

Universidad Politécnica de Madrid
Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid

PROGRAMA DE DOCTORADO EN CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN
DEL PATRIMONIO ARQUITECTÓNICO

**PATRIMONIO INDUSTRIAL HIDRÁULICO.
PAISAJE, ARQUITECTURA Y CONSTRUCCIÓN EN LAS PRESAS Y
CENTRALES HIDROELÉCTRICAS ESPAÑOLAS DEL SIGLO XX**

Tesis Doctoral

Javier MOLINA SÁNCHEZ
Arquitecto

Dirigida por:

D. Fernando VELA COSSÍO
Doctor en Geografía e Historia

2015

A Luis y Ana, mis padres,
por haberme ayudado tanto estos difíciles años.

A mi mentor, Fernando.
Sin él nada de esto hubiera sido posible.

A mis cachorros: Elio, Irene y Darío,
siempre juntos, siempre unidos...

A mi mujer, Susana, por todos aquellos
pequeños momentos del día llenos de ti.

*Hic Situs Est
Sit Tibi Terra Levis*

ABSTRACT / RESUMEN

This PhD thesis deals with the study, from an architectural, constructive and landscape point of view to a type of industrial heritage: the dams and hydroelectric power plants built in Spain during the twentieth century. These examples studied have been chosen because of they have been designed by relevant architects in the History of Spanish Architecture in cooperation with distinguished engineers forming a rewarding multidisciplinary team.

We will analyze figures like Antonio Palacios, Fernández Shaw or Miguel Fisac in collaboration with engineers like Carlos Mendoza, Miguel Otamendi or Eduardo Torroja. This is not only to make a catalogue of heritage but also to search the essence of them, what makes them different from other industrial buildings in order to generate a workflow to allow us to extrapolate this methodology to other fields of knowledge of Industrial Heritage.

First, we must define the physical areas that will develop this PhD. The timeframe in which this research is inserted includes the twentieth century because, although there are regulatory and supply dams since ancient times, it was not until early last century when the water stored was used to drive turbines and produce electricity at the power plants. This event raised a new industrial architectural type that has a specific characteristic that sets it apart from other industrial buildings: the relationship established between the central and the dam that necessarily must exist for supplying water. So aesthetic, constructive and landscape possibilities are opened. The design of two such different elements such as the little power plant station and the dam with its gigantic scale and immensity of water containing, can lead to and overwhelming beauty.

Secondly, the geographical setting in is Spain, which has a long tradition in the construction of dams from the Roman Empire, with unquestionable technical quality and aesthetics.

Esta tesis se ocupa del estudio, desde un punto de vista arquitectónico, constructivo y paisajístico, de una serie de conjuntos de patrimonio industrial muy específicos: las presas y centrales hidroeléctricas construidas en España durante el siglo XX. Los ejemplos aquí estudiados han sido escogidos con un criterio muy preciso: todos ellos han sido concebidos, diseñados, proyectados, construidos o ejecutados por arquitectos relevantes en la Historia de la Arquitectura española en cooperación con distinguidos ingenieros, formando un enriquecedor equipo multidisciplinar.

Analizaremos por tanto la Arquitectura Industrial Hidráulica de figuras como Antonio Palacios, Casto Fernández-Shaw, Joaquín Vaquero Palacios, Ignacio Álvarez Castelao o Miguel Fisac en colaboración con ingenieros de la talla de Carlos Mendoza, Juan José Elorza, Miguel Otamendi, Luciano Yordi o Eduardo Torroja. No se trata solamente de realizar un catálogo de elementos patrimoniales sino de, yendo más allá, al fondo del asunto, buscar en la esencia de los mismos qué es lo que los hace diferentes del resto de construcciones industriales, para poder generar una dinámica de trabajo que nos permita extrapolar esta metodología a otros campos del conocimiento del Patrimonio Industrial.

Para ello deberemos en primer término delimitar los ámbitos físicos en los que se va a desarrollar esta tesis. El marco temporal en el que se inserta este trabajo de investigación comprende el siglo XX, porque, si bien las presas de regulación y abastecimiento existen desde muy antiguo, no es hasta principios del siglo pasado el momento en el que se aprovecha la enorme cantidad de agua que acumula un embalse para utilizarla, a modo de molino harinero o fábrica de luz gigantesco, para mover las turbinas (antes ruedas), y producir energía eléctrica en las centrales. Surge así un nuevo tipo arquitectónico industrial que tiene una peculiaridad concreta que lo diferencia del resto de edificios industriales: la relación que se establece entre la central y el embalse que, necesariamente, debe existir para suministrarle agua. De esta manera, las posibilidades estéticas, constructivas y paisajísticas que se abren al diseñar dos elementos tan dispares como son el edificio contenedor, perfectamente delimitado en el espacio de sus cuatro paredes, y la presa, con su escala gigantesca y la inmensidad del agua que contiene, son múltiples y pueden dar lugar a conjuntos industriales de una belleza sobrecogedora.

En segundo lugar, el marco geográfico en el que se ubica la tesis es España, un país que, si bien se incorporó tarde a la Revolución Industrial, sí tiene una larga tradición en la construcción de presas desde la época del Imperio Romano, por las peculiaridades hidrográficas y geográficas de la Península Ibérica (grandes cordilleras montañosas con valles muy cerrados y ríos de gran caudal pero muy variable), y de una calidad técnica y estética incuestionable. Además, se da la circunstancia de que, sobre todo a partir de la segunda mitad del siglo XX, por cuestiones económicas ligadas al

régimen franquista, se van a construir una cantidad excepcional de embalses en la Península Ibérica, lo que explica que España haya sido hasta el año 1989 el segundo país del mundo en densidad de presas por millón de habitantes, sólo por detrás de Suiza.

Por eso también resulta pertinente estudiar el complejo entramado empresarial de las compañías eléctricas que componen el mercado eléctrico español. La fuerte inversión en obras hidráulicas promovida desde las altas esferas del régimen en los años cincuenta y sesenta estimuló no sólo a las compañías a emprender la construcción de un elevado número de centrales, sino también a los técnicos, arquitectos e ingenieros de prestigio, a desarrollar nuevas formas de expresión en este ámbito. Éstos, contratados por unas empresas eléctricas que buscaban construir una nueva imagen representativa que les otorgara visibilidad y los diferenciara del resto, dedicarían por ello una especial atención al diseño de los propios contenedores, cuando en realidad lo más importante en esta clase de construcción industrial es, naturalmente, su contenido y su dimensión tecnológica.

El elevado número de ejemplos representativos y su gran interés, hacen de este campo de investigación uno de los más sugestivos del patrimonio industrial en España. Sin embargo, apenas se han tratado desde el punto de vista arquitectónico muchos de estos conjuntos. Estas arquitecturas de la industria hidroeléctrica han sido hasta ahora poco estudiadas desde el punto de vista de los arquitectos que colaboraron en ellas, salvo en obras contadas, y casi siempre ocupan muy poco espacio en los trabajos de alcance general.

Con estos antecedentes, este trabajo de investigación ha pretendido ofrecer una visión más amplia, completa e interrelacionada de estas interesantes obras de la industria hidroeléctrica, acercándose a ellas desde el análisis arquitectónico y aportando material inédito obtenido tanto de las visitas a los edificios en cuestión como de los archivos históricos consultados.

No estamos tratando de ingeniería arquitectónica, o de arquitectura industrial, sino de algo que va más allá y trasciende las tradicionales formas industriales, para convertirse en una obra de arte integradora en un entorno natural espectacular, donde la brutalidad de la escala y su drástica modelación inciden aumentando la elocuencia plástica de su arquitectura. Se trata de verdaderas *catedrales de la energía*, construcciones donde se conjugan perfectamente los aspectos estéticos con los funcionales, en un juego de doble escala (la del edificio de la central y la de la pared de la presa, es decir, Arquitectura y Paisaje) brillantemente resuelto, y que deben ser reivindicadas como parte substancial de nuestra Historia del Arte y del Patrimonio Industrial español.

Es por eso que hablamos en este trabajo de investigación de Paisaje, Arquitectura y Construcción.

Furthermore, the fact that, especially from the second half of the twentieth century, it is going to be built an exceptional amount of dams which will result that in 1989 Spain is the second country in the world prey density per million inhabitants, just behind Switzerland.

That's also interesting to study the Spanish electricity companies, because the heavy investment in hydraulic projects promoted by the dictatorship in the 60s not only stimulated companies to undertake the construction of a large number of plants, but also technicians, architects and engineers, to develop new forms of expression in this area. They paid particular attention to the design of the containers themselves, when in fact the most important thing in this kind of industrial development is its content and technological dimension.

The large number of representative examples makes this field of investigation one of the most important of the industrial heritage in Spain. However, they have been little studied from the point of view of the architects who worked on them and usually take up a very little space in the works of general application.

This research project has studied a wider view of these interesting works of the hydroelectric industry, approaching them from an architectural analysis and providing unpublished material obtained from both visits to buildings as well as historical consulted.

We are talking about something that goes beyond and becomes an Artwork integrated in a spectacular natural environment, where the brutality of the scale increases the visual eloquence of its architecture. They are authentic cathedrals of energy, where the aesthetic aspects (architectural) and functional aspects (engineering), come together in a game of double scale (the building of the plant and the wall of the dam, ie, Architecture and Landscape) brilliantly solved, and must be claimed as an active part of the History.

That's why we talk in this PhD thesis about Landscape, Architecture and Construction.

AGRADECIMIENTOS

Después de cinco años ejerciendo como arquitecto en distintos estudios realizando proyectos fundamentalmente enfocados a la restauración y rehabilitación de edificios, decidí en diciembre de 2007 matricularme en el nuevo Máster en Conservación y Restauración del Patrimonio Arquitectónico que la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de la Universidad Politécnica de Madrid ofertó para el curso 2008-2009. Esta enriquecedora experiencia me animó a continuar con la formación académica que había finalizado en 2003 y me inscribí en el programa de doctorado subsiguiente. Durante el curso académico 2009-2010 tuve la posibilidad de colaborar con el profesor Fernando Vela Cossío en la asignatura de libre elección "Arqueología Industrial" de la ETSAM. Había una lección titulada "Máquinas Hidráulicas 2" en la que se explicaba la construcción de las imponentes presas que se proyectaron en España en la segunda mitad del siglo XX, haciendo especial hincapié en las características paisajísticas y estéticas de estas obras, y poniendo como ejemplos paradigmáticos las construcciones que arquitectos como Joaquín Vaquero Palacios o Ignacio Álvarez Castelao habían llevado a cabo en colaboración con ingenieros de la talla de Luciano Yordi o Juan José Elorza.

Puede decirse que me sucedió como a Carlos Mendoza cuando, en la Exposición Nacional de Bellas Artes de 1920, ante el proyecto de "Monumento al Triunfo de la Civilización, a las Grandes Conquistas de la Idea, a las Victorias del Hombre sobre la Naturaleza, a la Paz Universal", que Casto Fernández-Shaw había presentado a concurso, exclamó: "¡Un arquitecto que proyecta presas...!" (Cabrero 1980: 21)

Así que, cuando se me presentó la posibilidad de continuar mi actividad profesional enfocada a la investigación y la docencia a través del Doctorado en Conservación y Restauración del Patrimonio Arquitectónico, me propuse estudiar las presas y las centrales hidroeléctricas como proyecto de investigación de mi tesis doctoral. Descubrí con asombro que, si bien existía mucha bibliografía que analizaba estas obras, siempre se hacía desde un punto de vista meramente constructivo, dejando al margen otras cuestiones que consideraba relevantes, como la relación ingeniería-arquitectura, la estética, la escala, etc. Además, en las monografías sobre los arquitectos que colaboraron en estos proyectos apenas se mencionaba su aportación al Patrimonio Industrial y estas construcciones quedaban relegadas a un segundo plano. Tampoco existía ningún catálogo que compendiase las presas y centrales hidroeléctricas diseñadas por estos arquitectos, así que me propuse cubrir este hueco con mi tesis doctoral. En este sentido parecía lógico que mi tutor fuera el mismo profesor que me había introducido en este campo de investigación, y por eso tengo que

agradecer a mi director de tesis, Fernando Vela Cossío, su ayuda y apoyo, su paciencia y compresión durante este tiempo en que he estado realizando la tesis con él. A su lado he aprendido no sólo a ser mejor investigador sino, sobre todo, a ser mejor persona.

Han sido casi seis años en los que he visitado, junto a mi esposa Susana (a la que jamás podré agradecer tanta dedicación desinteresada), dieciocho presas y centrales hidroeléctricas repartidas por toda la geografía española. Ha sido extenuante, pero sin duda ha merecido la pena, y por eso quisiera también agradecer a todos los técnicos, ingenieros, operarios y responsables de zona de las empresas hidroeléctricas (Endesa, Acciona, Viesgo, Gas Natural Fenosa, Hidroeléctrica del Cantábrico) que nos han ayudado y prestado su atención para enseñarnos y explicarnos los edificios que visitábamos, procurando siempre, con una amabilidad extraordinaria, que nuestro viaje fuese provechoso. Muchísimas gracias a todos: Félix Camacho, Francisco Campos, José Manuel Molina, Luciano García, Vicente Giménez, José Manuel González, José Arroita-Jáuregui, José Luis Arranz, Jorge Manuel Casas, Antonio Barrio, Orlando Fernández, Gonzalo Rodríguez, Eduardo Pérez, Javier Martínez y Ramón Vicente Vidal. También quiero agradecer a Alberto Tamargo, Marita Fernández, Loli García, Ángel Zafra y Loreto Richard la ayuda prestada y la rapidez con que cursaron mi petición para visitar las presas y archivos históricos y solucionaron todos los inevitables contratiempos que surgieron por el camino.

No puedo dejar de expresar mi agradecimiento al Aula G+I_PAI de la Universidad Politécnica de Madrid y la Fundación ACS, y a sus integrantes: Joaquín Ibáñez, Antonio Carretero, Jesús Félez y Rafael Guridi, por las dos becas que me concedieron en años consecutivos para poder finalizar mi tesis doctoral y que me han sido de enorme ayuda. Y a mis compañeros, Carolina Castañeda, Rocío Camacho y Jesús Campos por su constante apoyo.

Del mismo modo quiero agradecer al tribunal de prelectura de la Escuela de Arquitectura, formado por los doctores Soledad García Morales, Javier García-Gutiérrez Mosteiro y Rafael Guridi García, los consejos que me dieron en el acto académico realizado en diciembre de 2015 y que me ayudaron a pulir y mejorar considerablemente el texto.

La culminación de esta tesis no habría sido posible sin el apoyo de la Fundación Juanelo Turriano que, en su programa de ayudas para la realización de tesis doctorales en los campos de la Historia de la Ciencia y de la Técnica, me concedió en julio de 2015 la beca de doctorado con la que he podido concluir este trabajo de investigación.

Objetivos	13
Metodología	19
Relación de casos estudiados	23
Estado de la Cuestión	27
1. Antecedentes: hidráulica y arquitectura en España	33
1.1. Historia de las presas españolas	37
1.2. Morfología de las presas españolas	59
1.2.1. Programa y usos	61
1.2.2. Tipologías de presas	67
1.2.3. Las cuencas hidrográficas	73
1.2.4. Las compañías eléctricas	91
1.3. Influencias europeas	101
2. Los Arquitectos y las presas y centrales	113
2.1. Antonio Palacios: regionalismo, clasicismo y modernidad	117
2.1.1. Presa y central de Mengíbar	121
2.1.2. Central del Tambre	129
2.2. Casto Fernández-Shaw: de la utopía a la realidad	135
2.2.1. El Monumento al Triunfo de la Civilización	139
2.2.2. Presa y central de El Carpio	141
2.2.3. Salto de Jándula	145
2.2.4. Salto de Encinarejo	149
2.2.5. Presa y central de Alcalá del Río	151
2.3. Joaquín Vaquero Palacios: la integración de las artes	155
2.3.1. Presa y central de Grandas de Salime	157
2.3.2. Central de Miranda	165
2.3.3. Central de Proaza	169
2.3.4. Central de Tanes	173
2.3.5. Los centros de transformación para la Sociedad Popular Ovetense	177
2.4. Ignacio Álvarez Castelao: una mirada racionalista	181
2.4.1. Central de Arenas de Cabrales	183
2.4.2. Presa de Doiras y central de Silvón	187
2.4.3. Central de Arbón	191
2.4.4. Central de Aguilar de Campóo	195
2.4.5. Central de Aguayo	197
2.5. Miguel Fisac: la reinterpretación de la arquitectura vernácula en clave contemporánea	199
2.5.1. Central y presa del contraembalse de Ip	201
2.6. Otros casos estudiados	211
3. La Arquitectura en las presas y centrales	215
3.1. Luz	219
3.2. Volumen	227
3.3. Construcción	231
3.4. Paisaje	237
Conclusiones	245
Fuentes	255
Anejos y Apéndices documentales	277

OBJETIVOS

De todos los paisajes que se crean a través de las actividades industriales, la construcción de presas es quizá una de las que mayor impacto tiene en el entorno. Las enormes paredes de hormigón o de piedra que cierran los valles para embalsar el agua, que después caerá como un torrente a través de los aliviaderos o de las compuertas de las tuberías, constituyen, por su verticalidad, su potencia visual y sus evocaciones sonoras, uno de los elementos más interesantes a los que se tienen que enfrentar los técnicos a la hora de la construcción de este tipo de ingenios hidráulicos. Como sugiere Carlos Fernández Casado “la obra de ingeniería se proyecta en el paisaje, ostentando las formas más puras y simples. Debe destacar como el menhir, verticalidad que da acogida al hombre.” (Fernández Casado 2005, 32)

Por otro lado, desde los dibujos futuristas de Sant’Elia (1913-1914), hasta la central hidroeléctrica de aires deconstructivistas de Becker Architekten (Kempten, Alemania; 2011), los arquitectos se han interesado continuamente por el diseño y construcción de presas y centrales hidroeléctricas, por la imbricación en su conjunto de los elementos estéticos, paisajísticos, técnicos y funcionales propios de una obra arquitectónica pero aplicados a una fábrica hidráulica, con todas las connotaciones que ello conlleva. Además, la colaboración entre arquitectos e ingenieros en un equipo multidisciplinar que lleva de la mano una obra conjunta y coherente resulta mucho más fructífera, satisfactoria y apasionante: Luciano Yordi y Juan Castaño de Mena en Belesar (Lugo; 1959-1963), Ignacio Álvarez Castelao y Juan José Elorza en Arenas de Cabrales, Silvón, Arbón y Aguilar de Campoo (Asturias; 1952-1969), o Antonio Palacios y Carlos Mendoza en Mengíbar (Jaén; 1913-1916), son ejemplos de que esta cooperación puede dar lugar a edificios muy interesantes. Le Corbusier, en su libro *La Maison des hommes* comentaba que “ni siquiera en el caso de una tarea totalmente técnica como la construcción de un embalse debería estar ausente la figura del arquitecto” (Le Corbusier 1942: 136). Vicente Temes, en un número monográfico de la *Revista Nacional de Arquitectura* dedicada a las presas, también señala la necesidad de colaboración entre arquitectos e ingenieros en la construcción de aprovechamientos hidroeléctricos:

El planteamiento, la dirección y la construcción de estas obras, como es sabido, son trabajos propios de los ingenieros; pero su envergadura y la multiplicidad e importancia de sus aspectos exigen hoy la colaboración, en equipo, de técnicos y

especialistas de distintas profesiones, entre ellos los arquitectos (Temes 1954: 15).

Y como dice Teodoro Anasagasti: “¿Cómo podrán concebirse con el debido acierto las construcciones industriales? La respuesta es categórica. No cabe duda que proyectándolas unidos el ingeniero y el arquitecto” (Anasagasti 1914: 154)

Hay que tener en cuenta también que la especial orografía de la Península Ibérica ha facilitado, desde muy antiguo, la construcción de gran cantidad de embalses que, si bien en un primer momento se utilizaron exclusivamente para regadío y consumo humano, a partir del siglo XX (más concretamente tras la Primera Guerra Mundial), fueron aprovechados también para la generación de corriente eléctrica. Como dice Miguel Aguiló, el "cambio cualitativo trascendental" tuvo lugar en el momento en el que se descubrió la posibilidad de transportar la electricidad a altos voltajes sin pérdidas de energía, lo cual permitió la planificación y explotación de los recursos hidráulicos lejos de los mercados de consumo (Aguiló 2005: 204). Se fundan así en España las primeras empresas eléctricas que buscan consolidarse en un mercado incipiente y conseguir una imagen corporativa emblemática que los identifique a través de sus centrales hidroeléctricas, y para ello contarán con la colaboración de importantes figuras de la arquitectura y la ingeniería del momento. La construcción de grandes presas se extendió por toda España particularmente en la segunda mitad del siglo XX, de tal manera que la superficie del país se llenó de embalses y presas, dando lugar a un inventario muy extenso y variado, el cual estudiamos parcialmente en esta tesis, desde un punto de vista muy concreto:

Este proyecto de investigación se centra en el análisis y catalogación de un conjunto de presas y centrales hidroeléctricas españolas construidas durante el siglo XX y en las que arquitectos con una sólida trayectoria profesional y una consolidada obra construida, determinantes en la historia de la arquitectura española del siglo pasado, intervinieron activamente (bien proyectándolas o bien en colaboración con los ingenieros responsables de las mismas), dando lugar a estos interesante ejemplos del patrimonio industrial.

