fijo de cerchas fue situado un doble tablero de rasilla, terraza a la catalana con baldosín y cubreaguas de chapa de zinc. La fábrica, de ladrillo encalado, incorporó zócalo de mampostería a una altura de 0,65 metros, alternando con esbeltas pantallas coloreadas. Al objeto de favorecer las condiciones lumínicas y de ventilación, fueron adoptadas distintas soluciones de vanos. Así, en la zona inferior fueron abiertas ventanas graduables, con carpintería metálica practicable, alcanzando una altura de 1,25 metros; a continuación se situó una serie de ventanales de hormigón armado,



Fig. 9. Nave destinada a fundición en proceso de construcción, 1957. Fuente: Archivo Histórico de ENDASA

elevados 1,75 metros. Sobre esta última serie y por encima de una franja de paramento encajado, corrían otros vanos de hormigón e idéntica altura, sobre los que se elevó una zona de persianas graduables de fibrocemento. A todo ello hay que sumar la presencia de dos nuevas series de huecos en la cubierta, cerrados por persianas, fijas en este caso, del mismo material. Los vanos facilitaban la iluminación y la ventilación de ambas naves, habilitándose igualmente tomas de aire inferiores, a la altura del suelo que, a través de canales subterráneos, desembocaban bajo los hornos de electrólisis. Mediante esta solución eran generadas las corrientes ascendentes necesarias para producir el arrastre de los humos y del polvo que pudieran encontrarse en el interior de las naves (Fig. 10).

4. La Sociedad Ibérica del Nitrógeno

Uno de los proyectos más ambiciosos emprendidos por Carlos Fernández Casado fue el desarrollado para la Sociedad Ibérica del Nitrógeno entre finales de la década de 1940 y la de 1960. Dio como resultado una monumental instalación integrada por un vasto conjunto de edificaciones adscritas a un vocabulario racionalista en el que se hizo primar la lógica severa, la desnudez estructural y la sinceridad²⁵. Los orígenes de Sociedad Ibérica del Nitrógeno se sitúan el 16 de octubre 1923, fecha de constitución de la empresa. Su primera iniciativa había sido la instalación de una factoría en Langreo, cuya puesta en funcionamiento se produjo en 1925²⁶. Se dedicó a la producción de compuestos nitrogenados por vía sintética, sin duda uno de los

sectores que mayor interés entrañaban para España por sus aplicaciones a la agricultura. A este respecto la empresa contó con colaboración técnica francesa para la explotación de patentes, en concreto de *L'air liquide* y de la *Societe Chimique de la Grande Paroisse*.

Su etapa más intensa, en lo que a producción se refiere, se sitúa a partir de 1942, año en el que es elaborado el *Plan del Nitrógeno*, por parte del Instituto Nacional de Industria, con la voluntad de intervenir en la industria española de nitrogenados y derivados. De tal modo la sociedad, declarada previamente empresa de interés nacional, por Decreto 18 de abril de 1941, pasó a contar con la participación del Estado. En este contexto fue desarrollado un proyecto de ampliación de la factoría cuyo principal objeto fue modernizar las dotaciones existentes y levantar unas nuevas instalaciones, contando con el apoyo técnico de la sociedad italiana *Montecani Società Generale per l'Industria Mineraria e Chimica*, con sede en Milán. Las nuevas y modernas dotaciones contarán, entre sus principales servicios, con taller y almacén de sulfato, taller mecánico, taller de síntesis para la fabricación de amoníaco, refrigerante, taller de oleum, almacén de materias primas, nave de fabricación, marquesina para vehículos, depósito de aguas, gasómetro, parque de piritas, estación depuradora, gasógenos, almacén de nitrato amónico, taller de nitrato amónico y almacén de abonos ternarios (Fig. 11).