La tesis comprende el estudio de los siguientes arquitectos y sus obras, escogidos, como ya hemos dicho, por su relevancia y por ser representativos cada uno de ellos de una época determinada en la Historia de España:

- **Antonio Palacios:** es considerado uno de los arquitectos españoles más importantes e influyentes de la primera mitad del siglo XX. Se trata de un autor inquieto, que no sólo fue capaz de construir las más emblemáticas obras del Madrid moderno (entre otros edificios destacan el Palacio de Comunicaciones 1904-1919, el Banco Español del Río de la Plata 1910-1918, y el Círculo de Bellas Artes 1919-1926), sino que también diseñó varios edificios de carácter industrial (talleres del ICAI 1908-1915, Metro de Madrid 1917-1944...), e intervino en las centrales hidroeléctricas de Mengíbar (Jaén, 1913-1916); para la compañía Mengemor, y Tambre (Noia, A Coruña, 1924), para la Sociedad Gallega de Electricidad. En estas obras demuestra Palacios su capacidad para adaptar su arquitectura al lugar en el que se ubica, de tal manera que sus formas oscilan entre el clasicismo moderno ligado a Wagner y el regionalismo gallego reinterpretado en clave contemporánea.
- **Casto Fernández-Shaw:** quien, como afirma Félix Cabrero, con todo derecho puede pasar a la historia como el único arquitecto futurista español (Cabrero 1980: 41), su obra se mueve entre lo quimérico y el pragmatismo racionalista de principios del siglo XX, con importantes influencias de la arquitectura regionalista e historicista de sus maestros, Aníbal Álvarez, Modesto López Otero y, sobre todo, Antonio Palacios. Su innegable interés reside no sólo en las influencias que Palacios tuvo en su arquitectura sino también en su fascinación por la ciencia y la técnica, la ingeniería, la velocidad y los avances tecnológicos de la sociedad basados en el desarrollo de la energía eléctrica. Fruto de su cooperación con el ingeniero Carlos Mendoza, quien ya había trabajado con Palacios en Mengíbar, son las presas y centrales de El Carpio (Córdoba), Jándula y Encinarejo (Jaén) y Alcalá del Río (Sevilla), construidas en Andalucía entre 1920 y 1931.
- **Joaquín Vaquero Palacios:** uno de los autores más interesantes de la escena artística de la posguerra, destaca por su versatilidad creadora, por su capacidad plástica, por el discurso narrativo único y coherente con el que trata sus creaciones donde consigue imbricar las tres Artes: arquitectura, pintura y escultura (no en vano

él ejercía las tres profesiones) -y en las obras industriales habría que añadir una cuarta: la ingeniería-, y por su manera de aunar en cada proyecto el continente y el contenido. De hecho, es al trabajar en lo industrial donde acentúa más su enfoque escultórico, lo cual resulta coherente puesto que, como afirma Antón Capitel: “el ingeniero [en sus obras] suele preferir un acercamiento escultórico -a veces orgánico, de relación entre estructura y forma- al más articulado y moderado lenguaje arquitectónico” (Capitel 1997: 71). Vaquero realizó cuatro centrales para la compañía Hidroeléctrica del Cantábrico en Asturias: Grandas de Salime (1946-1954), Miranda (1958-1962), Proaza (1964-1965) y Tanes (1970-1980). Además, diseñó también varios centros de transformación eléctricos para la Sociedad Popular Ovetense entre 1933 y 1945.

- **Ignacio Álvarez Castelao:** Su adhesión al Racionalismo y al Movimiento Moderno se hace evidente en casi todas sus obras (edificios "Serrucho" y "Serruchín", Facultad de Geológicas y Biológicas...) pero más aún en sus edificios industriales donde resultaba lógico recurrir a un lenguaje racional, basado en la lógica constructiva y tecnológica, despejado de todo efectismo decorativo e historicista. “Su obra es muy personal, plagada de invenciones tanto formales como constructivas, llevada a cabo siempre de una manera reflexiva y coherente” (Nanclares y Ruiz 2015: 35). Así, ideó, junto al ingeniero Juan José Elorza, los conjuntos de Silvón (1955-1958), Arbón (1962-1969) y Arenas de Cabrales (1952-1958), en Asturias, y la central de Aguilar de Campoo (Palencia, 1960-1963). Contemporáneo y paisano de Joaquín Vaquero Palacios, ambos integrarán las artes plásticas en sus proyectos, aunque con intenciones y resultados diferentes: las centrales de Vaquero son un incontenible canto a la posibilidades que el progreso eléctrico trae a las sociedades mientras que en Castelao la contención y la abstracción de las formas otorga a los espacios industriales una atmósfera sacralizada.
- **Miguel Fisac:** maestro e innovador en el uso del hormigón y los materiales prefabricados, siempre interesado en las construcciones industriales por su sencillez y coherencia constructiva, que “destacó por el

extremado rigor y la simplicidad en la composición” (Arqués 1996: 26), diseñó una central hidroeléctrica en el pirenaico pueblo de Canfranc (Huesca), entre 1965 y 1970. Las formas exteriores de este edificio nos recuerdan a la arquitectura popular pirenaica, en un juego de reinterpretación de lo vernáculo en clave contemporánea que ya había utilizado Antonio Palacios en su central de Tambre casi cincuenta años antes.

Analizaremos estos ejemplos comparándolos no sólo entre sí y con el resto del repertorio de sus autores sino también con otras importantes presas y centrales hidroeléctricas españolas como Bolarque (Guadalajara, 1907-1910), Aldeadávila (Salamanca, 1956-1963) o Susqueda (Girona, 1963-1968). Esto nos permitirá inventariar, sistematizar, esquematizar y catalogar todos estos elementos de patrimonio industrial hidráulico español en un trabajo de investigación que sirva como base o modelo a seguir en investigaciones futuras.

Estas arquitecturas de la industria hidroeléctrica han sido hasta ahora muy poco estudiadas desde el punto de vista de los arquitectos que colaboraron en ellas, y casi siempre ocupan un espacio mínimo en los trabajos y monografías de alcance general de cada uno de ellos, de tal manera que ninguna otra tesis ha tratado este tema con verdadera profundidad, porque en la mayoría de los casos las referencias a la arquitectura industrial de sus autores se limitan a menciones de los edificios como ejemplos menores o subsidiarios de otras obras de arquitectura consideradas más elevadas. A ello tampoco ha ayudado históricamente el hecho de que la colaboración del arquitecto en este tipo de proyectos se haya limitado casi siempre a ser un mero actor que se dedica a la decoración y embellecimiento de lo industrial, a través del diseño de mobiliario, murales o esculturas... La labor del arquitecto suele ser siempre posterior a la toma de decisiones inicial dentro de las que se incluyen la tipología de presa, los materiales, la ubicación del embalse y de la central, etc.

En este sentido, Vaquero Palacios comenta cómo casi siempre encontraba los trabajos de la presa y central muy avanzados cuando él se incorporaba a la obra. (Pérez Lastra 1992: 202, 210, 236) Aunque por otro lado su labor resultó de tal calidad que los directivos de Hidroeléctrica del Cantábrico le dieron total libertad a la hora de diseñar la central de Proaza, en la que la autoría del edificio es exclusivamente suya.

Este trabajo de investigación busca una triple vertiente: la profundización en el conocimiento de estas obras industriales en relación con el resto de obras de los arquitectos que las proyectaron; la vinculación de estos edificios con la Historia de la Arquitectura y el Patrimonio Industrial; y por último, la interrelación entre arquitectura e ingeniería. De todos estos factores podremos deducir la respuesta a la pregunta planteada: ¿por qué son distintas estas centrales de otras? ¿Por qué las hace especiales el hecho de que en ellas colaboraran estos arquitectos y estos ingenieros en concreto?

Se podrían mencionar muchos más ejemplos de arquitectura hidráulica: Luciano Yordi y Juan Castañón de Mena en la presa de Belesar (Lizancos 1998: 138), Eduardo Torroja en la presa de Canelles (Aguiló 2005: 244) o Fernando Chueca en la central de Almoguera (Temes 1954: 24) son otros casos interesantes a desarrollar. Pero este trabajo de investigación no pretende ser solamente un mero catálogo de ejemplos, sino que quiere ir más allá y reflexionar sobre la esencia propia de estas piezas de Arquitectura Industrial, sobre la relación entre el Arquitecto y el Ingeniero, sobre por qué son diferentes estos edificios con respecto al resto de construcciones industriales y por qué destacan de entre los demás por haber sabido extraer de lo meramente funcional un lenguaje estético que los singulariza a cada uno de un modo particular y único. No estamos hablando de ingeniería arquitectónica, o de arquitectura industrial, sino de algo que va más allá y trasciende las tradicionales formas industriales funcionales y se convierte en una obra de arte integradora en un entorno natural espectacular, donde la brutalidad de la escala y su drástica modelación inciden aumentando la elocuencia plástica de su arquitectura, enfatizada también por un modelo edificatorio donde no hay lugar para lo superfluo, donde la función constructiva de sus elementos define su carácter estético, y con contadas concesiones decorativas cuya misión es la de categorizar y potenciar la imagen del conjunto. Se trata de verdaderas *catedrales de la energía*, construcciones donde se conjugan perfectamente los aspectos estéticos con los funcionales, en un juego de doble escala (la del edificio de la central y la de la pared de la presa, es decir, Arquitectura y Paisaje) brillantemente resuelto, y que deben ser reivindicadas como parte substancial de nuestra Historia del Arte y del Patrimonio Industrial español. Es por eso que hablamos en este trabajo de investigación de Paisaje, Arquitectura y Construcción.

METODOLOGÍA

En este proyecto de investigación se han siguiendo tres líneas de actuación como metodología de investigación: trabajos preliminares de la búsqueda y concreción de los ejemplos a estudiar y del estado de la cuestión que sobre los mismos existe, trabajo de campo sobre estos edificios ya mencionados y por último, una exhaustiva labor de sintetizar, analizar, comparar y reflexionar sobre la documentación y los datos recopilados.

Por otro lado es necesario especificar que no se puede afirmar que exista una consecución temporal entre una línea y otra pues, evidentemente, cada fase del trabajo se entrelaza constantemente con las otras dos. Es decir, del examen de las fuentes se deduce el análisis de las mismas que puede a su vez derivar en la búsqueda de nuevos datos o abrir nuevas vías de estudio en el trabajo de campo y así sucesivamente.

Trabajos preliminares

Búsqueda bibliográfica (libros, artículos de revistas, trabajos de investigación, tesis doctorales relacionadas con el tema...) y descriptiva (de planimetría original –planos de situación, plantas, alzados, secciones, detalles constructivos, dibujos, esquemas- o elaborada por otros de los edificios en cuestión) a través del estudio de fuentes documentales, en bibliotecas, archivos, fundaciones y hemerotecas tanto físicas como digitales. Como consecuencia de todo esto, se aborda la elaboración de: un estado de la cuestión, que comprende el estudio bibliográfico y de las fuentes documentales disponibles, incluyendo las de naturaleza gráfica; y de un estudio comparativo que relacione entre sí la información obtenida y el grado de profundización de las fuentes en el problema planteado. También, como método de trabajo paralelo, se ha redactado un análisis pormenorizado de la documentación consultada deduciéndo de ella los elementos teóricos y prácticos aplicables al tema objeto de la investigación: antecedentes, historia, consecuencias, modelos, etc.

La mayor parte de la documentación gráfica recopilada procede de los archivos privados de las compañías eléctricas que explotan las centrales hidroeléctricas objeto de estudio. De esta manera, han sido consultados los archivos de Endesa, Acciona, Viesgo, Hidroeléctrica del Cantábrico y Gas Natural Fenosa.

En agosto de 2012, la visita física a los archivos de Endesa en Linares y Alcalá del Río nos ha permitido obtener planimetría original e inédita de las centrales de Mengíbar y Alcalá del Río.

La consulta al archivo de Acciona para la central de Ip en agosto de 2012 y a la Fundación Miguel Fisac nos permitió recopilar información sobre la central diseñada por Fisac.

De las visitas a las centrales de Hidroeléctrica del Cantábrico se obtuvo diversa documentación sobre los proyectos de Joaquín Vaquero Palacios, así como de la consulta a la biblioteca del Colegio Oficial de Arquitectos de Asturias, en Oviedo, en septiembre de 2012.

La consulta al archivo de Viesgo en mayo de 2013 (en ese momento la compañía se denominaba E.on) sirvió para conseguir la memoria gráfica de todos los proyectos que Ignacio Álvarez Castelao y Juan José Elorza realizaron para esa empresa, incluyendo la central de Aguayo, cuya autoría sólo se puede adjudicar al ingeniero.

No resultó tan provechosa la petición de información al archivo de Gas Natural Fenosa en agosto de 2013. La solicitud de planos de las centrales de Tambre, Bolarque y Belesar aún no ha sido contestada a día de hoy, pese a los continuos requerimientos que he realizado en este sentido.

Además, se realizaron búsquedas en otros archivos y fundaciones con intención de obtener información complementaria al estudio de la tesis. De este modo, se consultó en diciembre de 2011 el Archivo General de la Administración con escaso éxito, puesto que la mayoría de la documentación allí almacenada era de carácter puramente ingenieril y hacía referencia a obras complementarias, como acometidas para mejoras en las carreteras de acceso (Alcalá del Río, signatura (04)102 caja 44/19706), o ampliación de los aliviaderos (Jándula, signatura (04)46 caja 44/7797), por poner sólo dos ejemplos de los más de 30 expedientes consultados.

También se visitó el Archivo del Canal de Isabel II, en julio de 2013, para consultar el proyecto de central hidroeléctrica de Torrelaguna y averiguar si era obra de Antonio Palacios, pues su estilo se asemejaba mucho al de la central de Mengíbar. Finalmente la autoría del edificio se debe al ingeniero Vicente Valcárcel, pero parte de la información allí conseguida se aportó a la tesis en el capítulo 1.

La Fundación Registro del Docomomo Ibérico ha elaborado una serie de fichas descriptivas bastante completas de varios de los saltos hidroeléctricos estudiados (los comprendidos entre los años 1925 y 1965) y cuya consulta resultó muy útil para

elaborar un discurso completo sobre los edificios en cuestión: Jándula, Grandas de Salime, Miranda, Proaza, Arenas de Cabrales, Silvón, Arbón, Ip, Belesar y Susqueda.

Otras instituciones a las que se ha solicitado información que, de un modo u otro, ha sido útil para la elaboración de este trabajo de investigación han sido: Fundación Miguel Aguiló, Fundación Juanelo Turriano, bibliotecas de las facultades de ingeniería y arquitectura de la Universidad Politécnica de Madrid, fototeca del Instituto del Patrimonio Histórico, Biblioteca Nacional, Archivo histórico del Instituto Nacional de Industria, el Plan Nacional de Patrimonio Industrial y la hemeroteca digital de la Revista de Obras Públicas.

Para completar el estudio de fuentes documentales también intenté ponerme en contacto con familiares y descendientes de los arquitectos que participaron en las obras hidroeléctricas objeto de estudio, lo cual resultó bastante complicado por diversas razones: falta de interés por su parte, pérdida de información con el paso del tiempo, o imposibilidad de encontrar herederos vivos. De todas maneras sí se realizó una entrevista (en diciembre de 2013) a Carlos Mendoza Tertre, nieto del ingeniero Carlos Mendoza y Sáez de Argandoña, fundador de Mengemor, en la cual relató la pasión de su abuelo por la hidroelectricidad (aunque el ingeniero es más conocido por haber sido uno de los fundadores del Metro de Madrid), y de su obsesión con el proyecto de canalización y navegabilidad del Guadalquivir entre Sevilla y Córdoba que ideó a principios del siglo XX (§ 1.2.2.). También se han mantenido charlas informales con Félix Cabrero, discípulo de Casto Fernández-Shaw y a quien dedicó su tesis doctoral, y con los sobrinos herederos del legado de Ignacio Álvarez Castelao, que se negaron a colaborar porque estaban preparando una publicación o tesis con toda la obra de su tío y preferían reservar la documentación de la que disponían.

Trabajo de campo

Ante la ausencia de otros trabajos que abordaran el tema de la presente tesis, era necesario realizar una toma de datos directa, así que fue necesario acudir a las fuentes originales, es decir, visitar las obras de los arquitectos y establecer contacto con las personas que, desde ellas, pudieran aportar información de primera mano.

Entre agosto de 2012 y septiembre de 2013 se visitaron las 18 presas y centrales hidroeléctricas (se puede consultar el listado completo en la página 23) incluidas en el capítulo 2. Las visitas fueron guiadas por los técnicos e ingenieros responsables de las presas y centrales objeto de estudio, haciendo especial hincapié en la recopilación de información fotográfica a varias escalas (territorio, edificio y detalle), en la obtención de copias de memorias y planos originales y en entrevistas con los operarios.

Como la información planimétrica se ha conseguido en archivos privados que no están preparados para la difusión y la reprografía, los planos han tenido que ser elaborados a partir de fotografías a las que posteriormente se ha sometido a una labor de montaje y retoque fotográfico con programas de edición gráfica para la composición, a partir de fotos parciales, de un único documento que fuese práctico y sobre el que poder trabajar. Por eso en muchos casos es inevitable que se aprecien ciertas deficiencias, como los pliegues de los planos originales.

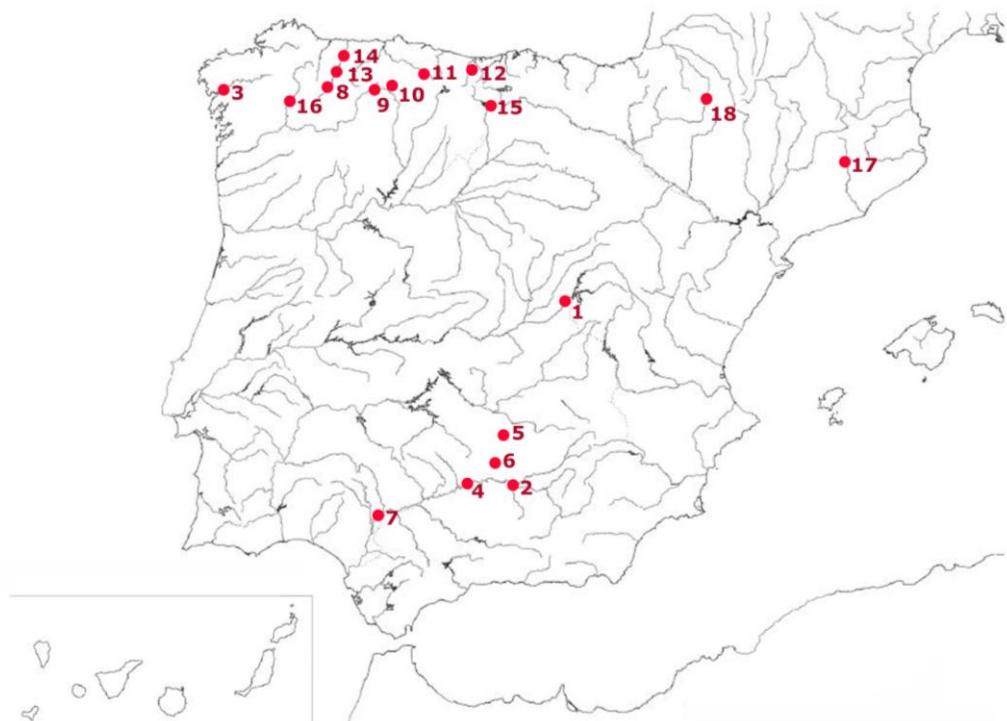
A raíz de estas visitas se han elaborado unas fichas descriptivas de los elementos seleccionados, atendiendo a su interés y representatividad histórica, tipológica y tecnológica. Con la planimetría obtenida (y la documentación fotográfica y los cuadernos de viaje), se ha generado también una reinterpretando propia subrayando los elementos más interesantes de cada edificio. Como trabajos complementarios también se ha procedido a un análisis urbanístico, morfológico y funcional de la cartografía existente, y al estudio de los antecedentes, desarrollo e impactos en los ámbitos socio-económico, arquitectónico, constructivo, paisajístico, etc.