Siguiendo las especificaciones técnicas de la *Montecani Società*, Fernández Casado se hizo cargo del proyecto de una fracción importante

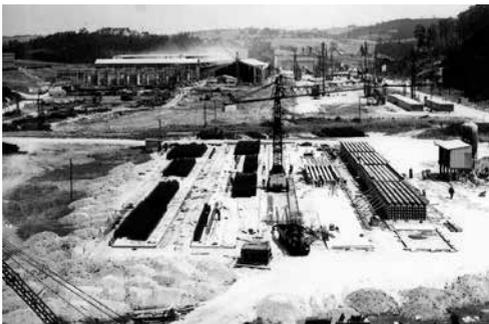


Fig. 10. Naves gemelas de electrólisis en proceso de construcción, 1957. Fuente: Archivo Histórico de ENDASA



Fig. 11. Vista parcial de las instalaciones de la Sociedad Ibérica del Nitrógeno siguiendo el proyecto de Carlos Fernández Casado. Fotografía: Carlos Lorite

de las construcciones²⁷. Entre ellas, las dedicadas a producción y almacenamiento de sulfato amónico, situadas en el eje central de la fábrica. Se trata de un conjunto constituido por la adhesión de dos volúmenes, uno de ellos destinado a la producción de sulfato y otro concebido como almacén del producto. El primero, a su vez, estaba integrado por dos cuerpos dispuestos a diferente altura: el de mayor envergadura alojaba los saturadores mientras que el menor se dedicaba a los centrifugos y estaba provisto de un puente grúa. Ambos contaban con amplias claraboyas al objeto de facilitar el desahogo de las eventuales dispersiones de vapor ácido en el ambiente. Compartiendo medianera con el taller de sulfato se disponía la nave de almacenamiento, concebida en un sentido abiertamente funcionalista, enfatizando la diafanidad del espacio interior. Con planta rectangular y acusado sentido longitudinal, presentaba unas dimensiones generosas de 28 x 111,21 metros y una altura hasta el tirante de los arcos de 12,60 metros. En su morfología, el inmueble venía condicionado por su función de almacenamiento, por lo que se presentaba herméticamente cerrado al agua y sin comunicación alguna con el exterior con el propósito de impedir el acceso de aire que pudiera ceder humedad al producto depositado. Estructuralmente, la nave estaba compuesta por entramados transversales, con arcos de tres articulaciones de tirante inferior, apoyados sobre pilares. Al exterior, los lienzos murales se disponían pautadamente reticulados por medio de la sucesión de pilares, en sentido vertical, así como de impostas horizontales, entre las que se abrían vanos dispuestos a dos alturas. Este carácter pautadamente reticulado sólo se veía interrumpido por la incursión de marquesinas, compuestas a base de láminas cilíndricas de directriz circular, con una composición similar a la adoptada en el edificio destinado a marquesina para vehículos. Concebido a inicios de la década de 1950, este edificio se emplazaba en el extremo occidental de la fábrica, siendo su función primigenia la de alojar vehículos, para más adelante servir como estación de servicio de combustible. A nivel de estructura fue compuesto a partir de diez pies derechos de hormigón que sustentaban un entramado de láminas cilíndricas de directriz circular.

En el sector oriental del conjunto fue levantado el almacén de nitrato, funcionando como fachada visible al exterior de las instalaciones. Obedece a un primer proyecto de Fernández Casado fechado en 1951, aunque experimentó una ampliación posterior, en 1964, que siguió en todo caso las directrices de nuestro autor. Fue organizado con planta rectangular incorporando entramados transversales con arcos de tres articulaciones apoyados sobre pilares. Estos, al igual que las vigas y las pantallas, tanto inclinadas como verticales, que integran la construcción fueron moldeados in situ. La cubierta, premoldeada, fue concebida partiendo de un complejo sistema de semiarcos verticalmente adosados, con encofrado inferior común. En este sector oriental fueron asimismo dispuestos los edificios destinados a la instalación de oleum, organizados en tres espacios: nave de hornos, nave de absorción y contacto, e instalación de filtrado y secado. Una de las soluciones más interesantes adoptadas en este caso fue la de la cubierta, mediante un sistema de cerchas premoldeadas, elevadas sobre pilares y enlazadas entre sí por medio de vigas longitudinales también premoldeadas. Por su parte, el almacén general de efectos, realizado siguiendo el proyecto de Fernández Casado entre 1950 y 1951, se organizó como una nave de sesenta metros de longitud y veinte metros de anchura. Su estructura venía dada por la incorporación de entramados transversales compuestos por dos pilares enlazados en altura mediante arcos de tres articulaciones atirantados. En sus inmediaciones se situó la subestación transformadora debida asimismo al diseño del ingeniero, en 1952. Se trata de una construcción de planta rectangular integrada por tres crujiás y desarrollada a doble altura, cuyos lienzos murales quedaban articulados mediante la incursión de ventanales de hormigón de orientación horizontal, rítmicamente acompasados (Fig. 12).