Análisis y diagnosis

A partir de la información obtenida, la síntesis del trabajo realizado y de la metodología utilizada en el proceso, y atendiendo a los criterios de relación entre elementos, tanto a nivel histórico como estético, tecnológico y ambiental, se ha elaborado el cuerpo de esta tesis y se han extraído los fundamentos y las conclusiones de este trabajo de investigación, así como un catálogo de buenas maneras que permita un análisis crítico de las intervenciones realizadas en los elementos estudiados y que sirva de guía para futuras puestas en valor de elementos del Patrimonio Hidráulico español.

RELACIÓN DE CASOS ESTUDIADOS

Localización y cuadro de planificación temporal de las visitas a las presas y centrales hidroeléctricas objeto de estudio:



1	BOLARQUE	Guadalajara	Gas Natural Fenosa	22 /febrero/2013
2	MENGÍBAR	Jaén	Endesa	24/agosto/2012
3	TAMBRE	La Coruña	Gas Natural Fenosa	20/agosto/2013
4	EL CARPIO	Córdoba	Endesa	22/agosto/2012
5	JÁNDULA	Córdoba	Endesa	23/agosto/2012
6	ENCINAREJO	Córdoba	Endesa	23/agosto/2012
7	ALCALÁ DEL RÍO	Sevilla	Endesa	21/agosto/2012
8	GRANDAS DE SALIME	Asturias	HC Energía (Edp)	25/septiembre/2012
9	MIRANDA	Asturias	HC Energía (Edp)	28/septiembre/2012
10	PROAZA	Asturias	HC Energía (Edp)	27/septiembre/2012
11	TANES	Asturias	HC Energía (Edp)	27/septiembre/2013
12	ARENAS DE CABRALES	Asturias	Viesgo	17/agosto/2013
13	SILVÓN	Asturias	Viesgo	26/septiembre/2012
14	ARBÓN	Asturias	Viesgo	26/septiembre/2012
15	AGUILAR DE CAMPOO	Palencia	Viesgo	15/mayo/2013
16	BELESAR	Lugo	Gas Natural Fenosa	19/agosto/2013
17	SUSQUEDA	Girona	Endesa	12/agosto/2013
18	IP	Huesca	Acciona	29/agosto/2012

Cuadro cronológico comparativo de las obras objeto de estudio

ESTADO DE LA CUESTIÓN

Existen tres líneas temáticas que abordan puntos clave que conforman el núcleo teórico de este proyecto de investigación.

1. Bibliografía referida al Patrimonio Industrial, Arquitectura y Arqueología Industrial y a la relación entre Ingeniería y Arquitectura.

En este sentido son obras de obligada lectura los trabajos de Carlos Fernández Casado (*La arquitectura del ingeniero*, 2005), Inmaculada Aguilar (*El patrimonio arquitectónico industrial*, 1999), Gilliam Darley (*La fábrica como arquitectura*, 2010), Alan Phillips (*Arquitectura industrial*, 1993), o Julián Sobrino (*Arquitectura industrial en España*, 1996). De todos ellos cabe destacar el notable esfuerzo no sólo por estudiar ejemplos concretos de arquitectura, arqueología y patrimonio industrial, sino también en buscar una teoría sobre el concepto de lo industrial, la historia y el desarrollo de la estética fabril. En cuanto a la relación entre arquitectura e ingeniería, son interesantes los artículos publicados en revistas por autores como Teodoro Anasagasti ("El arte en las construcciones industriales", *Revista de Arquitectura y Construcción*, 1914), Vicente Machimbarrena ("Arquitectura e Ingeniería", *Revista de Obras Públicas*, 1924), Santiago Hernández ("Ingeniería y Arte. apuntes de una relación dual", *Revista O.P. Ingeniería y Territorio*, 2002) o Francisco Inza ("Algunas notas sobre Arquitectura e Industria", *Revista Arquitectura*, 1966).

Otros libros consultados en este apartado hacen referencia a publicaciones más generales sobre teoría de la arquitectura (como la obra de Juhani Pallasmaa *Los ojos de la piel: la arquitectura y los sentidos*, 2010; o la de Richard Weston *Materiales Forma y Arquitectura*, 2008), de las cuales se pueden entresacar aspectos parciales interesantes que aplicar a este proyecto de investigación (por ejemplo, en el nº 16 de la *Revista AC*, 1935, se proclama que la nueva arquitectura exige un esfuerzo que "no puede realizar un hombre aislado, sino que exige la creación de un grupo de expertos [...] la colaboración entre los diversos agentes técnicos es imprescindible").

2. Bibliografía relacionada con el objeto arquitectónico en cuestión, las presas y las centrales hidroeléctricas.

En este apartado debemos destacar las excelentes obras recopilatorias de Miguel Aguiló (*La enjundia de las presas españolas*, 2005; y *La pujanza de la energía eléctrica en España*, 2006). Se tratan de publicaciones bastante completas

que pueden servir como punto de partida para acercarse al mundo de las presas y la hidroelectricidad. En el caso del primer libro, el capítulo 3 comprende un interesante recorrido por las principales cuencas hidrográficas españolas (Duero, Tajo, Guadiana, Ebro, Miño...), aunque sin profundizar mucho en los ejemplos. En el capítulo 4, se aborda una evolución histórica de las presas y las centrales desde mediados del siglo XIX hasta el año 2002, mucho más detallado y sumamente interesante, donde sí se estudian de manera pormenorizada las construcciones, pero siempre centrándose más en el embalse y la presa que en el edificio de la central. El segundo libro, *la pujanza de la energía eléctrica en España*, trata el tema de la energía eléctrica en la Península Ibérica y la evolución del mercado eléctrico español. El capítulo 5 está dedicado a las centrales generadoras, y los apartados 5.1, 5.2 y 5.3 estudian las centrales hidráulicas.

En el libro *Las presas en España* (editado por el Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, 2008), se aporta una panorámica general sobre el tema de las presas, centrándose más en la construcción, mantenimiento y rehabilitación de las mismas que en los aspectos arquitectónicos o paisajistas. Cada capítulo está firmado por un autor distinto y en ocasiones los textos son casi coincidentes con el libro *La enjundia de las presas españolas*. El capítulo 10 trata sobre “hidroelectricidad”, y se hace una breve reseña histórica y una descripción de los principales saltos hidroeléctricos españoles. En el capítulo 25 se abordan someramente las biografías de los más destacados ingenieros constructores de presas, como Carlos Mendoza, Luciano Yordi, Arturo Rebollo...

La publicación de Ignacio González Tascón, *Fábricas hidráulicas españolas* (1987), es un libro fundamental para estudiar y entender los distintos tipos de ingenios hidráulicos de España, ordenados por tipos y evolución histórica. Aunque el listado de construcciones es amplísimo (aserraderos, ferrerías, fábricas de moneda, molinos harineros...), sin embargo no hay mención alguna a las fábricas de luz ni a las centrales hidroeléctricas. En el apéndice II se habla de las turbinas hidráulicas y de hecho se menciona la central de Embid de la Ribera (página 498), pero sin profundizar más en el tema.

Existe además una gran cantidad de artículos de ingenieros prestigiosos como Carlos Fernández Casado, Luciano Yordi, Carlos Mendoza o José Torán, publicados en revistas científicas como la Revista de Obras Públicas o la Revista OP Ingeniería y

Territorio, en los que se abordan aspectos estéticos, constructivos o tecnológicos referidos a las presas y centrales.

Por lo demás, no existe ningún documento que aborde el estudio de las presas y sus centrales hidroeléctricas desde un punto de vista arquitectónico, o con criterios de catalogación del Patrimonio Industrial (si acaso podemos encontrar ejemplos incluidos dentro de otros catálogos más generales, como en *100 elementos del patrimonio industrial en España*, 2011, de María Pilar Biel). La bibliografía existente acerca de estas fábricas hidráulicas, se centra, o bien en los aspectos técnicos y constructivos (*Tratado básico de presas*, 2006, de Eugenio Vallarino), estudiados desde el punto de vista de un ingeniero (*La presa bóveda de Susqueda: proyecto, construcción y comportamiento*, 1972, de Arturo Rebollo), o bien con acusado carácter narrativo y cronológico, relatando pormenorizadamente la sucesión de acontecimientos acaecidos (*Historia de las presas: las pirámides útiles*, 2000, de Nicholas J. Schnitter). El resto de información resulta fundamentalmente divulgativa, carente de un análisis más profundo o una perspectiva específicamente estética y arquitectónica.

3. Bibliografía concreta de cada uno de los arquitectos estudiados en los cuales se recopilan sus obras y proyectos más significativos.

Si bien existen abundantes y completas monografías sobre todos los arquitectos estudiados (a excepción de Ignacio Álvarez Castelao, del cual apenas hay publicadas reseñas en la Revista Cuadernos de Arquitectura o en el Registro del DoCoMoMo ibérico), como las obras de Jacobo Armero (*Antonio Palacios, constructor de Madrid*, 2001), Félix Cabrero (*Casto Fernández-Shaw, Arquitecto sin fronteras. 1896-1978*. 1999. El capítulo 2, obra de Julián Sobrino, trata sobre Casto como constructor de presas y aporta importante documentación gráfica, como por ejemplo una maqueta de la central del Salto del Carpio), José Antonio Pérez Lastra (*Vaquero Palacios, Arquitecto*, 1992), o Francisco Arquéz Soler (*Fisac*, 1996), sin embargo, a excepción del completísimo libro compendio sobre Vaquero Palacios (*Arquitectura-Arte-Ingeniería. La obra integradora de Joaquín Vaquero en Asturias*, 1989), en ninguna de las otras publicaciones se menciona o se estudia a fondo ya no sólo sus obras hidroeléctricas, sino ni siquiera su arquitectura industrial, que en todos los casos es de una complejidad e interés indiscutible. Por ejemplo, pocas

monografías sobre Miguel Fisac o Antonio Palacios citan sus obras industriales y en todo caso sólo en el listado final del catálogo (aunque se ha publicado recientemente el libro de Diego Peris *Miguel Fisac: arquitecturas para la investigación y la industria*, 2015, en el que habla sobre la central de Ip, citando además la ficha que el Registro de la Industria del Docomomo ibérico realizó sobre este edificio). De algunos arquitectos ni siquiera se hace mención a que hayan participado en obra hidráulica alguna (como es el caso de Fernando Chueca Goitia, quien según afirma Vicente Temes en el nº 147 de la Revista Arquitectura, es responsable de la central de Almoguera, 1947). También cabe destacar la publicación de Fernando Nanclares y Nieves Ruiz (*Lo moderno de nuevo. Arquitectura en Asturias 1950-1965*, 2014), en la que hacen un repaso siempre interesante por las obras industriales de Vaquero Palacios y Castelao, aunque no es la primera vez que se hace: ya en las publicaciones de Celestino García Braña *Arquitectura Moderna en Asturias, Galicia, Castilla y León. Ortodoxia, Márgenes y Transgresiones*, 1998; y *La arquitectura de la industria, 1925-1965: registro DOCOMOMO ibérico*, 2005, se recopilan obras hidroeléctricas interesantes que abarcan desde la presa de Jándula hasta la central de Proaza.

Tampoco existe, como ya hemos mencionado, ningún libro que recopile conjuntamente las obras de carácter hidráulico que todos estos arquitectos realizaron. Por lo tanto es necesaria y oportuna una obra de divulgación científico-técnica que aborde este tema, ahondando en la relación que entre las divisiones de las artes se han establecido, con una intención integradora como único medio para conseguir llegar a los fines deseados.

En cuanto a tesis en marcha sobre este tema, no existen estudios en profundidad de cada uno de los edificios estudiados, salvo los trabajos de Nicolás Carbajal Ballel,¹ publicados parcialmente en *El Salto del Jándula* (2014), y José Ramón Fernández Molina, el cual está comenzando una tesis sobre las salas de máquinas de las centrales hidroeléctricas asturianas. Por otro lado, también hay que destacar el sugerente trabajo de investigación que está llevando a cabo Susana Olivares Abengozar, quien en su tesis estudia la relación de Antonio Palacios con el Metro de Madrid y los edificios auxiliares de carácter industrial que diseñó para la Compañía (central térmica, subestaciones, cocheras y talleres...), patrimonio reivindicable por estar en peligro y más aún tratándose de un arquitecto tan importante en la historia reciente de Madrid.

Avance de resultados

Como avance de resultados se han presentado comunicaciones, pósters y ponencias a Congresos y Seminarios (con su correspondiente edición de actas en las que están incluidos los artículos), se ha impartido una conferencia en el curso de verano *Ingenieros Arquitectos* (2014) organizado por la Fundación Juanelo Turriano (de la que se ha editado el correspondiente capítulo de libro) y se ha publicado un artículo en la Revista Cuaderno de Notas.

En estos avances de resultados hay dos tipos de ponencias: las dedicadas a estudiar y desarrollar cada uno de los arquitectos estudiados en la tesis (XII Sehcyt, 15º Ega, VI Ticcih...), o aquellas en las que se pretende dar una visión global y comparada de los ejemplos estudiados (8º Acem, XV Incuna...)

- Molina Sánchez, Javier y Vela Cossío, Fernando: "Arquitectura e industria hidroeléctrica. Las obras de Ignacio Álvarez Castelao y Juan José Elorza para Electra de Viesgo en Asturias", en *Revista Cuaderno de Notas* nº 16, anual 2015, pp. 26-38. ISSN: 1138-1590
- Molina Sánchez, Javier: "Arquitectura e Ingeniería en las presas y centrales hidroeléctricas" en: *Ingenieros Arquitectos*, pp. 61-72. ISBN: 978-84-942695-4-7
- Comunicación en el XII Congreso del SEHCYT: "Vanguardia figurativa y Arquitectura Industrial en el período entreguerras (1918-1939)". Organizado por la Facultad de Educación de la Universidad Complutense de Madrid (10-12 de septiembre de 2014)
- Comunicación en el XV Congreso Internacional de Expresión Gráfica Arquitectónica: "Los sueños dibujados de Casto Fernández-Shaw. Búsqueda de una arquitectura imaginada entre el futurismo y la utopía". Organizado por la Universidad de las Palmas de Gran Canaria (22-23 de mayo de 2014)
- Ponencia y presentación de póster en el I Seminario Internacional sobre Patrimonio de la Arquitectura y la Industria “Sobre Raíles”: Tesis en Proceso sobre Patrimonio Industrial: "Arquitectura, Paisaje y Construcción en las presas y centrales hidroeléctricas españolas del siglo XX". Organizado por el Aula G+I_PAI de la Universidad Politécnica de Madrid (21-23 de noviembre de 2013)

- Comunicación en las XV Jornadas Internacionales de Patrimonio Industrial: "Arquitecturas del Agua: las centrales hidroeléctricas de Antonio Palacios, entre el clasicismo y la modernidad". Organizado por la Asociación INCUNA (Industria, Cultura, Naturaleza) (Gijón, 25-28 de septiembre de 2013)
- Comunicación en el VI Congreso para la Conservación del Patrimonio Industrial en España: "Una mirada racionalista. Las obras de Ignacio Álvarez Castelao y Juan José Elorza para Electra de Viesgo en Asturias". En colaboración con Fernando Vela Cossío. Organizado por TICCIH España, y la UNED (Madrid, 12-15 de junio de 2013)
- Comunicación en las II Jornadas Andaluzas de Patrimonio Industrial y de la Obra Pública: "De la Utopía a la realidad: Casto Fernández-Shaw en la cuenca del Guadalquivir". Organizado por Fupia, la Universidad de Cádiz y el COII de Andalucía Occidental. (Cádiz, 25-27 de octubre de 2012)
- Comunicación en las XIV Jornadas Internacionales De Patrimonio Industrial: "Arquitectura, Paisaje y Construcción en las grandes presas y centrales hidroeléctricas españolas del siglo XX". Organizado por la Asociación INCUNA (Industria, Cultura, Naturaleza) (Gijón, 26-29 de septiembre de 2012)
- Comunicación en el 8º Congreso Internacional de Molinología: "De molinos harineros a fábricas de luz: arquitectura e ingeniería hidráulica en el norte de Madrid". En colaboración con Fernando Vela Cossío. Promovido por ACEM, y organizado por ASGAMUI y la Universidad de Vigo. (Tui, 28-30 de abril de 2012)

1. Antecedentes: hidráulica y arquitectura en España

En la obra hidráulica la exigencia de naturalidad es mucho más fuerte que en cualquier otra obra de ingeniería. El artificio que el hombre introduce ha de ponerse a prueba dentro de la organización más potente del mundo físico, en el sistema circulatorio fluvial, donde se actualiza la energía geomorfológica más importante [...] En la obra hidráulica hay que presentar a la circulación un servicio definitivamente ajustado desde el principio. El acierto de la obra no se contrasta en la gradación mejor-peor, sino en el dilema permanencia o ruina. Circulación y servicio no son independientes físicamente, sino que están en contacto directo de continente y contenido [...] La aparición de la obra supone una brusca alteración con trascendencia inmediata. Pero de otro lado hay que tener en cuenta que instauramos un nuevo régimen de funcionamiento en sustitución del anterior, lo que supone un nuevo equilibrio natural en el que se incorpora la obra.

Carlos Fernández Casado

La Arquitectura del Ingeniero.

2005 (2^a edición). Madrid: Colegio Oficial de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. p. 290

Es necesario, para la correcta comprensión de este trabajo de investigación, enmarcarlo en un tiempo y un espacio determinados. Por ello resulta fundamental delimitar unos antecedentes históricos y morfológicos que nos permitan entender por qué y cómo surgen, ya en el siglo XX, estas obras que vamos a analizar, y en qué contexto internacional se desarrollan, para entender en qué medida las experiencias que se estaban llevando a cabo en Europa en ese momento pudieron llegar a influir en la concepción de estos singulares espacios de arquitectura e ingeniería hidráulica.

Se trata de un acercamiento a las presas españolas desde cuatro puntos de vista distintos pero complementarios: por un lado se estudia su evolución histórica, el *cuándo*, por otro lado examinamos los distintos tipos constructivos, el *cómo*, a continuación analizamos su localización geográfica, el *dónde* y por último, comparando la evolución de las empresas hidroeléctricas que las construyeron y sus motivaciones, reflexionamos sobre el *por qué*.

Las presas se han venido utilizado históricamente para crear embalses que sirviesen para consumo humano, abastecimiento a

la industria, regadío, regulación de cauces problemáticos o generación de energía hidroeléctrica (y en mucha menor medida, para actividades recreativas o navegación y pesquería) (Berga 2008(b): 82). Para conseguir dichos objetivos se ha construido tradicionalmente con métodos empíricos que, por lo general, han dado buenos resultados hasta que a finales del siglo XIX se desarrolló la mecánica racional y así la tecnología de construcción de presas pudo experimentar un desarrollo hasta entonces nunca visto, sobre todo a partir de la generalización de la tipología de presas arco de doble o triple curvatura.

La obra de ingeniería, por su naturaleza funcional, está ligada a un emplazamiento. Es el lugar, que la obra contribuye a crear, como sostiene la tesis de Martin Heidegger sobre el *Ser* y el *Tiempo*, el que aporta significado; por eso, si se traslada a otro emplazamiento, por muy correctamente que se haga, pierde su significado, su "aura" se desvanece (Navarro 2011: 18). Como afirma José A. Fernández Ordóñez: "desde tiempo inmemorial, por medio de las obras públicas, el hombre configura el espacio natural y se apropiá de él, lo señala y significa creando un *lugar* [...] Forman un tejido que soporta y hace posible las relaciones sociales" (Fernández Ordóñez 2009). En este sentido resulta evidente afirmar que no es lo mismo construir una presa en un afluente del Ebro que en la cuenca del Guadalquivir: las características específicas de cada emplazamiento determinar la forma y la función del Salto.

También han influido las circunstancias socioeconómicas que ha vivido el país durante los distintos períodos que abarca este trabajo de investigación, desde las primeras décadas del siglo XX hasta el final del franquismo pasando por la autarquía y el desarrollismo, y vienen aquí representadas por el destacado papel que han jugado las empresas eléctricas en la construcción de estos conjuntos hidráulicos. En este ámbito siempre ha existido una especial sensibilidad por parte de las compañías a la hora de contar en sus proyectos con arquitectos de alto nivel que les dieran prestigio y visibilidad.

Por último también cabe destacar la influencia que otras figuras coetáneas de la arquitectura europea (como Otto Wagner, Peter Behrens o Hans Poelzig), quienes también participaron en la construcción de presas, han ejercido sobre los arquitectos objeto de estudio, generando así una serie de invariantes que se repiten en cada una de las obras: la acusada tendencia a la monumentalidad, la expresividad de las formas como metáforas del continuo discurrir del agua, etc.

1.1. HISTORIA DE LAS PRESAS ESPAÑOLAS

La Península Ibérica tiene unas condiciones hidrológicas¹ y geográficas² propias que han conducido a los pueblos que la han habitado o conquistado desde muy antiguo a la necesidad de intervenir en el sistema hídrico natural para incrementar los caudales y asegurar el abastecimiento y la supervivencia de sus asentamientos humanos.

Por ello, desde la época de la conquista romana, ha habido que recurrir a la construcción de presas de embalse con los que se conseguía aumentar los recursos hídricos ya obtenidos por otros sistemas más antiguos como los pozos, aljibes, galerías, etc., que recogían y almacenaban el agua subterránea o de lluvia.

Si en estos primeros siglos de la era cristiana la actividad constructiva fue importante, durante la Edad Media las actuaciones se limitaron sobre todo a restaurar lo ya construido. Posteriormente, a partir del siglo XVI, se dio un nuevo renacer de las grandes intervenciones sobre la red fluvial, con una clara expansión en los últimos años del siglo XVIII y sobre todo, en la segunda mitad del siglo XX, hasta nuestros días.

El Imperio Romano

Las primeras presas de las que se tiene conocimiento en la Península Ibérica corresponden a las construidas bajo la dominación Romana entre los siglos I y IV de nuestra Era. Se han llegado a identificar hasta 72 presas y azudes de este período (Arenillas 2008: 43) la mayoría de las cuales son de tamaño pequeño, excepto ocho, que pueden considerarse grandes presas.³ En general fueron utilizadas para riego y suministro de agua (más de la mitad de ellas), o para aportar energía a en las minas, mover bombas, accionar mecanismos de elevación y otras aplicaciones industriales (Schnitter 2000: 75).

¹ Determinadas por unas precipitaciones en general bajas y mal distribuidas en el espacio y en el tiempo (Arenillas 2008: 43)

² Como comenta José Torán a propósito de un trayecto en ferrocarril entre Francia y España: "no hay viajero observador que no quede atónito al cruzar la frontera [...]. Este viajero observador va registrando en el paisaje las más variadas y disonantes características. Zonas húmedas, cuya vegetación llega con sus bosques hasta las más altas cimas, regiones prácticamente desérticas, montañas de granito descarnado, valles presididos por ríos solemnes, van ganando su espíritu hacia una conclusión: España es un país difícil" (Torán 1964: 9)

³ Son: Almonacid de la Cuba, Muel, Pared de los Moros y Virgen del Pilar en el Ebro, Proserpina y Cornalvo en el Guadiana y Alcantarilla y Consuegra en el Tajo (Aguiló 2005: 29)

Los criterios de emplazamiento de los embalses dependieron de dos factores: el espacial y el temporal, lo que condujo a soluciones conceptuales muy distintas. Así, mientras en la cuenca del Ebro las presas se sitúan en tramos medios de ríos de cierta importancia, creando auténticos embalses de regulación en el sentido moderno del término (y además se trata de las presas más antiguas), en los casos de Toledo y Mérida los embalses creados sirven para formar depósitos artificiales en las cabeceras de las cuencas⁴ (y se trata de presas de construcción más tardía) (Arenillas 2008: 45).

En cuanto a los sistemas de construcción, las presas del norte son de tipo gravedad (de fábrica),⁵ mientras que las del Guadiana y Tajo son de materiales sueltos (con pantalla impermeable aguas arriba), lo cual hace sospechar, como afirma Miguel Aguiló, que: "a partir de un momento dado (mitad del siglo I d.C.), se abandona una forma de construir y se adopta otra nueva, construyendo además en otro tipo de emplazamiento" (Aguiló 2005: 29).

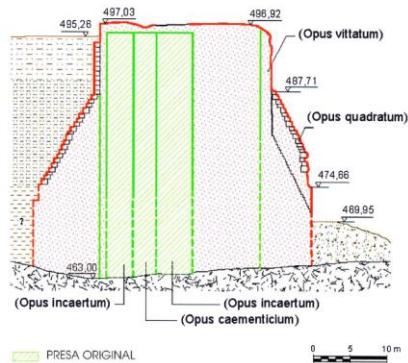
De cualquier modo, en todos los casos hay un invariante que se repite sistemáticamente: el muro pantalla con el que se conseguía la estanquedad de la estructura y al que se agregaban otros elementos para completar la estabilidad del sistema. Este muro consiste en un núcleo de hormigón de cal (*opus caementicium*), rodeado por ambos lados por dos paños de fábrica de mampostería (*opus incaertum*) o sillería (*opus quadratum*) (Arenillas 2008: 46).

De las presas que se construyeron en la cuenca del río Ebro la más importante es la de Almonacid de la Cuba.⁶ Situada en Zaragoza, en una garganta rocosa del río Aguasvivas, es la presa de mayor altura (34 metros) que aún se conserva de todo el mundo romano. Su construcción se realizó en dos fases, la inicial en la época de Augusto (27 a.C.-14 d.C.) o Tiberio (14-37 d.C.), y la segunda bajo el mandato de Adriano (98-117 d.C.), que supuso una importante reconstrucción de la presa.

⁴ De hecho, en los embalses más importantes de esta zona, Alcantarilla, Cornalvo y Proserpina, los romanos construyeron azudes de derivación desde áreas adyacentes con objeto de incrementar las reducidas y muchas veces insuficientes escorrentías de las cuencas propias (Arenillas 2008: 45)

⁵ Lo cual resulta lógico para aquella época al tratarse de obras situadas en ríos con crecidas importantes (Arenillas 2008: 45)

⁶ Hasta mediados de los años 90 fue considerada erróneamente como medieval (siglo XIII), atribuida a Jaime el Conquistador (Smith 1992: 19)



Presa de Almonacid de la Cuba
 (de izquierda a derecha y
 de arriba abajo):

- 01-** Sección transversal
 [Arenillas 2003: 74]
- 02-** Vista general, alzado aguas abajo
 [Arenillas 2008: 46]
- 03-** Ojo de la Cuba bajo el aliviadero
 [Arenillas 1995: 52]
- 04-** Paramento escalonado aguas abajo
 [Arenillas 1995: 50]

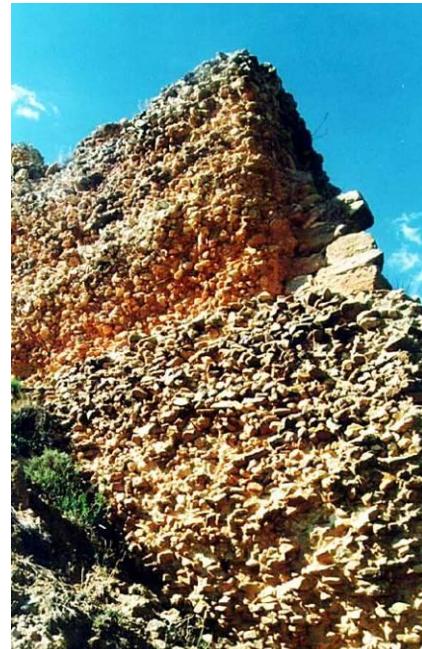
original (Schnitter 2000: 75). Esta primera construcción era una presa formada por tres arcos, uno central y dos laterales que se apoyaban contra el terreno y sobre dos grandes contrafuertes que enlazaban con el arco central. Esta obra debió romperse bastante pronto (quizá incluso durante la fase de construcción), y fue sustituida por una presa de gravedad que reutilizaba elementos de la fábrica anterior. El núcleo de la presa (fig. 01) tiene unos diez o doce metros de espesor (con un revestimiento original de sillares), que se reforzó significativamente en la reconstrucción, sobre todo aguas abajo (fig. 02), donde se levantó un nuevo muro de mampostería revestido por un paño de *opus vittatum* (piezas de caliza dispuestas en hiladas horizontales), al que se adosó un gran faldón escalonado (Arenillas 2008: 46). Posteriormente se añadieron otros dos faldones, aguas arriba y aguas abajo, y se recreció la presa para paliar los efectos del aterramiento del embalse (fig. 04). Otro

elemento significativo de esta presa es el llamado "Ojo de la Cuba" (fig. 03), una galería de sección rectangular cubierta por una bóveda de arco de medio punto que cruza toda la fábrica justo en la parte inferior del aliviadero (Arenillas 1995: 52).

Cerca de esta presa, en dos afluentes del río Aguasvivas se localizan otras dos presas interesantes, también de gravedad, del sistema Ebro. Se trata de las presas de la Ermita del Pilar y de la Pared de los Moros (actualmente ambas en ruinas). La primera se sitúa cerca de Monforte de Mayuelas (Teruel) y sólo se conservan los 20 metros iniciales del estribio izquierdo (fig. 05), una pared de composición heterogénea que se construyó en dos fases junto con un recrercimiento posterior. La altura del muro (16,60 m.) y su escaso espesor (6,90 m.), conducen a una clara situación de inestabilidad que provocó su hundimiento, aunque no excesivamente pronto: la presa debió funcionar muchos años por los sedimentos calcáreos que cubren el paramento aguas abajo (Arenillas 1995: 65). En cuanto a la segunda, la presa de La Pared de los Moros se localiza en Muniesa (Teruel) y en la actualidad presenta un gran boquete en su sector central (fig. 06), coincidiendo con la zona más profunda de la cerrada. El muro que se mantiene en pie tiene una altura de casi ocho metros y medio y unos tres metros de ancho (con dos hojas exteriores de un metro de espesor construidos con mampuestos de caliza de la zona recibida con mortero y un núcleo de calicanto). En cuanto a las razones de su hundimiento, M. Arenillas explica (fig. 07):

El defecto básico de esta presa es su extrema esbeltez. Con una geometría tan arriesgada cabría esperar la presencia de un terraplén de tierra aguas abajo. Sin embargo, no quedan restos que permitan atestiguarlo. Por ello, sin duda, la Pared de los Moros se rompió; y probablemente muy pronto, pues los niveles de sedimentos en el embalse no están muy desarrollados (Arenillas 2008: 48).

La última presa estudiada de este periodo en Aragón es la de Muel (Zaragoza), cabecera de uno de los tres o cuatro sistemas de abastecimiento a la ciudad de *Caesaraugusta*.⁷ La presa, de unos 13 metros de altura, está compuesta por dos muros de sillería de caliza con un relleno intermedio de hormigón de cal. El muro aguas abajo muestra un paramento de sillería



05- Presa de la Ermita del Pilar
Restos del núcleo de la presa
[Arenillas 1995: 66]

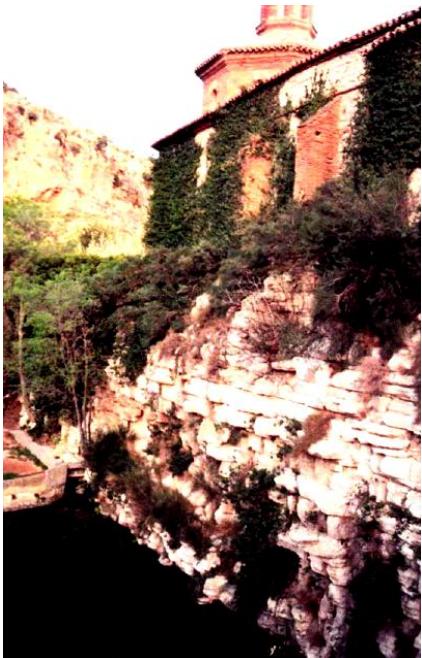


Presa de la Pared de los Moros
(de arriba abajo):

06- Vista general, aguas arriba
[Arenillas 1995: 60]

07- Paramento aguas abajo,
con la galería de toma a la derecha
[Arenillas 1995: 60]

⁷ Al estar relacionada con la llevada de agua a la ciudad, fundada por Augusto entre los años 24 y 14 a.C., se puede deducir que la presa se construyó aproximadamente en esa época (Arenillas 2008: 48).



08- Presa de Muel desde aguas abajo con la ermita del s.XVIII construida sobre ella [Arenillas 2008: 49]



09- Intradós de la presa de Alcantarilla y sillería de recubrimiento. [Aeternitas Numismatics]

almohadillada en hiladas alternas a soga y tizón pero sin una secuencia ordenada (fig. 08). Tiene 1,5 m. y está ligeramente inclinado hacia el embalse.⁸ El muro contrario, completamente oculto bajo los sedimentos terrosos del embalse actualmente aterrado, tiene un significativo escalonamiento en su parte inferior y también está formado por grandes sillares, según cabe deducir por los sondeos realizados (Arenillas 2008: 48).

En cuanto a las presas de materiales sueltos, las erigidas a partir del siglo I d.C., las más significativas son las construidas para el abastecimiento de agua a las ciudades de *Emerita Augusta* y *Toletum*. En el caso de la ciudad de Toledo, la presa más importante es la de Alcantarilla (de unos 15 ó 20 metros de altura) que, situada unos 20 km. al sur de la ciudad en el arroyo Guajaraz, servía como embalse de cabecera para una conducción de aguas de unos 50 km. que atravesaba el Tajo al llegar a Toledo mediante un viaducto que salvaba la cortada con un desnivel de unos 90 m.⁹ El esquema resistente empleado en esta presa es el de oponer al empuje del agua un muro vertical de poco espesor (con el esquema conocido de núcleo de hormigón de cal y dos capas exteriores de mampostería forrada con sillares bien labrados), insuficiente por sí mismo para resistir la presión hidrostática, y por eso se refuerza con un terraplén adosado aguas abajo (González Tascón 1987: 14). El muro era vertical en el lado aguas arriba y ligeramente inclinado aguas abajo (con anchuras que varían desde los 6 m. en la base hasta los 3,20 en la coronación (Schnitter 2000: 77). El problema de este tipo de soluciones es que el muro pantalla no está suficientemente impermeabilizado y se suele saturar de agua (por las frecuentes filtraciones), lo que provoca que, si el embalse se vacía o el muro se empapa demasiado, el terraplén empuje a la pantalla y éste termine volcando aguas arriba, cosa que sucedió en el embalse de Alcantarilla, como atestiguan las ruinas de la misma (fig. 09).

⁸ Sobre este impresionante paño de sillería se edificó en el siglo XVIII la iglesia de Nuestra Señora de las Fuentes (Aguiló 2005: 35)

⁹ Cómo los romanos salvaban este desnivel sigue siendo hoy día una incógnita, puesto que los restos arqueológicos encontrados sólo permiten reconstruir un primer piso del acueducto, con tres arcos de 28 m. de luz, cifra significativamente en el límite de lo que los romanos podían llegar a construir. Se han conjecturado soluciones de tres y dos pisos de acueducto, pero I. González Tascón propone una solución en sifón con un solo piso (González Tascón 1987: 19).



Para evitar las roturas de este tipo se construyeron, como en el caso de las presas de Proserpina y Cornalvo (para el abastecimiento de agua a Mérida), contrafuertes del lado del agua. En el primer caso, sobre un muro pantalla de 21,60 m. de altura que es ligeramente inclinado en el paramento aguas arriba,¹⁰ se disponen en este paño nueve contrafuertes también inclinados de sección rectangular (excepto en la base que se rematan con un semicírculo a unos 4,5 m. del paramento) distribuidos de manera irregular por todo el largo de la presa.

El embalse de Proserpina (construido en la época de Trajano, entre el 98 y el 117 d.C.) aún hoy está en uso, aunque la presa ha sufrido importantes reparaciones (fig. 10). La primera de ellas fue en el siglo XVII (1617) atribuidas al gobernador de la ciudad D. Felipe de Albornoz dejando "el muro tan lucido y fuerte que algunos le juzgan por mejor edificio que el romano" (Fernández Casado 1961: 359). La actuación debió afectar al muro de la presa puesto que los dos tercios superiores del paramento visto aparecían recubiertos de un sillarejo de granito de distinta procedencia del original y que habían sufrido bastante deterioro a mediados del siglo XX, que fue cuando se llevó a cabo la última reconstrucción (fig. 11).

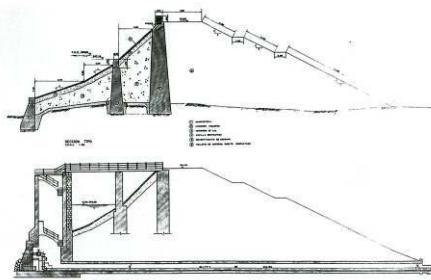
Presa de Proserpina
(de arriba abajo):

10- Vista general, aguas arriba
[Aguiló 2005: 31]

11- Detalle de un contrafuerte
[Arenillas 2008: 51]



¹⁰ El muro es vertical en los 6,60 m. inferiores e inclinado en los restantes, lo cual se consigue mediante el escalonamiento de las sucesivas hiladas de sillares (Arenillas 2008: 51)



Presa de Cornalvo
 (de izquierda a derecha):

12- Secciones transversales
 [Aguiló 2005: 32]

13- Vista del "graderío" aguas abajo
 [Arenillas 2008: 52]



14- Presa de Consuegra
 [Arenillas 2008: 54]



15- Coronación de la presa
 de Esparragalejo
 [Schnitter 2000: 83]

En el caso de la presa de Cornalvo,¹¹ su sección se compone de un muro (de 21 m. de altura), con un espaldón de tierras aguas abajo y otro espaldón aguas arriba (fig. 12) construido con celdas de mampostería formadas por tres muros longitudinales de ladera a ladera rellenos con piedras, arcilla y hormigón y revestidos con sillería (Aguiló 2005: 32). Otros muros transversales (hasta 22) servían para arriostrar los longitudinales dando al conjunto un perfil escalonado semejante a un graderío, lo cual ha propiciado que erróneamente el embalse haya sido confundido con un escenario de naumaquia (Fernández Casado 1961: 361). La presa (fig. 13) fue sometida a una importante rehabilitación a principios del siglo XX (1936), que consistió en reconstruir todo el paramento aguas arriba (al parecer los sillares originales se reutilizaron durante siglos para distintas edificaciones del entorno) con distintos tipos de materiales pétreos (sillares, mampuestos y adoquines), manteniéndose ligeramente el perfil original romano (Arenillas 2008: 54).

Existe un tercer tipo de presa que los romanos construyeron en España, utilizada sobre todo en las presas de menor altura, como Consuegra (fig. 14), Iturranduz o Esparragalejo. Se trata de una solución de contrafuertes que sustituyen a los espaldones de tierra de materiales sueltos para el paramento aguas abajo. Las dos primeras presas se encuentran en ruinas y la de Esparragalejo (con 12 contrafuertes de 3,20 m. de anchura) fue reconstruida en 1959 (fig. 15) con los abundantes restos existentes. Tiene además la particularidad de que el paramento aguas abajo estaba curvado entre machones, alternando arcos de

¹¹ Según Fernández Casado, el nombre de Cornalvo proviene de la Edad Media y "se debe a que el vaso tiene forma de media luna y el sedimento blanquecino reluce con el sol. Esto demuestra que debió estar vacía en los siglos medievales" (Fernández Casado 1961: 361)



medio punto y contrafuertes como corresponde al concepto de contrarrestar el empuje del agua a embalse lleno (Fernández Ordóñez 1984: 38) por lo que se la puede considerar como "preursora de las presas de arco múltiple" (Schnitter 2000: 81), aunque la exagerada curvatura que se observa hoy día es debida a la restauración del siglo XX (fig. 16).

La Edad Media

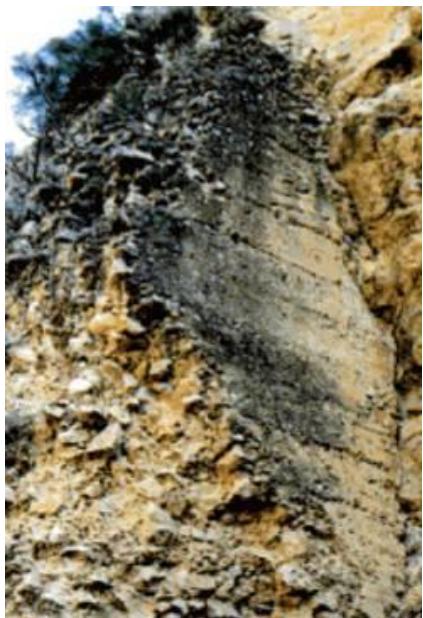
Este período histórico está marcado en la Península Ibérica por la dominación árabe desde el año 711 hasta su expulsión en el año 1492. Aunque la contribución tecnológica de los ingenieros musulmanes se produjo en el campo de la ingeniería hidráulica, lo cierto es que los embalses romanos casi no fueron utilizados ni se construyeron nuevas presas (Aguiló 2005: 35), basándose la aportación árabe al mundo hidráulico en la derivación de los ríos mediante azudes para el abastecimiento de agua, los sistemas de regadío y como fuerza motriz para los molinos, batanes y otros ingenios hidráulicos.