Con carácter más tardío, en 1966, fue levantado el conjunto formado por la nave y almacén de fabricación de abonos compuestos, ambos conectados por una pasarela. El prototipo constructivo seguido por el ingeniero para el almacén, tomaba como referente el previamente aplicado en los almacenes de nitrato y de sulfato. Con un marcado desarrollo longitudinal, se dispuso a modo de nave de planta rectangular,



Fig. 12. Interior de la nave que alojaba el almacén de nitrato. Fotografía: Carlos Lorite

estructurada a partir de catorce módulos con junta de dilatación intermedia. La estructura principal quedaba conformada por dos pilares sobre los cuales se hacía descansar un arco atirantado. El espacio inferior se veía cerrado con bovedillas de hormigón armado. Adoptando una disposición perpendicular al almacén fue dispuesta la nave de fabricación, cuya concepción estaba en buena medida condicionada por la disposición de sus instalaciones y la ubicación de la maquinaria. La edificación, de planta rectangular, se desarrolló en tres alturas completas y una entreplanta parcial, presentando cubrición a doble vertiente. Estructuralmente se organizó en siete entramados transversales de dos crujías, con vigas horizontales para los pisos los pisos y vigería inclinada en la cubierta. Entre ambas naves, como previamente se ha indicado, fue dispuesta una pasarela que salvaba trece metros de luz. Emplazado fuera del perímetro de las instalaciones, el almacén para abonos ternarios, fechado en 1967, de hormigón premoldeado, presentaba como nota más distintiva una sugerente articulación mural, a partir de una retícula generada por la superposición de pilares e

impostas. Cerraba el conjunto de edificaciones de la Sociedad Ibérica del Nitrógeno una monumental torre de refrigeración, troncocónica, que partía de una estructura previa reformada y ampliada siguiendo, en 1967, el proyecto de Fernández Casado²⁸.

5. La intervención de Carlos Fernández Casado en la Central de Soto de Ribera

La última de las labores emprendidas por Carlos Fernández Casado a la que haremos referencia es la llevada a cabo con motivo de la implantación de la Central de Soto de Ribera. Esta fue promovida a partir de la comunidad de bienes constituida por las sociedades anónimas Electra de Viesgo, S.A., Compañía Eléctrica de Langreo, S.A. e Hidroeléctrica del Cantábrico, S.A.²⁹. Al diseño del ingeniero se deben la presa de derivación y el pontón que, dando acceso al conjunto de la central, están fechados en los años 1960 y 1961³⁰. Este proyecto ha de ponerse en relación con una de las principales actividades desarrolladas por nuestro autor, a saber, los proyectos de puentes realizados por encargo

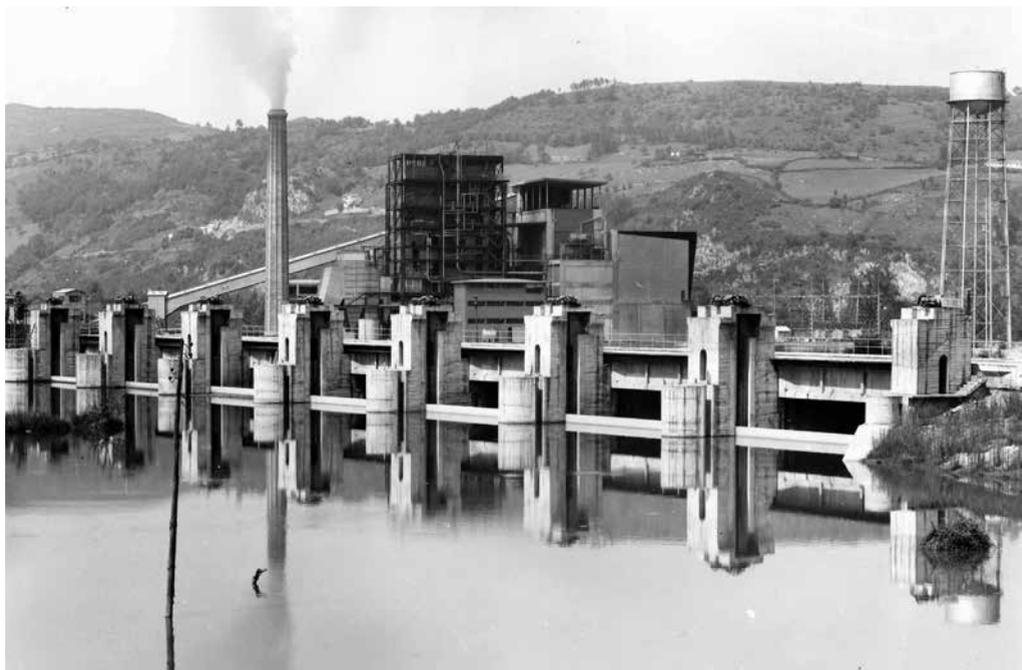


Fig. 13. Presa de las Segadas diseñada por Carlos Fernández Casado, 1963. Fuente: Archivo de la Central Térmica de Soto de Ribera

de diversos organismos y, en particular, por la Jefatura de Puentes y Estructuras dependiente del Ministerio de Obras Públicas³¹. Su entrada como funcionario en el Ministerio de Obras Públicas se produjo en 1949, prolongándose hasta 1963; no obstante, tras esa fecha continuó trabajando como ingeniero asesor para la Jefatura hasta que esta se disolvió en 1968. A su cargo corrió el proyecto de más de treinta puentes, así como la dirección de obras de la mayor parte de estos³² (Fig. 13).

La presa de derivación de la central fue concebida como una obra de compuertas que servía, al propio tiempo, como puente para el ferrocarril y carretera de paso para vehículos rodados. Se situó inmediatamente aguas abajo de la confluencia de los ríos Nalón y Caudal. El azud de derivación fue compuesto partiendo de una solera de hormigón en masa, enrasada a la cota 123,5 metros del fondo del cauce. Sobre esta solera, cimentada sobre pilotes apoyados en roca firme, fueron dispuestas siete pilas de hormigón armado, de tres metros de anchura. Estas servían de soporte a las guías de siete compuertas

verticales de tipo vagón, con cuatro metros de altura y dieciséis de luz. La última compuerta, organizada a idéntica altura, contó únicamente con cuatro metros de luz³³. Los vanos se salvaron con tramos independientes de hormigón armado apoyados en las pilas. En su coronación fueron situados los mecanismos eléctricos que permitían la elevación de los portones. Siguiendo esta disposición, estando las compuertas cerradas, era posible obtener un calado de agua de cuatro metros, suficiente para realizar la derivación de los caudales (Fig. 14).

El puente situado sobre la presa servía de acceso a la central por carretera y ferrocarril. Conviene tener en cuenta que la procedencia en origen del carbón que alimentaba la planta térmica era regional³⁴. De hecho, su transporte desde las cuencas hulleras del Caudal y del Nalón dejó una evidente huella en la implantación de la central tanto en el tendido férreo, como en la carretera que dio acceso a las instalaciones. Dos ramales de ferrocarril, el de RENFE y el de la Sociedad del Ferrocarril Vasco-Asturiano –integrada en 1972 en FEVE³⁵–, en su línea Oviedo-Ujo Taruelo, el



Fig. 14. Central con la Presa de las Segadas, 1970. Fuente: Archivo de la Central Térmica de Soto de Ribera

primero de ancho ibérico y el segundo de vía estrecha, llegaban a las instalaciones por medio de sendas vías apartadero. El enlace con la vía general de RENFE utilizaba la presa de derivación para salvar el río Nalón, continuando el trazado de la vía apartadero, por la margen derecha del río, hasta la estación de Soto de Rey. Formaban el paso de ferrocarril dos vigas de 2,35 metros de canto, separadas entre sí 8,8 metros³⁶ (Fig. 15).