Estos azudes fueron construidos reutilizando en muchas ocasiones infraestructuras preexistentes de época romana. Se trata de pequeñas presas de gravedad y sección trapezoidal, con paramentos de mampostería que protegían un núcleo de calicanto (Arenillas 2008: 57). De estas actuaciones la de mayor interés, probablemente, es el llamado Azud de Parada (fig. 17), una pequeña presa sobre el río Segura, cabecera de un importante sistema de riegos romano, retomado y ampliado por los musulmanes. Este azud, de 8 m. de altura, tenía tres partes distintas: un "murallón" robusto de 200 m. de longitud, que servía a su vez como estribo de la primera sección del canal de

16- Presa de Esparragalejo,
vista aguas abajo
[Fernández Ordóñez 1984: 38]



17- Vista aguas abajo del azud de Parada. Al fondo, la parte nueva; en primer plano, la parte medieval.
[Schnitter 2000: 101]



18- Presa de Malpasillo. Restos del estribo derecho en el que se observa el calicanto y las marcas del encofrado de madera [Díez-Cascón 2001: 61]

riego, el llamado "azud viejo"¹² de 31 m. de longitud y escalonado aguas abajo y el llamado "azud nuevo" de 74 m. de longitud y una anchura de base de 50 m. (Schnitter 2000: 100-101). Fue construido con mampostería, mortero de cal y revestida con sillares, y ha sido rehabilitada en numerosas ocasiones.¹³

Por lo demás, la construcción de presas en la España medieval quedó completamente paralizada. No es hasta finales del siglo XIV (1393) cuando se han encontrado documentos y restos arqueológicos que atestiguan la construcción de una presa de gran envergadura en Malpasillo (Zaragoza), de la que actualmente quedan escasos restos conservados (fig. 18). Construida con tongadas horizontales de calicanto sin ningún tipo de revestimiento de mampostería o sillería, se pueden ver todavía en el estribo derecho las marcas de la madera que probablemente sirvió de encofrado (Díez-Cascón 2001: 61). Puede que este hecho (la inexistencia de revestimiento), influyese en su destrucción por vertidos provenientes de la coronación.¹⁴

Los siglos XVI a XVIII

La época moderna trae consigo para España un resurgir en la construcción de presas y embalses fundamentalmente para regadío, sobre todo en la zona del Levante mediterráneo, aunque también hay experiencias interesantes en Extremadura, Vizcaya y sobre todo en los Reales Sitios. A este último grupo pertenece la presa de Ontígola, situada cerca de Aranjuez y su Palacio Real, a 40 Km. al sur de Madrid. Mandada construir por el Rey Felipe II en 1552 con el fin de disponer de una laguna cerca del palacio donde se concentraran las aves acuáticas con objeto de practicar la cetrería,¹⁵ la obra se enfrentó a muchos problemas de diseño y ejecución, teniendo que ser restaurada en

¹² Al-Himyari se refiere al antiguo azud atribuyéndolo a "los antiguos", término que los árabes utilizaban sistemáticamente para referirse a los romanos (Arenillas 2008: 57)

¹³ Desde por lo menos el año 1294, cuando el Rey Sancho de Castilla autoriza reconstruir "la presa del agua" (Arenillas 2008: 57)

¹⁴ Otras hipótesis sobre su ruina son una deficiente cimentación o la extrema esbeltez del muro (4 m. de ancho para una considerable altura de 20 m.).

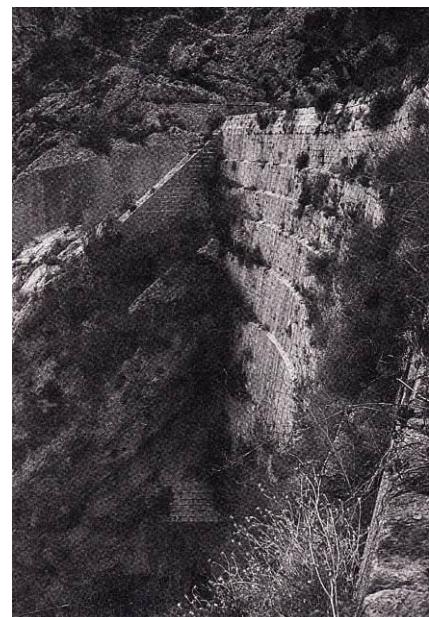
¹⁵ Se trataría de la primera presa española conocida que es construida con fines lúdicos. Fue utilizada para entretenimiento de la Corte y en ella se organizaron espectáculos y festejos acuáticos hasta bien entrado el siglo XIX, fecha en que debió ser abandonada (Arenillas 2008: 60)

varias ocasiones a lo largo del siglo XVI. El proyecto original es obra del ingeniero holandés Pietre Janson, y consiste en dos muros de sillería separados entre sí 10 m., con un muro de relleno de tierras entre ambos (Arenillas 2008: 58). Las obras comenzaron en 1563 bajo la dirección de Juan Bautista de Toledo, y casi desde el primer momento la presa presentó graves problemas estructurales. En 1565 se rompió el muro aguas abajo, que fue reconstruido con mayor espesor y se le añadieron 6 contrafuertes. Tres años después sucedió lo mismo con el paramento aguas arriba. La reconstrucción se realizó bajo la dirección de Juan de Herrera, que reforzó y regresó el muro original, quedando el ancho total de la presa en 23 m., frente a los 12 m. de altura (es decir, casi el doble de ancho que de alto). (Schnitter 2000: 144). La obra se finalizó en 1573, más de 20 años después de su concepción (fig. 19).

La presa más importante de este período es, sin duda, la del Tibi (Alicante), sobre el río Monnegre, erigida entre 1580 y 1594 (fig. 20). Es una iniciativa particular de los regantes de la zona asumida por el Ayuntamiento, quien pidió permiso a Felipe II para su construcción. El Rey encargó el proyecto a Juanelo Turriano¹⁶ (Fernández Ordóñez 1984: 225) pero la obra quedó paralizada pronto hasta que se retomó en 1589 bajo la dirección del ingeniero Cristóbal Antonelli (Aguiló 2005: 38). La presa alcanzó los 46 m. de altura¹⁷ y un volumen de fábrica de 36.000 m² formada por grandes sillares cuidadosamente labrados en ambos paramentos, siendo el núcleo de mampostería ordinaria y mortero de cal (Díez-Cascón 2001: 62). Su sección transversal era muy robusta (34 m. de espesor en base y 20 m. en coronación), a pesar de que estaba curvada en planta con un radio de 97 m. y un ángulo central de 55° (Schnitter 2000: 144).



19- Presa de Ontígola. Grabado de Brambilla, principios del s.XIX
[Reproducido por F. Chueca Goitia]



20- Presa de Tibi, vista aguas abajo
[Fernández Ordóñez 1984: 225]

¹⁶ Figura imprescindible del Renacimiento español, Juanelo Turriano, natural de Cremona, es un ingeniero, matemático, relojero, arquitecto y sobre todo, inventor, que diseñó artificios y automatas de todo tipo para Carlos V y su hijo Felipe II. Famosos son su reloj astronómico, la recopilación del manuscrito *Los Veintiún Libros de los Ingenios y de las Máquinas*, sobre ingeniería hidráulica, y por encima de todo, su artificio para elevar agua del Tajo a Toledo, que le costó en última instancia su ruina. Actualmente existe una Fundación que lleva su nombre y cuyo objetivo es "la promoción y difusión del estudio histórico de la Técnica y de la Ciencia en sus diversas vertientes, con especial énfasis en la Historia de la Ingeniería". Para más información, se puede consultar la página web: www.juaneloturriano.com

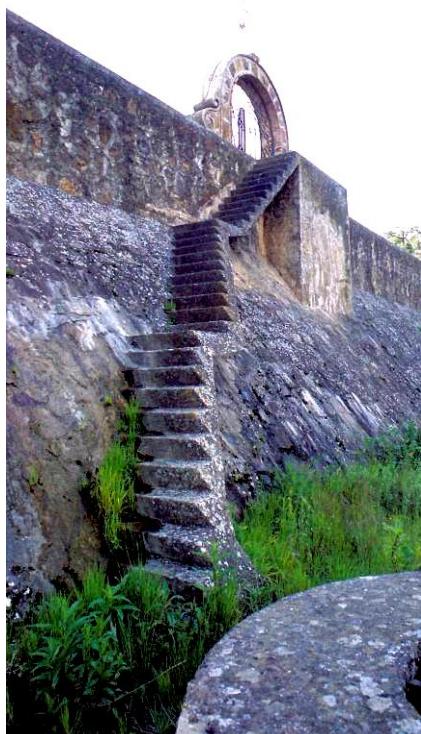
¹⁷ Fue, durante tres siglos la presa más alta de España y del mundo, hasta el descubrimiento de la presa de Kurit en Irán, del siglo XIV, con 60 m. de altura (Schnitter 2000: 142).



21- Albuhera de Feria, vista aguas abajo, con los contrafuertes y los molinos entre ellos [Aguiló 2005: 42]

La presa tuvo una avería importante en 1601, que se reparó con cierta rapidez, y otra mayor en 167, cuya rehabilitación se prolongó hasta 1738. Es entonces cuando se debió de construir un aliviadero de superficie en el estribo derecho (Arenillas 2008: 62). Finalmente, en 1941 se selló el túnel de desagüe y se excavó uno nuevo en la roca.

Durante este período de tres siglos también se construyeron en Extremadura una serie de presas, denominadas *Albuheras*, interesantes por su tipología: se trata de muros con contrafuertes adosados aguas abajo y caracterizados por su destino industrial, sobre todo para la molienda del grano. Así, estos machones pueden ser macizos de ladrillo o ser estructuras abovedadas de eje perpendicular que alojan los molinos, de tal manera que el agua del embalse sirve para mover la rueda del ingenio (Aguiló 2005: 41). Sería éste un antecedente claro de las centrales hidroeléctricas que se adosarían a la presa aguas abajo en los grandes embalses del siglo XX y aunque con finalidades distintas, ambas aprovecharían el agua embalsada y la fuerza centrífuga de la misma para generar energía (mecánica o eléctrica). La Albuhera de Feria (Badajoz), sería una de las más genuinas representantes de este grupo (fig. 21). De hecho, hasta 1929 la presa perteneció a la familia de Feria, que instaló una turbina aprovechando el conducto del molino y suministró energía eléctrica a todos los pueblos próximos (Fernández Ordóñez 1984: 327). Finalizada en 1747, tiene una altura de 24 m. (fig. 22) y la fábrica utilizada es mampostería con mortero de cal sin ninguna otra manufactura en sus paramentos (Díez-Cascón 2001: 63).



22- Albuhera de Feria, detalle de la escalera de acceso a la coronación [Aguiló 2005: 42]



Las restantes presas de este período se adaptan más o menos al modelo de Tibi con plantas rectas o en arco y casi todas permanecen en servicio, por lo que algunas se han ido recreciendo, como es el caso de la presa de Arguis (fig. 24), construida en 1704 y recrecida sucesivamente en 1929 y 1938, o se han reconstruido en los mismos emplazamientos si la presa original estaba dañada o arruinada, adaptándose en cada momento a los criterios estructurales vigentes (Arenillas 2008: 62). Esto ha ocurrido, por ejemplo, en las presas del estrecho de Puentes (Murcia). La primera se construyó entre 1647 y 1788 (con una ruina intermedia por efectos de una avenida), y se abandonó en 1802 por un problema en su cimentación (fig. 23), realizada sobre pilotes de madera en un lecho formado por materiales de aluvión (Fernández Ordóñez 1984: 353). La presa de Puentes II se construyó entre 1881 y 1884 y siguió en servicio, aunque con graves problemas de aterramiento del embalse, hasta que fue sustituida en 2003 por otra situada unos metros aguas arriba de la anterior (Arenillas 2008: 62).

La última presa importante de este período es la del Gasco (fig. 25), en el río Guadarrama. Se comenzó a construir en 1787 por orden de Carlos III y con ella se pretendía formar el embalse de cabecera de un importante y monumental canal que debería comunicar Madrid con Sevilla, de acuerdo con el proyecto del ingeniero francés Carlos Lemaury. La fábrica de la presa consiste en dos muros de 2,8 m. de espesor conectados por muros transversales de 1,70 m. de anchura cada 10 metros. Esta retícula se rellenó con granito descompuesto y arcillas mezclados con bloques de granito sin aglomerante (Díez-Cascón 2001: 64). En 1799, cuando la presa había alcanzado una altura

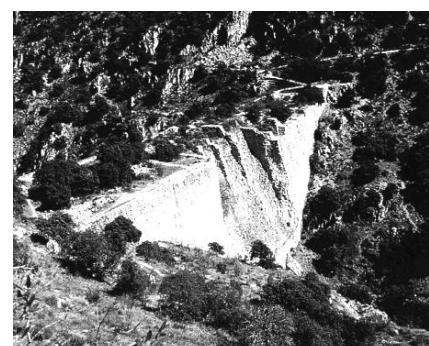


Arriba a la izquierda:

23- Presa de Puentes,
vista del paramento aguas abajo
50 años después de su rotura
[Schnitter 2000: 147]

Arriba:

24- Presa de Arguis, estado actual
tras los sucesivos recrecimientos
[Arenillas 2008: 61]



25- Presa de El Gasco, vista aguas abajo
con la gran rotura en el centro que
la arruinó [Arenillas 2008: 63]

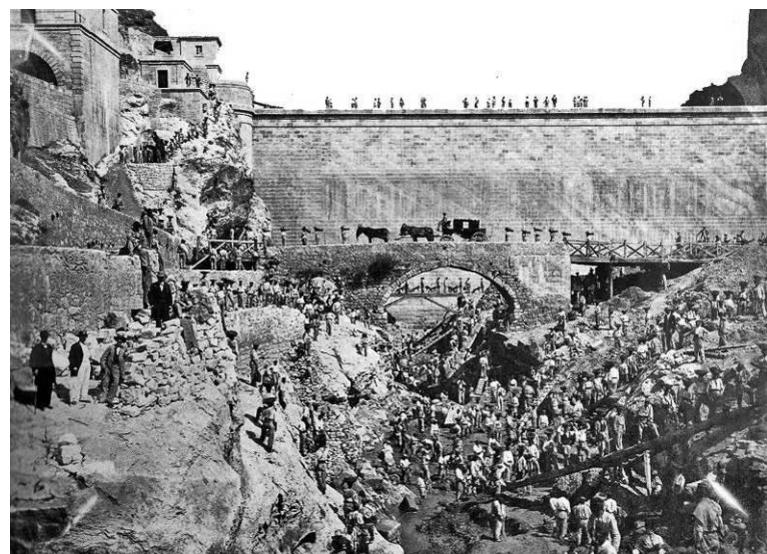
de 57 m. sobre los 93 previstos inicialmente, una fuerte riada provocó que las arcillas del relleno se expandieran y reventaran parte del muro frontal aguas abajo (Aguiló 2005: 52), las obras se paralizaron y la presa y el canal jamás se finalizaron.

En resumen, como comenta Joaquín Díez-Cascón en su obra *Ingeniería de Presas*:

La gran mayoría de las presas construidas en estos siglos seguía el esquema de utilizar unos paramentos de sillería muy cuidados y un cuerpo de presa a base de hormigón de cal hidráulica y mampuestos o cantes de distintos tamaños. La impermeabilidad estaba confiada al núcleo de calicanto y la sillería de paramento tenía una función de encofrado inicial y de impedir una posible disgregación por contacto con el agua o por posibles vertidos (Díez-Cascón 2001: 63).

El siglo XIX

La Guerra de Independencia española supuso un importante parón en la construcción de presas que no serían retomadas hasta mediados de siglo cuando se acometieron importantes obras civiles como la construcción del Canal de Isabel II, cuya presa de cabecera, la del Pontón de la Oliva (construida entre 1852 y 1858), es una de las empresas más importantes acometidas en España en aquella época (fig. 26), aunque no pudo cumplir adecuadamente su propósito por falta de impermeabilización del vaso, cimentado sobre unos grandes bancos de calizas cuaternarias llenas de oquedades que los técnicos del momento no supieron impermeabilizar (Fernández Ordóñez 1984: 448).



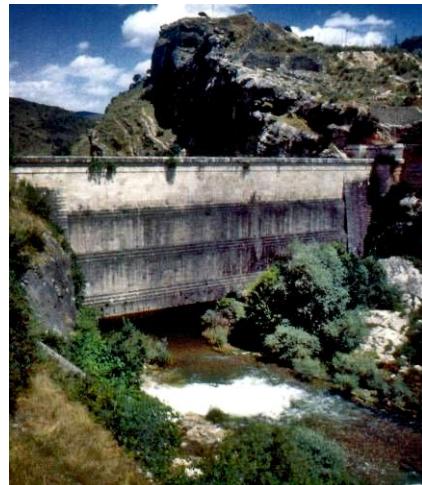
26- Presa del Pontón de la Oliva durante su construcción
[Archivo Canal de Isabel II]

El proyecto, de los ingenieros Juan Rafo y José Ribera¹⁸ consistía en una presa de gravedad de alineación recta y sección trapecial, con 32 m. de altura y 19 de anchura en la base (fig. 27). La fábrica es de sillería y mampostería de grandes piezas rejuntadas con mortero de cal, ordenada en tres grandes cuerpos que se van retranqueando a medida que ascienden (Echenagusia y Unceta 2005: 113). Tiene el muro de la presa un espaldón aguas arriba de tierra de 20 m. (que eleva el ancho de la pantalla a 39 m.). En principio, la función de este terraplén era reducir la presión que la columna de agua ejercía sobre el muro, pero la continuidad entre el paramento y el terraplén no era suficiente por lo que el espaldón no llegó a ser efectivo (Aguiló 2005: 52).

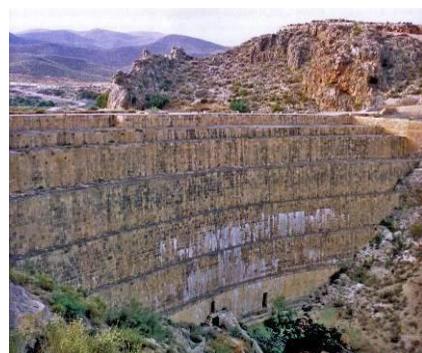
Esta presa, junto a la de Níjar,¹⁹ serían las últimas de gravedad clásicas que se construirían en España (fig. 28). Así, el siglo XIX se caracteriza por ser el punto de inflexión en la evolución de las presas de fábrica: las presas de gravedad comienzan a diseñarse haciendo uso de los recientes estudios basados en la mecánica racional, y no en el simple empirismo.²⁰ Además, empieza a emplearse el cemento Portland como material de construcción de presas (Baztán y Toledo 2008: 224)

Así comenta Miguel Aguiló la atmósfera que se vivía en esta época de finales de siglo:

Durante la segunda mitad del siglo XIX confluyen varios factores que contribuyen a forjar un momento realmente excepcional en el desarrollo de las presas. El conocimiento del comportamiento de los materiales se suma al desarrollo de los métodos de cálculo apoyado en las nuevas posibilidades ofrecidas por las matemáticas, y todo ello se ve impulsado por las crecientes necesidades de agua exigidas por el desmesurado crecimiento de población en las ciudades (Aguiló 2005: 184).