En el estribo derecho de la presa fue levantado un muro de hormigón destinado a proteger el pie de los taludes de los terraplenes, construidos para dar acceso a la carretera y a la vía del ferrocarril. En su estribo izquierdo se dispuso un segundo muro de hormigón de ciento setenta metros de longitud. El embalse generado por la presa de derivación abastecía de agua de refrigeración a la central. Siguiendo un programa periódico de apertura de las compuertas de la presa, a fin de provocar corrientes de fondo de suficiente velocidad, era posible limpiar el embalse de sedimentos, reduciendo al mínimo



Fig. 15. Presa de las Segadas, 1970. Fuente: Archivo de la Central Térmica de Soto de Ribera

el caudal sólido antes de su entrada en los circuitos de refrigeración. Con idéntica intención fue proyectada la toma de agua, a partir de un ingenioso dispositivo. Este consistió en prolongar la pila de la presa más próxima al estribo izquierdo, aguas arriba, enrasándola por encima del nivel del embalse. De este modo, frente al bocal de captación, fue generado un canal de pequeña anchura, que quedaba libre de los sedimentos que pueden formarse en el embalse. A ello contribuyó, asimismo, la instalación de una compuerta que, desplazada a lo largo del canal, podía calarse hasta el punto que la corriente de fondo fuese lo suficientemente fuerte como para arrastrar las partículas más pesadas.

6. A modo de conclusión

Con este artículo nos hemos acercado a la relevante labor desarrollada por Carlos Fernández Casado en la concepción de espacios de la industria. A través de los ejemplos considerados se ponen de relieve algunos de los parámetros esenciales a los que respondió su trabajo y que, en esencia, podríamos sintetizar en la adopción de un lenguaje sencillo y depurado, caracterizado por la racionalidad, la innovación tecnológica y la voluntad de perfeccionamiento.

NOTAS

¹ Este trabajo se adscribe al Proyecto de Investigación auspiciado por el Ministerio de Ciencia e Innovación *Espacios portuarios y villas costeras: modelos de estrategias urbanísticas y patrimoniales en regeneración y transformación del litoral asturiano* (HAR2011-24464).

² C. Fernández Casado, C. "Expresión geográfica de las obras del ingeniero", *Estudios Geográficos*, Madrid, 1954.

³ De particular relevancia en este sentido es la consulta de la obra de L. Fernández Troyano, L. (coord.), *Carlos Fernández Casado. Ingeniero*, Servicio de Publicaciones del Ministerio de Fomento, Madrid, 2007.

⁴ Véase J. San Baldomero Ucar, *Ingeniería y filosofía: Carlos Fernández Casado y Xavier Zubiri*, Instituto de Estudios Riojanos, Logroño, 1992.

⁵ En A. Bonet Correa, L. Fernández Troyano y J. Manterola Armisen, *Carlos Fernández Casado (1905-1988)*, Fundación Esteyco, Madrid, 1997, pp. 113 y ss.

⁶ El ingeniero Sánchez del Río (1898-1980) es uno de los máximos responsables de la introducción de la arquitectura moderna en Asturias. A su cargo corrieron proyectos tan interesantes como el del Depósito de aguas de El Cristo, en Oviedo, el Mercado de abastos de Pola de Siero, o el Taller de Cañones de la Fábrica de Armas de Oviedo, entre otros. A propósito de su obra puede consultarse P. Cassinello y B. Revuelta (dir.), *Ildefonso Sánchez del Río Pisón. El ingenio de un legado*, Fundación Juanelo Turriano, Madrid, 2011.

⁷ El Centro de Estudios Históricos de Obras Públicas y Urbanismo, CE-HOPU, custodia el archivo de la oficina técnica de Carlos Fernández Casado que cuenta con casi un millar de expedientes de los proyectos realizados, así como numerosas fotografías, documentos y objetos que dan cuenta de sus actividades profesionales, <http://www.cehopu.cedex.es/cfc/cfcindex.htm>

⁸ En A. Bonet Correa, L. Fernández Troyano y J. Manterola Armisen, Op. Cit., pp. 56 y ss.

⁹ Véase F. Quirós Linares, "Nueva fábrica de zinc electrolítico en Cartagena", *Estudios Geográficos*, Madrid, 1961, pp. 121-122.

¹⁰ Sobre la relación entre ingenieros y arquitectos y el papel que ambos profesionales han desempeñado en la adopción del lenguaje propio del Movimiento Moderno en lo que se refiere a la arquitectura industrial puede consultarse J. R. Alonso Pereira, "La arquitectura de los aprovechamientos hidroeléctricos en Galicia", en Landrove, S. (ed.), *Arquitectura e Industria Modernas. 1900-1965*, Actas del Segundo Seminario de DO.CO.MO.MO Ibérico, Sevilla, 2000, pp. 165 y ss.

¹¹ Podemos recurrir para abordar estos aspectos a N. Pevsner, *Pioneros del Diseño Moderno. De William Morris a Walter Gropius*, Ediciones Infinito, Buenos Aires, 1972, pp. 221 y ss.

¹² Véase C. García Braña, S. Landrove y A. Tostões. (ed.), *La arquitectura de la industria, 1925-1965*, Fundación DO.CO.MO.MO Ibérico, Barcelona, 2005, pp. 112-135.

¹³ La creación de esta empresa se encuentra relacionada con el proceso de revitalización económica en el que España comenzó tímidamente a entrar en la década de 1940 y, a un ritmo más decidido, en los años 1950, en un escenario marcado por un acusado intervencionismo estatal. Conviene recordar que el *Instituto Nacional de Industria*, inspirado en el *Istituto per la Ricostruzione Industriale* (IRI) italiano, fue creado por la Ley de 25 de septiembre de 1941, con el fin de incentivar la creación de nuevas empresas industriales e idear diversos planes industriales para promover el desarrollo de la nación dentro de una visión autárquica de la economía. Véase J. A. Suárez Fernández, *El Instituto Nacional de Industria, eje de la industrialización española*, Instituto de Estudios Políticos, Madrid, 1963.

¹⁴ La instalación de la planta avilesina venía precedida por un experimento siderúrgico fallido, Siderúrgica Asturiana, S.A., SIASA, empresa constituida en Madrid, en 1942, dedicada a la obtención de chatarra sintética, a partir de minerales férricos de baja ley, apta para su consumo en el horno

alto. En el capital de la factoría, que comenzó a construirse en San Juan de Nieva en 1942, durante el bienio 1948-1950, se produjo la participación del INI para, en 1968, quedar integrada en el complejo productivo de ENSIDESA. En M. J. González, "De la reconstrucción nacional a la industrialización mercantilista. Dos décadas de dirigismo", en M. J. González (direct.), *Hierro y acero ante la mundialización: una perspectiva histórica*, Aceralía, Grupo Arcelor, 2004 pp. 83-87.

¹⁵ Archivo Histórico de ENSIDESA, *Memoria del ejercicio de 1953*.

¹⁶ C. Fernández Casado y A. Hidalgo Fernández-Cano, "Vigas trianguladas con pretensado parcial en el taller de laminación de la Ensidesa de Avilés", *Informes de la Construcción*, nº 102, Instituto Técnico de la Construcción y el Cemento, Madrid, 1958.