27- Presa del Pontón de la Oliva,
estado actual
[Echenagusia y Unceta 2005: 112]

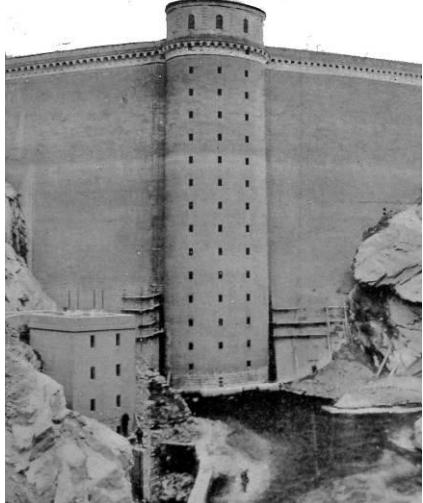


28- Presa de Níjar
[Aguiló 2005: 50]

¹⁸ La dirección de obras las llevó a cabo Lucio del Valle, ingeniero y arquitecto, como subdirector primero y, a partir de 1855, como director del Canal de Isabel II, quedando así como responsable de todas las obras posteriores que se realizaron en la empresa (Navascués 2015: 100)

¹⁹ Contemporánea de la presa del Pontón, la de Níjar (Almería) tiene un aspecto semejante, con 31 m. de altura, paramento inferior escalonado y planta ligeramente curva. Fue diseñada y construida por el arquitecto Jerónimo Ros, entre 1842 y 1852 (Aguiló 2005: 51)

²⁰ La rotura de las presas de Puentes y el Gasco, de las que ya hemos hablado anteriormente, puede ser una de las causas que impulsó la creación de la Escuela de Caminos en 1802 y tuvo enormes consecuencias para el desarrollo de la técnica de construcción de presas y, de alguna forma, incidió definitivamente en la forma de abordar su diseño, mucho más conservadores a partir de entonces (Aguiló 2005: 51)



Presa de El Villar
(de izquierda a derecha):

- 29- Torre de toma de aguas
[Aguiló 2005: 186]
30- Vista del muro aguas abajo
[Echenagusia y Unceta 2005: 84]



31- Antigua fábrica de harinas de
Torremocha de Jarama, vista del
canal de derivación. Al fondo se
puede ver la torre de molienda

La primera presa que se construyó en España utilizando estos criterios de mecánica racional es la de Villar (1869-1882).²¹ Tiene una altura de 50 m., la fábrica es de mampostería, hormigón y sillarejo revestidos de sillería bien labrada (fig. 29) y su forma en planta es arqueada, lo que mejora el perfil recto tradicional al utilizar el efecto arco contra las laderas de la cerrada obteniendo así un suplemento de resistencia. Esta solución estructural supuso una revolución técnica en su momento (Echenagusia y Unceta 2005: 84). Con esta disposición, se integran perfectamente las dos curvaturas (fig. 30), en planta y en sección, produciendo un paramento aguas abajo de aspecto más moderno de lo normal en aquellos años (Aguiló 2005: 186).

A finales de siglo se va a dar también un fenómeno a tener en consideración, relacionado con la aparición de la energía eléctrica: muchos antiguos molinos harineros son reconvertidos en fábricas de luz, de tal manera que se mantiene su disposición arquitectónica original pero las ruedas de molino son sustituidas por turbinas con alternadores para generar corriente eléctrica y dar servicio así a una población en la que crecía la demanda de electricidad. Uno de los casos estudiados es el de la antigua fábrica de harinas de Torremocha de Jarama en Madrid (fig. 31)

El complejo de la fábrica de harinas está conformado por sucesivas agregaciones de edificios e instalaciones alrededor de

²¹ También construida por el Canal de Isabel II, su finalidad era sustituir a la fallida presa del Pontón de la Oliva, cuyas deficiencias estructurales no se habían conseguido solucionar. De hecho, el embalse se abandonó y ahora el muro de la presa se utiliza para practicar la escalada deportiva.

un núcleo central constituido por la torre y la nave anexa, destinadas a la fabricación de harinas. El actual conjunto se levanta sobre un molino harinero anterior de origen medieval, el llamado molino “de la Puente” o “de la Madre de Dios”.²²

El molino perteneció primero a los dominicos de Alcalá de Henares, para pasar después a manos de los franciscanos de Torrelaguna. Estos últimos levantaron en el siglo XVII la ermita de San José junto al molino. En el año 1908 la familia Jiménez García dotó al molino de un motor que le permitió producir de forma regular. En septiembre de 1914 los propietarios obtuvieron la autorización para construir un salto de agua que permitiera alimentar una dinamo que produciría un kilovatio de energía eléctrica a la hora. En el año 1921 el antiguo molino harinero ya se había convertido también en fábrica de luz que abastecía de electricidad a Torremocha y a otras poblaciones cercanas. La fábrica dejó de producir energía en la década de 1940 y su actividad como fábrica harinera cesó a mediados de la década de 1970. Los propietarios desmontaron la mayor parte de la maquinaria, dejando conducciones, tolvas y otros elementos (fig. 32).

Nos encontramos ante un caso muy corriente en la historia de los molinos harineros. La antigua y tradicional fábrica hidráulica que en un principio había servido para moler harina, con la industrialización del siglo XIX y la llegada de la electrificación a principios del siglo XX, se había convertido en un anacronismo a punto de desaparecer. Sin embargo, la versatilidad de la construcción y la tipología (lo cual nos habla de la maestría de los albañiles de aquellos tiempos), le permitió ser reutilizado como fábrica de luz acoplando unos modernos alternadores a la antigua maquinaria.²³



32- Antigua fábrica de harinas de Torremocha de Jarama, vistas generales del conjunto
[Dirección General de Arquitectura 1991: tomo IV]

²² Está incluido en el catálogo de Bienes Protegidos del municipio como elemento con protección integral, con la denominación 18 / E-2 (nº de orden y nº de catálogo), según Normas Subsidiarias (Junio de 1997). También está catalogado por la Fundación COAM (Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid), la Consejería de Medioambiente, el ICNER y el IPICAM.

²³ La primera fábrica de luz en España se ubicaría en Madrid (1878) y en Castilla-La Mancha, en Talavera de la Reina (1887). En apenas un decenio la red de alumbrado se había implantado en los principales núcleos de la región, relegando a las compañías de gas (Cañizares 2005: 56).

El siglo XX

Es en este siglo, sobre todo a partir de la segunda mitad del mismo, una vez superados los estragos de la Guerra Civil y la Autarquía, cuando se van a proyectar el mayor número de presas y con soluciones formales innovadoras. También cambia la finalidad para la cual se construyen los embalses y es que con el auge de la energía eléctrica a principios de siglo, muchos de estos saltos se conciben como aprovechamientos hidroeléctricos. Así surge un nuevo elemento arquitectónico que se relaciona con la pared de la presa y el entorno: la central hidroeléctrica donde, al igual que sucedía en las antiguas fábricas de luz y en los viejos molinos harineros, la fuerza del agua al pasar por las turbinas, produce energía. La forma, funcionalidad, construcción y emplazamiento de este edificio van a ser nuevos factores determinantes a la hora de resolver el cierre de un valle.

Además, se generaliza el uso del hormigón de cemento (sobre todo a partir de los años 30), abandonando la fábrica tradicional de piedra,²⁴ y el empuje de las compañías eléctricas hace que se proyecten un grupo muy numeroso de presas con ese fin. En muchas ocasiones, la construcción de presas actúa como verdadero motor de desarrollo local (Aguiló 2005: 205), como sucede en Cabdella (1916), Talarn (1916) y Camarasa (1919), sobre el río Noguera Pallaresa, que sirvieron para la modernización de las comarcas pirenaicas leridananas (Fernández y Castro 2011: 29, 51).

De esta primera época, antes de la Guerra Civil, y ya construidas en hormigón, destacan las presas de Burgomillodo (1929, Segovia) y Ricobayo (1934, Zamora). El interés de la primera reside en que se trata de la primera presa de contrafuertes de hormigón de España. Consistía en un muro pantalla de 31 m. de altura ligeramente inclinado aguas arriba que se apoyaba por medio de unas ménsulas en diez contrafuertes. Al construirse el muro sin juntas, en un solo

²⁴ Las presas más interesantes de estas dos primeras décadas del siglo y que siguen utilizando el mampuesto, son Buseo (1912, Valencia), La Peña (1913, Huesca) y, sobre todo, la presa de Santillana (1908, Madrid), (§ 2.6.), muy interesante por tratarse de una empresa cuya finalidad era la introducción de la energía hidroeléctrica en Madrid. En esta obra participó el arquitecto Vicente Lampérez, quien diseñó unas torres de toma de agua con aires neogóticos, imitando la recia arquitectura del cercano castillo de Manzanares el Real. Los muros de la presa se asemejan a una muralla, con sus almenas, matacanes y torres defensivas adosadas (Otamendi 1902: 7).



bloque, las tracciones en el paramento aguas arriba provocaron grietas regulares cada dos contrafuertes (Aguiló 2005: 210). En los años 40 se decidió recrecer la presa 5 metros rellenando los espacios entre contrafuertes con hormigones de diferentes calidades según la posición y añadiendo también un aliviadero central de labio fijo en la coronación.

A grandes problemas estructurales se tuvieron que enfrentar también los técnicos por culpa del aliviadero en la presa de Ricobayo.²⁵ Esta épica obra de 95 m. de altura tuvo en su momento el récord de volumen de hormigón con 311.000 m³. Por otro lado, hubo complicaciones y retrasos en la construcción por inundaciones, graves accidentes y huelgas de obreros que le han dado a esta empresa una aureola de

33- Presa de Ricobayo,
con el aliviadero a la derecha
[Buil y Gil 2008: 169]

²⁵ El aliviadero estaba situado en un lateral excavado directamente sobre la roca y separado de la presa por un macizo rocoso. Los primeros vertidos produjeron grandes desprendimientos y fueron erosionando el macizo en regresión hacia el embalse, desmontando en poco tiempo 300 m. de la roca hacia la presa. En los años 40 se reparó el conjunto revistiendo el aliviadero con hormigón, añadiendo unas compuertas para su regulación y creando un nuevo aliviadero en túnel (Aguiló 2005: 228, 229)



Presa de El Vado
(de arriba abajo):

34- Ccompuertas de la presa

35- Detalle decoración de gárgolas
en el paramento aguas abajo

verdadera epopeya.²⁶ Además, con este salto, que marcó un hito en su época, se inició la construcción de un conjunto de aprovechamientos en la cuenca del río Duero que sigue siendo un referente nacional en cuanto a generación de energía hidroeléctrica (Buil y Gil 2008: 170)

Después de la Guerra Civil la disponibilidad de recursos técnicos y económicos era muy limitada, y más aún para la ejecución de una empresa como la construcción de una presa. Hasta aproximadamente 1959, cuando el régimen franquista es aceptado internacionalmente y desaparece el aislacionismo de España, la mayoría de los embalses se proyectan con presas de gravedad, tipología que une la tradición, seguridad y fiabilidad de un modelo estructural robusto y sencillo (Baztán y Toledo 2008: 227). Así, las presas de Salime (1954, Asturias), El Vado (1954, Guadalajara, fig. 34 y 35), o San Esteban (1955, Orense), son un claro exponente de cómo, con pocos medios y en condiciones muy precarias, se pudieron conseguir excelentes resultados en el campo de la ingeniería, la construcción y el arte.

Mención aparte merece la presa de Canelles (150 m. de altura), que, aunque oficialmente fue inaugurada en 1959, se terminó mucho después, y supone una vía de diseño completamente experimental enseguida abandonada (Aguiló 2005: 244), basada en modelos teóricos ensayados en laboratorio (se llegaron a realizar hasta 20), buscando la relación volumen-superficie mínima posible (Baztán y Toledo 2008: 230), de tal manera que la morfología de la presa se iba modificando sobre modelos experimentales a escala (García, Landrove y Tostoes 2005: 161). Sin embargo, la solución adoptada no debió ser la correcta porque ya durante las obras y los primeros años de llenado del embalse aparecieron numerosas grietas por filtraciones que obligaron a realizar continuas tareas de reparación e impermeabilización durante 15 años. Finalmente, entre 1974 y 1977 se consolidó el estribo derecho (el más afectado, faltó de la necesaria continuidad para transmitir las cargas al terreno), mediante una gran pantalla de hormigón y cosido por medio de cables tesados (Aguiló 2005: 246). En 1996 se consiguió el llenado total del embalse (fig. 36).

²⁶ Se puede consultar la obra de Álvaro Chapa: *Historia de una epopeya colectiva* (1997, Bilbao: Iberdrola), para conocer más detalles sobre este embalse y la construcción de los Saltos del Duero.



Presa de Canelles
(de arriba abajo):

36- Vista general aguas abajo
[Aguiló 2005: 247]

37- Detalle del muro de la presa
[Aguiló 2005: 245]

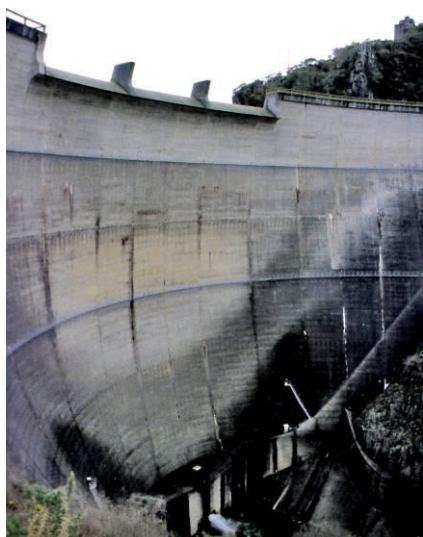
El resultado final, pese a los contratiempos sufridos, resulta tener un enorme atractivo plástico: la concavidad aguas abajo de la presa se prolonga en el estribo derecho hacia el aliviadero en convexidad, formando así una superficie alabeada con un pliegue. El efecto resulta potenciado por la acertada prolongación de las pasarelas horizontales de la presa original en el muro de refuerzo. Todo esto, unido a las texturas del hormigón, las marcas del agua en chorreo y las marcas del encofrado dan como resultado una sublime visión global con una lectura de paramentos que nos revela lo colosal de esta empresa (fig. 37). Así lo explica Miguel Aguiló:

Canelles no es sólo la bóveda de Torroja, es la bóveda más los necesarios refuerzos y tratamientos [...] que la permitieron funcionar adecuadamente. Probablemente hay más grandeza en esa lucha de tantos ingenieros, geólogos y especialistas durante más de veinte años que en los asépticos ensayos de laboratorio [...] Bienvenida sea la presencia formal de este gigantesco esfuerzo de adecuación del terreno, que es parte indisoluble de la presa y visualiza sus entrañas (Aguiló 2005: 247)

A partir de los años 60 del siglo XX comienza en Europa una época de profundización estructural que se extiende a todos los campos de la ingeniería civil (Baztán y Toledo 2008: 229), y que tiene su reflejo en la ingeniería de presas a través de la búsqueda de soluciones estructurales en las que se pudiese



38- Presa de Aldeadávila,
vista general
[Buil y Gil 2008: 173]



39- Presa de Eume,
vista del muro aguas abajo
[Aguiló 2005: 249]

reducir al máximo el material, y por eso la construcción de presas arco vive un momento de esplendor.²⁷

El modelo de presa arco más utilizado, con notables resultados, es el de doble curvatura (en planta y sección). El famoso ingeniero Luciano Yordi diseña presas como Eume, (1960, A Coruña, fig. 39) o Belesar (1963, Lugo) (§ 2.6.), en las que soluciona la directriz de los arcos (secciones horizontales de la presa), mediante formas circulares de tres centros (Baztán y Toledo 2008: 230).

Otras presas destacables son Aldeadávila (1963, Salamanca, de gravedad y planta curva, fig. 38),²⁸ Susqueda (1968, Girona) (§ 2.6.), Almendra (1970, Salamanca, la más alta de España con 202 m.), El Atazar (1972, Madrid) y Riaño (1988, León).

Finalmente, con la llegada de la democracia y sobre todo a partir de 1983 (año en que se da por finalizada la Transición), hubo un repunte en las inversiones hidráulicas, que sufrió un

²⁷ También hubo un importante repunte en la construcción de presas de contrafuertes, como las de Gabriel y Galán o Alcántara. La primera se construyó entre 1976 y 1982 después de décadas de proyectos fallidos. La presa de Alcántara (finalizada en 1969) fue récord de altura de su tipología en su momento (130 m.) y en ella se utilizaron contrafuertes dobles (Baztán y Toledo 2008: 230). Los espacios interiores tienen gran interés por sus dimensiones y formas desacostumbradas.

²⁸ En Aldeadávila más que en ningún otro sitio el paisaje muestra esa componente paisajística de verticalidad que es inherente a las presas (Aguiló 2005: 253). Con 130 m. de altura, queda bien encajada en el cañón del Duero, de 400m., pues se subordina a la naturaleza circundante, casi mimetizándose con ella.

parón inmediatamente después al despertarse en la década de los noventa la concienciación social medioambiental y por eso se han reducido considerablemente el número y la importancia de las realizaciones (Aguiló 2005: 270). Quizá por ello las presas actuales son más cuidadosas y muestran un mayor nivel en el diseño y la terminación.

En la actualidad hay dos tendencias a la hora de proyectar presas: la de hormigón compactado con rodillo (HCR), y la recuperación de la tradicional presa de materiales sueltos pero con las mejoras tecnológicas de la ingeniería actual.

Las presas HCR son de tipo gravedad pero ejecutadas con un hormigón compactado que presenta menos retracción que el convencional (lo cual permite reducir el número de juntas verticales). Su transporte y colocación se realizan con maquinaria convencional de movimiento de tierras: volquetes, motoniveladoras y rodillos vibrantes para compactar las tongadas horizontales, las cuales quedan unidas simplemente por contacto directo, mediante un cuidadoso control de los tiempos transcurridos entre dos tongadas consecutivas (Aguiló 2005: 271). Estas simplificaciones permiten reducir a la mitad los plazos de construcción frente a una presa convencional.

El aspecto estético más destacable de este tipo de presas es su característica imagen exterior de rayado horizontal en el paramento aguas abajo, más o menos acusado dependiendo del espesor de las tongadas. Las presas de Santa Eugenia (1988, A Coruña, fig. 40), los Morales (1988, Madrid), el Boquerón (1997, Albacete, fig. 41),²⁹ o Rialb (1999, Lleida, la más alta de este tipo construida en España, fig. 42), son algunos ejemplos interesantes de esta tipología cada vez más extendida.

Las últimas presas construidas en España demuestran un alto grado de madurez en el diseño, desde su adecuación al entorno hasta los más pequeños detalles decorativos. Esta reflexión es especialmente significativa en las presas de materiales sueltos, tradicionalmente peor consideradas. La formalización inherente al dique ha superado la rigidez inicial y adopta formas curvas, sinuosas, quebradas... más adecuadas a la topografía. El resultado es muy atractivo y sugiere que quedan todavía muchas posibilidades formales sin explorar (Aguiló 2008: 392).



40- Presa de Santa Eugenia,
vista del muro aguas abajo
[Aguiló 2005: 272]



41- Presa del Boquerón,
vista del muro aguas abajo
[Baztán y Toledo 2008: 238]



42- Presa de Rialb,
detalle del aliviadero
[Seprem]

²⁹ En esta presa por primera vez se impermeabiliza la junta entre tongadas mediante una lechada adicional entre los paramentos y el cimiento (Baztán y Toledo 2008: 241)

1.2. MORFOLOGÍA DE LAS PRESAS ESPAÑOLAS

En el diseño de una presa influyen varios factores que los técnicos deben tener en cuenta. Es muy importante en este sentido la elección de la tipología de la presa a construir, si es de gravedad, de arco, de materiales sueltos... Puesto que cada tipo es idóneo para una cerrada determinada.

Así, las presas de escollera se suelen utilizar más en valles abiertos, mientras que las de arco son más eficaces en terrenos con paredes laterales firmes, donde apoyar los estribos, y las presas de gravedad se eligen cada vez menos por el alto coste del material, prefiriéndose en este caso las de contrafuertes. Pero al final, siempre prima la decisión del técnico responsable que, considerando todos los factores externos, debe tomar un camino u otro. Como afirma Miguel Aguiló:

En general, el diseño de la obra de ingeniería es producto de la tensión entre el sitio y la tecnología. El emplazamiento proporciona las sugerencias particulares de la naturaleza y de la previa labor del hombre allí donde se va a instalar la obra. Por otra parte, la práctica constructiva proporciona las sugerencias de la evolución tipológica elaborada durante siglos con las soluciones utilizadas. El diseñador de la presa perfila su solución sobre la conjunción o confrontación de esas sugerencias: puede afirmar o negar su pertenencia o afinidad con las sugerencias del sitio y puede, también, adherirse o no a alguna de las líneas tipológicas desarrolladas históricamente por la disciplina. La solución se polarizará hacia lo individual cuando primen las particularidades del sitio, o hacia lo repetitivo cuando se acepte plenamente la vía de la tipología (Aguiló 2008: 377, 378).