¹⁷ Entre las cubiertas prefabricadas diseñadas por Fernández Casado una de las más notorias fue la de la estación de trolebuses de Madrid, formada por arcos de hormigón, de 37 metros de luz, construida en 1950. En A. Bonet Correa, L. Fernández Troyano y J. Manterola Armisen, Op. Cit., p. 27.

¹⁸ Las instalaciones pertenecen actualmente a Fertiberia, empresa especializada en el sector de fertilizantes. La desvinculación de la planta de abonos de su propietaria original, ENSIDESA, tuvo lugar en 1974, cuando en el Instituto Nacional de Industria, INI, fue tomada la decisión de separar las plantas químicas de todas las empresas participadas y de crear la Empresa Nacional de Fertilizantes, Enfersa, con sedes principales en Avilés, Cartagena y Puertollano. En 1989 Enfersa se fusiona con Ercros – creada, a su vez, a partir de la fusión de otras dos empresas del sector, Explosivos de Río Tinto y Cross – dando origen, como filial, a Fesa-Enfersa. Tras un complicado proceso, en 1995, surgió Fertiberia.

¹⁹ La planta estaba destinada a producir unas 420.000 toneladas de nitrato amónico cálcico –NAC –apto para el consumo agrícola, junto con diversos abonos complejos, binarios y ternarios, a partir de ácido fosfórico y potasa. Se trata de abonos complejos de fosfato monoamónico y diamónico

–NP– así como ternarios –NPK– ricos en nitrógeno, anhídrido fosfórico y potasa. La materia prima inicial era el amoniaco producido en el Departamento de Industria Química de ENSIDESA a partir del gas excedente de los hornos de coque.

²⁰ Véase N. Tielve García “La fábrica de abonos de ENSIDESA: lógica moderna en el diseño de un espacio industrial”, en M. A. Álvarez Areces (coord.) *Patrimonio Industrial Agroalimentario. Testimonios cotidianos del diálogo intercultural*, CICEES, Incuna, 2009, pp. 565 y ss.

²¹ A partir de la fusión de ENDASA, en el año 1985, con ALUGASA, fue creado el grupo INESPAL, constituido con capital eminentemente público. El 23 de enero de 1998, fue concedida a la Sociedad Estatal de Participaciones Industriales, SEPI, heredera del INI, por parte del Consejo de Ministros, la venta del grupo a la multinacional estadounidense Alcoa, traspasando nueve fábricas - San Ciprián (Lugo), Avilés (Asturias), La Coruña, Amorebieta (Vizcaya), Alicante, Sabiñánigo (Huesca) y Noblejas (Toledo).

²² Véase N. Tielve García “La intervención del ingeniero Carlos Fernández Casado en ENDASA: ejemplo modélico dentro de la concepción de un espacio industrial”, en M. A. Álvarez Areces (coord.) *Del hierro al acero. Forjando la historia del Patrimonio Industrial metalúrgico*, CICEES, Incuna, 2008, pp. 183 y ss.

²³ Las cerchas iban apoyadas sobre pilares a través de un sistema de articulación fija en un extremo y articulación móvil de hormigón armado en otro. Dichos pilares presentaban una sección en la base de 75 x 40 y quedaban arriostrados longitudinalmente por la viga de puente grúa y por una viga de coronación. Fueron cimentados sobre macizos de hormigón en masa que llegaban hasta el firme. La dilatación de la nave se recogía por medio de bielas de hormigón situadas encima de las pilas. El cubrimiento se llevó a cabo con planchas de fibrocemento, sobre viguetillas sección doble T (0,28 x 0,12), apoyadas directamente sobre las cerchas. Estas quedaban, además, enlazadas por cuatro vigas riostras, dos en cumbre

y otras dos en los nudos intermedios, montados previamente a la soldadura de las cerchas, al objeto de asegurar su estabilidad transversal.

²⁴ La división de las dos dependencias principales de la nave –fundición y almacén de aluminio– se realiza a partir de un muro de ladrillo de un pie, con pilastras intermedias, cuya altura llegaba a los 4,50 metros, a fin de permitir el paso del puente grúa. En el muro hastial oeste fue abierta una puerta con objeto de permitir la entrada de camiones o vagones. Junto a los hornos de fundición y los hornos basculantes, en el interior de esta nave se alojaron la colada continua horizontal y la colada semicontinua en agua, además de la cadena lingotera y la máquina para fabricación de hilo de aluminio.