Otros factores que influyen en la elección del tipo de presa dependen en gran medida del lugar físico donde se ubique el embalse y por eso es fundamental conocer las características específicas de cada cuenca hidrográfica española.³⁰

Del conocimiento de estas cuencas podemos saber, por ejemplo, que los ríos Guadiana y Segura son los más regulados de la Península, que las cuencas del norte tienen ríos cortos pero con importantes aprovechamientos hidroeléctricos o que los afluentes del Ebro en su margen izquierda aportan tanto caudal

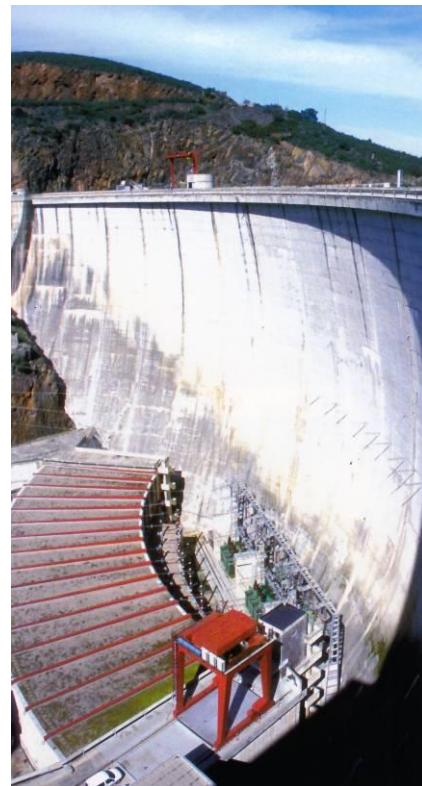
³⁰ Particularidades esenciales que van a marcar el proyecto de una presa son la geomorfología del terreno, su capacidad resistente, los niveles freáticos... pero también hay que tener en cuenta el régimen hidráulico del río donde se va a situar el embalse, cuáles son las épocas del año más lluviosas, la periodicidad y cuantía de las avenidas, etc.

como el propio río. Clemente Sáez Ridruejo explica así cómo son los ríos españoles:

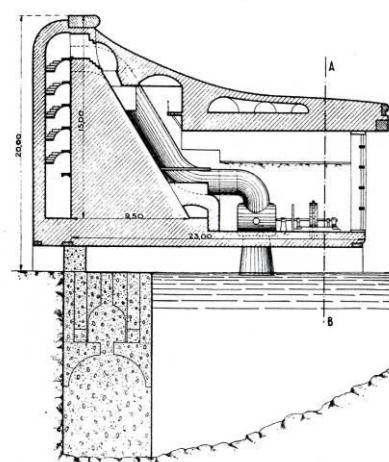
El modelo más característico del río español es el doble tobogán, y es típico de los de la Meseta: nacimiento en una de las cadenas interiores, detención en el peniplano mesetario, rápidas en sus bordes y llanura terminal costera. Así son, por ejemplo, el Júcar-Cabriel el Duero, el Tajo y el Guadiana [...]. Si tomamos como nivel básico de referencia la Ribera del Ebro, los grandes ríos del Pirineo, los mejor alimentados de nieve del país tienen rápidas con estrechamientos al atravesar el Prepirineo y pertenecen a este modelo de dos escalones, que es muy positivo para la hidroelectricidad pero negativo para la navegación (Sáenz Ridruejo 1999: 13).

Estas cuencas han sido tradicionalmente objeto de estudio por parte de las empresas eléctricas para la implantación de aprovechamientos hidroeléctricos y centrales de generación energética. Así podremos también entender y analizar, a través del estudio de las diferentes sociedades eléctricas que han existido en nuestro país, la intensa relación entre el embalse, la presa, el lugar donde se ubica y la compañía que la ha proyectado para instalar una central hidroeléctrica, es decir, la *forma, el sitio y el agente constructor*.

Otro elemento fundamental que interactúa y dialoga con la verticalidad del muro de la presa es la central hidroeléctrica. Esta pequeña construcción, lo que Modest Batlle i Girona denominaría "mobilario territorial" (Batlle 1988: 125), concebida como sencillo contenedor de las máquinas generadoras, tiene sin embargo un potente poder paisajístico y estético al dialogar con la presa en una relación de escalas que va desde lo monumental hasta lo humano. Y es en la posición relativa de este edificio con respecto a la pared de la presa donde se va a manifestar esa correlación. Así, podemos encontrar centrales alejadas de la presa, de la cual se alimenta a través de conducciones forzadas; o a pie de presa, dispuestas paralela o perpendicularmente a ella, o incluso enfrentándose a la forma curva de la misma con una contracurva (como sucede en Valdecañas, 1964, Cáceres, fig. 43). En Cedillo (1975, Cáceres) y en Contreras (1974, Valencia), la central está adosada al propio muro, como sucede con mucho más acierto en Jándula (§2.2.3.), y en Salime (§ 2.3.1.), mientras que en Gaitanejo (1927, Málaga), está bajo el aliviadero (fig. 44). El caso más paradigmático es el del Tajo de la Encantada (1974, Málaga), situada sumergida bajo el agua del embalse.



43- Presa y central de Valdecañas, curva cóncava y curva convexa [Aguiló 2005: 94]



44- Presa de Gaitanejo, la central se adosa al muro bajo el aliviadero, quedando así completamente oculta aguas arriba [Revista de Obras Públicas 1944: 3]

1.2.1. Programa y usos

En las presas, más quizá que en cualquier otra expresión de la ingeniería, "la forma está ligada a la función, adaptándose y cambiando aquélla en función de las necesidades" (Berga 2008: 82). Es decir, la acción de cerrar un valle y crear un gran elemento de embalse de agua a través de una pared vertical (la función), es la que va a determinar y categorizar la forma que dicho muro adoptará, atendiendo además a criterios geológicos, estructurales, ambientales, etc.

A la hora de estudiar el diseño de un presa debemos tener en cuenta una serie de factores de proyecto, habitualmente condensados en un conjunto de detalles que han sido objeto de progresiva depuración y resueltos de manera que la "sistematización simplifica considerablemente el trabajo, pero no anula la individualidad de los diseños posteriores, pues no se trata de modelos a copiar sino de tipos" (Aguiló 2008: 379). Los elementos determinantes que constituyen un presa son: las cimentaciones, la propia pared, las galerías de control, la coronación, los estribos (si se trata de una presa arco) y los aliviaderos o desagües. Además, hay otras construcciones auxiliares que se pueden situar en la presa o en el embalse adyacente, como son las torres de toma de agua o las salas de control de las válvulas de las compuertas del aliviadero.

Las características geológico-geotécnicas y topográficas de la cerrada condicionan la elección del tipo de cimentación y, como consecuencia, del tipo de presa. El terreno debe poder soportar las cargas que transmite la pared vertical, con deformaciones que sean aceptables para aquélla y con los mínimos tratamientos de consolidación posibles (Bofill 2008: 137). Por lo tanto, las presas de fábrica suelen utilizarse en terrenos de macizos rocosos poco deformables, mientras que las de materiales sueltos tienen mayor capacidad de adaptación, teniendo siempre en cuenta que se deben cumplir los requisitos de estabilidad e impermeabilización y que no se produzcan arrastres o disolución de materiales.

La pared de la presa puede tener muchas formas, dependiendo también de los condicionantes externos y de la tipología. Así podemos encontrar muros curvos (en las presas de arco o en las de gravedad), paredes verticales planas, con contrafuertes o taludes tendidos (en el caso de las presas de materiales sueltos).

En cuanto a la sección transversal de la presa, consiste fundamentalmente en un triángulo rematado por un trapecio

menor que sirve de coronación (para las presas de gravedad o las de materiales sueltos),³¹ o en un arco más o menos tendido (fig. 45) en el caso de las presas bóveda (sobre todo si se trata de arcos múltiples).

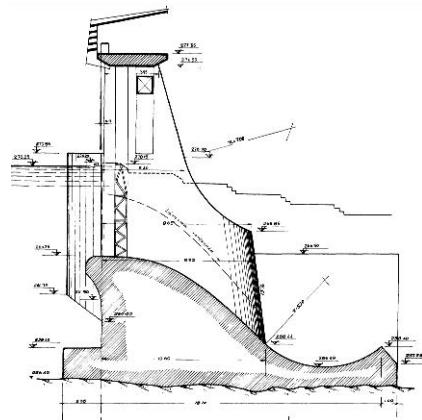
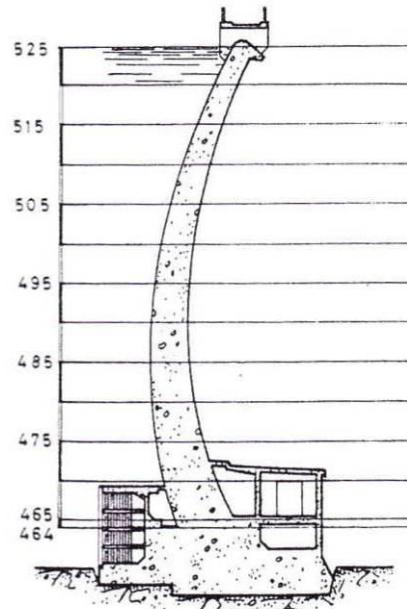
Atravesándola de lado a lado, suelen construirse galerías de control que sirven para auditar y auscultar el comportamiento de la presa, pudiendo de esta manera prever posibles problemas de fisuración, filtración, etc.

Sobre la presa se sitúa la coronación, elemento que sirve no sólo para el paso de vehículos y personas, sino que además se utiliza como mecanismo de estabilización, proporcionando un margen sobre el nivel máximo del embalse para aumentar la seguridad frente a eventuales avenidas (Vallarino 2008: 137).

En las presas de arco un elemento muy importante a tener en cuenta son los estribos, es decir, la parte de la presa que apoya en las paredes laterales de la cerrada, sobre las que se transmitirán los empujes del agua. En algunas ocasiones estos estribos se aligeran permitiendo la creación de salas diáfanas, como las de la presa de Susqueda, interesantes por su concepción y materialización estética (§ 2.6.).

Los aliviaderos (fig. 46) son fundamentales en una presa ya que a través de ellos se apaciguan las avenidas y se pueden vaciar los embalses. El aliviadero es la obra más propiamente hidráulica de la presa, aunque sería más correcto decir que es hidrostática, pues su función estructural respecto al agua es pasiva, de resistencia. Su misión es derivar y transportar el agua sobrante y amortiguar su energía al reintegrarla al cauce para evitar prejuicios a la propia presa (Vallarino 2006: 515). Constan de tres partes: la embocadura o toma de agua, la conducción o rápida y la obra de restitución.

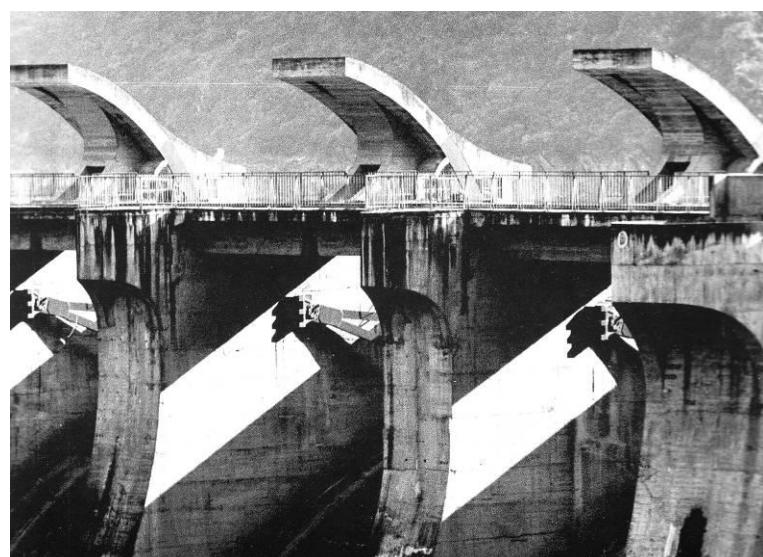
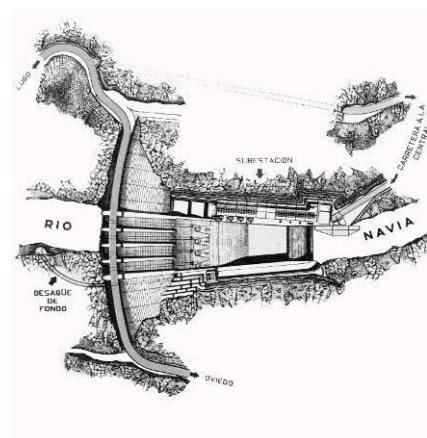
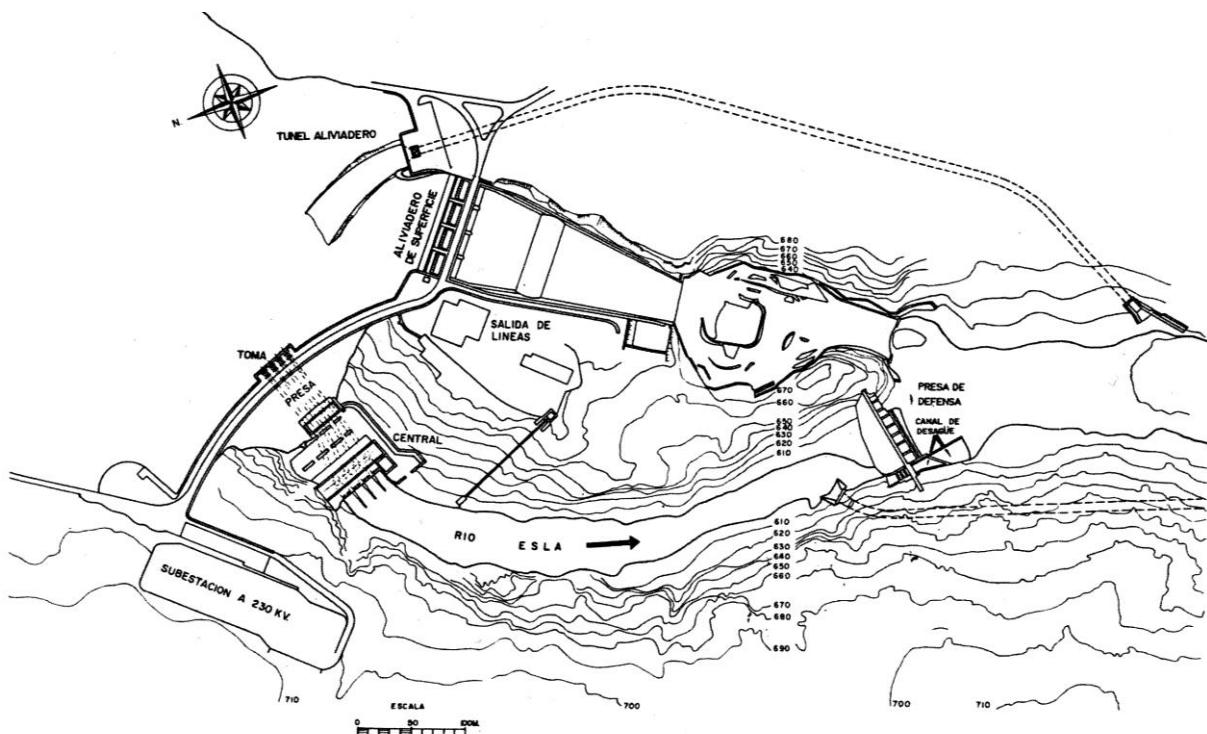
La embocadura ha de tener la forma y dimensiones adecuadas para derivar el caudal del embalse. La conducción sirve de transporte desde la toma al desagüe. Se suelen diseñar para que se alcance la cota de restitución lo más rápidamente posible, pero esto suele provocar excesivas velocidades y riesgo de erosión del revestimiento. Por último, la obra de restitución



45- Sección transversal del muro de la presa de Santa Eulalia
[Baztán y Toledo 2008: 233]

46- Sección transversal por el
aliviadero de la presa de Poncebos,
Arenas de Cabrales
[Archivo Viesgo]

³¹ La diferencia entre ambos tipos de presa radica en la relación entre los tres lados del triángulo. En las de gravedad la base es más corta que la altura, siendo al contrario en las de e. La práctica ha consagrado la idoneidad de esta disposición, desechariendo otras secciones, como la rectangular, que se utilizaba más en las presas históricas (Vallarino 2006: 136).



De izquierda a derecha
 y de arriba abajo:

47- Planta de la presa de Ricobayo y su aliviadero, indicando los elementos más importantes [Aguiló 2005: 226]

48- Planta de la presa de Grandas de Salime, con el aliviadero sobre la pared de la misma [Archivo HC]

49- Cabinas de control de las compuertas del aliviadero, Grandas de Salime [Pérez Lastra 1992: 208]

devuelve al río el caudal tomado de su cauce con gran violencia, por lo que hay que tratar de crear un cuenco amortiguador para frenar la fuerza del agua y evitar socavar los cimientos (Vallarino 2006: 517).

Los aliviaderos se clasifican en tres tipos según su disposición frente al muro de la presa: de superficie, de medio fondo o profundos y desagües de fondo. En el primer caso el aliviadero puede situarse sobre la coronación de la presa (entonces



desagua sobre su pie), en un lateral, o incluso puede encontrarse alejada de la misma, como en los casos de Ricobayo (fig. 47) o Silvón (§ 2.4.2.), donde el agua retorna al río muchos metros más allá, en un meandro del cauce de tal manera que nunca se ven a la vez presa y aliviadero. Las connotaciones paisajísticas serán evidentemente distintas dependiendo de cómo el agua desagüe, si cae sobre el cauce desde un extremo (como sucede en Jándula, fig. 52, § 2.2.3.), sobre la presa en lámina que resbala por el muro (Grandas de Salime, fig. 48, § 2.3.1.), o como una cascada exenta en las presas bóveda donde el aliviadero se sitúa en su coronación (Susqueda, fig. 50, § 2.6.).

Para regular la salida de agua por los aliviaderos, se utilizan compuertas que son manejadas desde cabinas de mandos que pueden estar situadas sobre la misma coronación, entre los aliviaderos, como en el caso de Grandas de Salime (fig. 49), o en un extremo como en Silvón.

De izquierda a derecha
y de arriba abajo:

50- Aliviadero desaguando en la presa de Susqueda
[foro embalses.net]

51- Torres de toma y control de la presa de Susqueda

52- Embalse de Jándula desaguando
[foro embalses.net]

53- Torre de toma de aguas en el embalse de El Vado

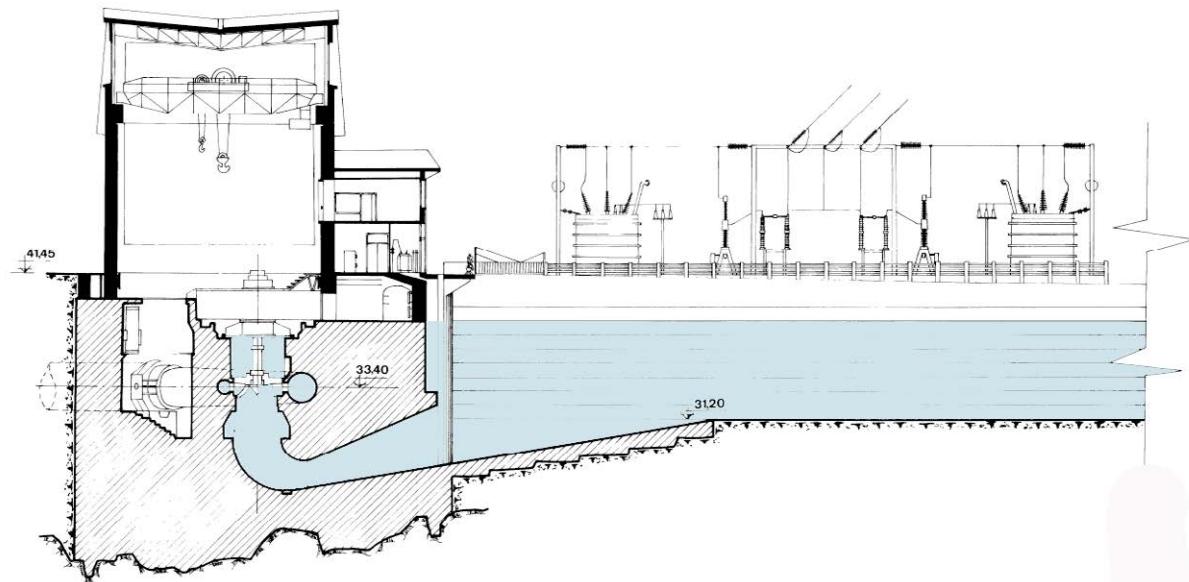
El último elemento de programa en las presas es la torre de toma, que sirve para extraer agua a diferentes niveles y que suele situarse en medio del embalse (como en la presa de El Vado, fig. 53, o en Susqueda, fig. 51), o pegada al muro de la presa (como en Jándula).