²⁵ En C. Fernández Casado, “La factoría de Barros (La Felguera) de la Sociedad Ibérica del Nitrógeno”, *Informes Técnicos de la Construcción*, nº 95, Instituto Técnico de la Construcción y el Cemento, Madrid, 1954.

²⁶ La Sociedad Ibérica del Nitrógeno contó con dos centros productivos: el primero, emplazado en Vega en la década de 1920, y un segundo levantado a partir de mediados de la década de 1940 entre la parroquia de Barros y La Felguera. Los terrenos para su emplazamiento original fueron cedidos por la Sociedad Metalúrgica Duro Felguera, cuya factoría se levantaba en las inmediaciones y de la que se aprovechaba tanto el suministro eléctrico como los gases excedentes de las baterías de cok para la producción de compuestos nitrogenados. Véase G. OJEDA, *Duro Felguera. Historia de una gran empresa industrial*, Grupo Duro Felguera S.A., Oviedo, 2000, p. 177.

²⁷ CEHOPU, *Factoría Barros de la Sociedad Ibérica del Nitrógeno en La Felguera*, Fondo FC-090.

²⁸ Una parte de estas edificaciones ha sido incluida en el Registro Industrial del D.O. CO. MO. MO. Ibérico. Véase C. García Braña, S. Landrove y A. Tostões. (ed.), Op. Cit., pp. 112-135.

²⁹ Archivo Histórico Central Térmica de Soto de Ribera, *Proyecto de la Central Térmica de Mieres, Documento nº 1, Memoria*, 1959.

³⁰ Véase N. Tielve García, *Arquitectura Moderna en la Central de Soto de Ribera. La obra de Ignacio Álvarez Castelao y Carlos Fernández Casado*, CICEES, Consejería de Cultura del Principado de Asturias, 2009.

³¹ En A. Bonet Correa, L. Fernández Troyano y J. Manterola Armisén, Op. Cit., pp. 33 y ss.

³² Carlos Fernández Casado diseñó puentes de arco de hormigón en masa –tales como el de Mérida, sobre el río Guadiana, concluido en 1959– puentes de arco prefabricado –como el de la Chantrea, sobre el río Arga, en Pamplona, concluido en 1961–, puentes de hormigón armado –como el de Palmones, en Algeciras, concluido en 1954– y de hormigón pretensado– estructuras construidas en avance en voladizo por dovelas prefabricadas, como el de Los Vados, realizado por Hidrocivil, entre los años 1969 y 1971.

³³ Archivo Histórico de la Central Térmica de Soto de Ribera, *Proyecto de la Central Térmica de Mieres*, 1959.

³⁴ Actualmente, la materia prima regional es tan sólo testimonial, ya que la mayor parte del carbón procede del mercado exterior.

³⁵ El 15 de abril de 1972 se produjo el traspaso a FEVE de las concesiones del Ferrocarril Vasco-Asturiano y el cese de explotación por la compañía. En Fernández López, J., “Las fechas de los ferrocarriles asturianos”, recogido en J. Fernández López, P. González Lafita y P. García Quirós (coord.), *Asturias y el ferrocarril*, Trea, Gijón, 1999, p. 281.

³⁶ Los tableros fueron contruidos mediante prefabricación de dovelas, cuya ejecución se llevó a cabo en un taller en obra, situado en las inmediaciones del puente. Cada viga, de dieciséis metros de luz del puente de carretera, fue subdividida en nueve dovelas de 1,67 metros de longitud. Mientras, las del puente de ferrocarril, se subdividieron en 11 dovelas de 1,37 metros de longitud. Las dovelas fueron transportadas y montadas, con junta húmeda, en el tablero adyacente, para ser lanzadas, longitudinalmente, a su situación definitiva mediante un sistema de bípodes y cabrestantes.