Por otro lado, las centrales hidroeléctricas asociadas a las presas presentan un programa específico muy delimitado y condicionado por las características industriales de la maquinaria que aloja en su interior. Existen dos espacios fundamentales, cuya interrelación determina el carácter del edificio: la sala de control (donde se alojan las consolas para controlar las turbinas) con sus dependencias anexas (servicios, almacenes, talleres, vestuarios...) y la sala de máquinas (donde se encuentran las turbinas).³²

Este último espacio sería el industrial propiamente dicho, donde se desarrolla la transformación de la energía, y sus especificidades provocan que tenga que tratarse de un recinto de considerable altura, con varias plantas bajo rasante (visitables o no dependiendo de si las turbinas son inundables) al que hay que añadir la presencia de un potente puente grúa que debe cumplir unas cualidades estructurales muy exigentes para los muros perimetrales que deben soportar su peso. En la sala de máquinas se encuentra el alternador (que convierte la energía mecánica de rotación en electricidad), mientras que la turbina propiamente dicha (que convierte la energía cinética del agua en mecánica), está debajo y en muchas ocasiones ni siquiera lleva a verse. Además, en la sala de máquinas debe existir un espacio diáfano de trabajo en el que poder colocar las máquinas y arreglarlas, con salida directa al exterior y grandes portones para la entrada de maquinaria pesada.

Existen además otras estancias auxiliares, como la sala de transformadores (que elevan la tensión del alternador hasta la tensión de transporte), la sala de 50 mil voltios o la subestación en superficie desde la cual se distribuye la electricidad a través del tendido de la red eléctrica.

³² Existen tres tipos de turbinas: Pelton, Francis y Kaplan, para desniveles grandes, medios y bajos respectivamente. En las turbinas Pelton, coinciden el sentido de proyección del chorro de agua y el de giro del rodete. La presión no varía en los álabes y el rodete no está inundado. Las Francis, por el contrario, sí están inundadas y la presión a la entrada de agua es mayor que a la salida, como sucede en las Kaplan. La diferencia entre estas dos últimas radica en que las turbinas Kaplan son de eje vertical y con rotor en forma de hélice con aspas móviles (González Tascón 1987: 497).



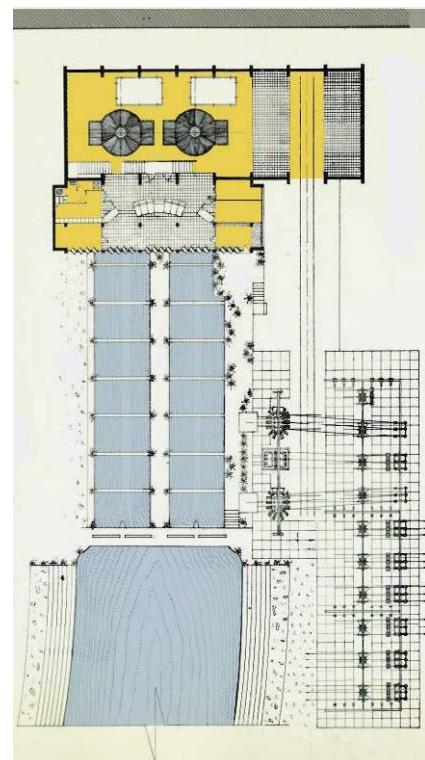
El funcionamiento de una central hidroeléctrica se basa en la aportación de caudal a las turbinas a través de una conducción o tubería forzada. El agua, una vez utilizada, es desechada a través del canal de desagüe de nuevo hacia el río (fig. 54).

Es con estos elementos con los que el proyectista tiene que diseñar la central, teniendo además en cuenta la posición de ésta respecto a la presa. Normalmente la sala de control se encuentra contigua a la de máquina y bajo aquélla sale el canal de liberación del agua turbinada. La subestación también se sitúa cercana a estas dos piezas, y la interrelación entre los tres es el que generará la calidad espacial del conjunto (fig. 55).

Existen dos tipos de centrales, según el modo en que tomen el agua de la corriente: fluyentes o de derivación y de regulación. Entre estas últimas hay que incluir además como subtipo las centrales de bombeo.

El aprovechamiento con regulación utiliza la existencia de un embalse con el fin de almacenar y controlar las aportaciones. En el caso particular de las centrales de bombeo existen dos embalses, uno superior y otro inferior, de tal manera que el agua siempre se reaprovecha entre ambos.

El aprovechamiento fluyente consiste en derivar mediante un azud o pequeña presa una parte del caudal del río por una conducción paralela en lámina libre que, con poca pérdida de carga, permite superar pendientes excesivas para utilizar el salto en el punto más conveniente (Buil 2000: 62).



54- Sección transversal de la central de Silvón. A la derecha se puede ver la subestación [Archivo Viesgo]

55- Planta de la central de Aguilar de Campoo. Arriba se puede ver la pared de la presa. [Archivo Viesgo]

1.2.2. Tipologías de presas

Las presas se pueden clasificar de numerosas maneras dependiendo del criterio de categorización. Así, podemos dividirlas en presas de fábrica o de materiales sueltos si atendemos al material con el que están construidos; o presas de gravedad y presas bóveda dependiendo de cómo trabajen, es decir, según la forma en que absorban los empujes del agua: por masa o por forma.

En el primer caso, la diferencia fundamental entre presas de fábrica y de materiales sueltos reside en el mecanismo resistente del material: las de fábrica son construidas con un ligante como cal o cemento y por eso la cohesión tiene un papel determinante en su integridad. En las de materiales sueltos (llamadas también de escollera), la resistencia se consigue por el ángulo de rozamiento interno natural (Aguiló 2005: 15).

Por otro lado, entre las presas de fábrica cabe distinguir las de gravedad (entre las que se incluyen las presas de hormigón compactado con rodillo: HCR), que resisten por peso propio y las de bóveda y contrafuertes que utilizan su forma estructural para descargar el empuje al terreno.³³ Las de materiales sueltos, por su parte, se subdividen en homogéneas (todo el material colabora tanto en la estanquidad como en la estabilidad), zonificadas (se emplean diferentes materiales según su lugar y función), y de pantalla (la impermeabilización se consigue con un solo material generalmente situado aguas arriba, y el resto de materiales garantizan la estabilidad).

La elección del tipo de presa adecuado para cada cerrada es uno de los puntos clave en el proyecto del embalse. Según Luciano Yordi: "en el emplazamiento de la presa convergen todos los exponentes de la realidad: topografía, geología, forma, altura, ría, etc.; por ello, pactar con el emplazamiento es el secreto del éxito" (Yordi 1973: 591). Por otro lado, J. E. Bofill de la Cierva comenta:

La elección de la tipología de la presa no es una ciencia exacta. Hay multitud de factores que se deben considerar y evaluar pero siempre hay elementos de incertidumbre [...] El proceso de determinación de la tipología más económica que cumpla los condicionantes técnicos del proyecto es, en muchos casos,

³³ Muchas presas de contrafuertes (sobre todo las más antiguas), son presas de gravedad a las que se les añade aguas abajo estos machones para reforzar la estabilidad del paramento.

iterativo o cuando menos requiere la definición aproximada de varios tipos para poder conocer sus costes (Bofill 2008: 133)

Y, en definitiva, para Miguel Aguiló, "la elección del tipo de presa para un emplazamiento viene mediatisada por las condiciones locales del sitio, fundamentalmente la morfología de la cerrada, la calidad del cimiento y las características del río", todo ello sin perjuicio de que "la articulación de las presas con su entorno se manifieste de formas diversas según la tipología" (Aguiló 2008: 380). En unos casos primarán los valores estéticos de masa (presas de gravedad), en otros los de ritmo (contrafuertes), textura (HCR), tensión (bóveda) o forma (escollera), dando lugar a una visión paisajística de conjunto distinta, y esto dependerá del criterio del proyectista y su sensibilidad a la hora de saber entender el paisaje del valle que va a ser anegado.

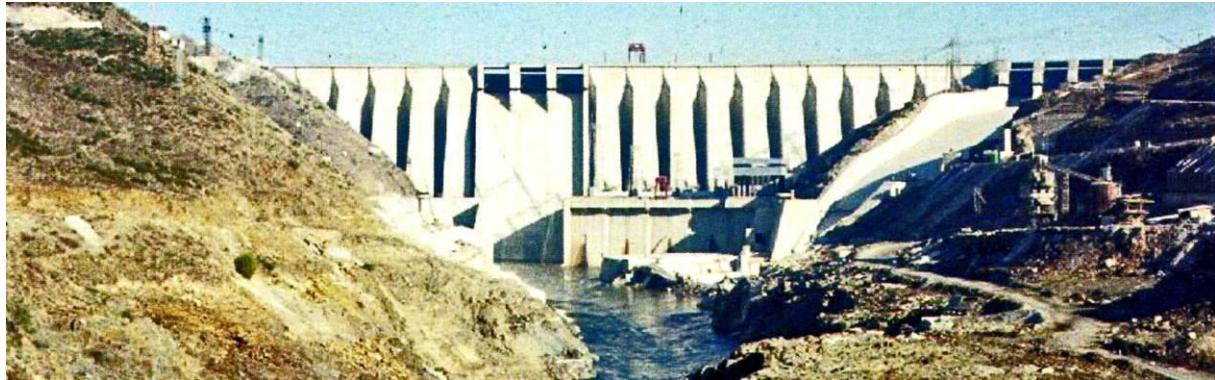
En resumen, se puede distinguir entre cuatro tipos de presas: gravedad, contrafuertes, bóveda y materiales sueltos, con sus variantes y particularidades que a continuación examinaremos.

Presas de gravedad

Históricamente, han sido las más empleadas en España hasta la segunda mitad del siglo XIX, si bien no se conocía científicamente su mecanismo resistente y la construcción de este tipo de fábrica se basaba en la experiencia y la intuición derivada de aquélla (Schnitter 2000: 146).

En estas presas la estabilidad se consigue equilibrando el empuje del agua con su propio peso, lo que da lugar a muros de gran base y amplio volumen, con un aspecto formal de gran roca que contiene las aguas. Las fábricas suelen ser de mampostería y cal o, más recientemente, de hormigón. Este tipo de materiales resiste muy bien a compresión pero no la tracción y por eso pueden aparecer grietas en el muro por las cuales se puede introducir el agua generando un fenómeno de subpresión que se ha logrado minimizar con la construcción de galerías de drenaje (Aguiló 2005: 16).

En su estética, es muy importante la relación entre lo hidráulico y lo resistente. En ese sentido, la solución para la colocación de los aliviaderos ha sido muy discutida durante años. Al principio se diseñaba separados de la pared para evitar que la caída del agua dañara la cimentación del paramento, pero la experiencia de Ricobayo (§ 1.1.), llevó a que, a partir de la segunda mitad del siglo XX, se situara justo sobre la pared de la presa,



56- Presa de Alcántara
[Berga 2008(a): 23]

suavizando su perfil en la zona de alivio y utilizando elementos en el pie de presa para disminuir la energía del torrente (Aguiló 2008: 381).

Las presas de HCR, de las que ya hemos hablado (§ 1.1.), son una variante del tipo general y se diferencia fundamentalmente en el hormigón que se utiliza y el modo de ejecutarlo en la obra.

Presas de contrafuertes

Muy usada por los romanos, este tipo de presa tuvo también su momento de esplendor en el siglo XVI en las albueras extremeñas y a principios del siglo XX se redescubrieron como un excelente método para controlar la subpresión y ahorrar material. Además, la apariencia estética es muy interesante, con el juego de luces y sombras sobre el paramento marcado por el ritmo de los machones (fig. 56).

Sin embargo, actualmente son menos demandadas porque necesitan una cimentación muy homogénea para limitar los asientos diferenciales de cada contrafuerte, y la ejecución de la obra es más complicada por la cantidad de encofrados que se deben utilizar y la demanda de mayor mano de obra.

Presas bóveda

Las presas bóveda actúan como un arco colocado en horizontal, es decir, transmiten a través de su superficie los empujes del agua hasta el elemento portante, en este caso los estribos (paredes laterales) de la presa, donde ésta se apoya en el terreno. Por tanto no trabajan tanto por peso como por área. La

primera presa de arco con cálculo matemático (presa de Zola), se construyó en Francia en 1854 (Schnitter 2000: 253).³⁴

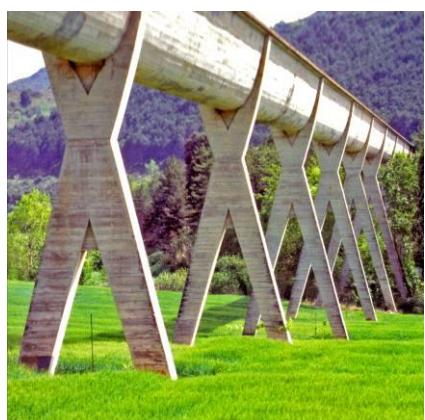
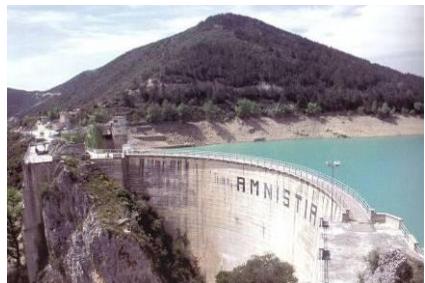
Debido a que este tipo de presas necesitan un terreno de apoyo capaz de admitir fuertes presiones y una cierta geometría de la cerrada, las primeras presas bóvedas en España se construyeron en valles estrechos (como Alloz, 1930, Navarra, fig. 57 y 58)³⁵

La evolución estructural de esta tipología ha tenido un desarrollo notable en nuestro país lo cual ha permitido llegar a soluciones más innovadoras en la que se consigue un reparto muy homogéneo de las compresiones por toda la superficie, gracias a las investigaciones en la geometría de la presa.

Primero surgió la bóveda como sólido de revolución a partir de un perfil triangular, siendo así sus paramentos superficies cónicas o cilíndricas. Posteriormente se diseñaron bóvedas de ángulo constante, en las cuales el centro del arco se desplaza hacia atrás a medida que aumenta la altura. En un tercer estadio se emplearon las bóvedas de doble curvatura, en las que el perfil se curva aguas arriba para compensar las tracciones en el pie de la presa por el empuje del agua. Estas nuevas formas permitieron situar el aliviadero en coronación porque queda separado en sección con respecto a la base de la presa. En última instancia llegaron a proyectarse bóvedas de arcos policéntricos o parabólicos, como la de Belesar (1963, Lugo) (Aguiló 2005: 17).

Este tipo de presas se enmarca, según afirma Miguel Aguiló, en la "línea de pensamiento, esencial en la ingeniería civil, de la *búsqueda de ligereza* de los constructores de puentes, o como decía Carlos Fernández Casado, en el más amplio *sentido de lo estricto.*" (Aguiló 2008: 382). En estas obras de ingeniería siempre se tiende a buscar la funcionalidad, el ahorro de material, reducir lo accesorio y la mínima perturbación del medio natural. Así lo expresa Luciano Yordi:

Las presas de arco no solamente son más económicas al necesitar menos volumen de hormigón, sino que también son más resistentes, al mismo tiempo que la presa de gravedad es

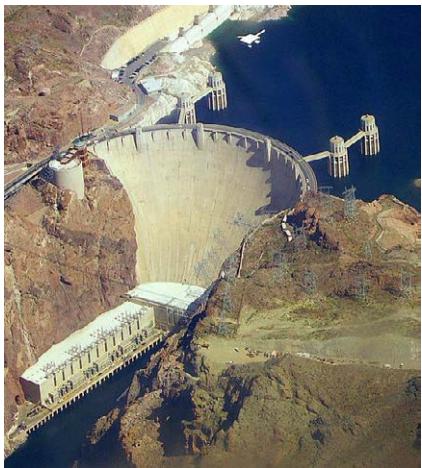


57- Presa de Alloz, vista aguas abajo
[Aguiló 2005: 218]

58- Eduardo Torroja
Acueducto de Alloz
[Aguiló 2005: 219]

³⁴ No confundir este tipo de presas con las presas de gravedad de planta curva, en las que no se confía la resistencia a las laderas sino que se adopta esta solución como una disposición adicional de seguridad (Aguiló 2005: 17).

³⁵ En esta presa colaboraron importantes ingenieros como Heinrich Gruner o Eduardo Torroja, quien diseñó un acueducto de hormigón pretensado en 1941 (Aguiló 2005: 220)



59- Presa de Hoover
[wikipedia]

una estructura en general inadecuada, de estabilidad limitada, con un sobrante de potencia inútil, y sobre todo en su contraste con la presa de arco, que por su hiperestatismo crea la mejor y más eficiente combinación del material, la fuerza y la belleza. (Yordi 1973: 583)

Una variante de las presas de bóveda serían las de arco-gravedad, consideradas una solución de compromiso entre las dos tipologías predominantes. Tienen forma curva para dirigir la mayor parte del esfuerzo contra las paredes de un cañón o un valle, que le sirven de apoyo. Además, el muro de contención tiene más espesor en la base y el peso de la presa permite soportar parte del empuje del agua. Este tipo de presa precisa menor volumen de relleno que una presa de gravedad y añade un coeficiente de seguridad al introducir más peso (fig. 59).³⁶

Presas de materiales sueltos

Este tipo de presas basan su fundamento en la sencilla idea de acumular un dique de tierra de sección trapezoidal en un talud más o menos tendido y con elementos que garanticen la estanquidad: el propio material o pantallas impermeables, ya sea rígido o deformable (para adaptarse a los asientos)

En España no ha sido hasta finales del siglo XX que han empezado a utilizarse con asiduidad. Hasta 1996, un 70% de las presas construidas eran de fábrica y un 27% de escollera, mientras que en el resto del mundo se invierte la proporción con un 63% de presas de tierra (Aguiló 2008: 383)

Fernando Delgado hace una interesante reflexión sobre por qué se da esta circunstancia:

En la definición de lo suelto todo es negación: es suelto lo poco compacto, lo disperso, lo que no hace juego o no se une con otras cosas. Aplicamos el término a lo desperdigado, separado, disperso, desparramado o esparcido. Cuando nos referimos a lo suelto echamos en falta propiedades o valores significativos que son positivos para nuestra cultura. A lo suelto le falta cohesión, adhesión, ligazón, retención, enlace, unión, adherencia, aglutinación. Lo suelto carece de vínculos con las demás cosas y los vínculos siempre parecieron importantes para mejorar nuestro mundo. Lo suelto implica la

³⁶ La famosa presa Hoover, situada en el río Colorado, en la frontera entre Arizona y Nevada (EEUU), es de tipo arco-gravedad. Construida entre 1931 y 1936, en ella participó el arquitecto Gordon B. Kaufmann, quien diseñó las torres de toma de agua de la presa con un estilo Art Decó muy depurado.

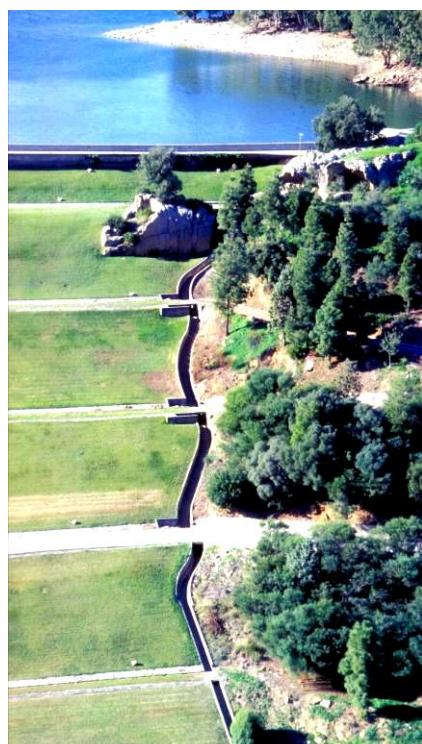
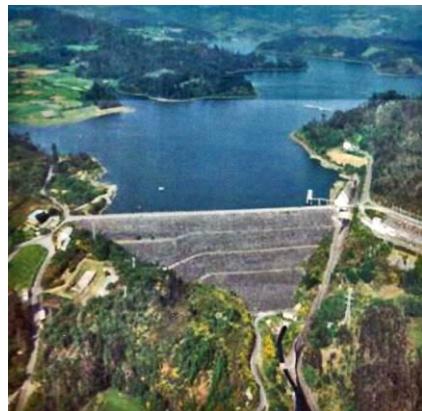
imposibilidad de tomar forma y la forma es la primordial manera de las cosas para trasladarnos información. Con la forma relacionamos unos seres con otros, somos capaces de reconocerlos, los clasificamos y los nombramos. Nos repugna lo informe, lo asociamos a lo desconocido, lo intangible, lo perverso: nos deja inquietos (Delgado y Aguiló 2003: 80)

A parte de las consideraciones de índole psicológico, las presas de tierra se suelen emplazar en cerradas más abiertas y, como España es pródigo en cerradas estrechas y rocosas, hasta que éstas no se acabaron y como aún era necesario construir más embalses, comenzaron a utilizarse las presas de escollera en lugares que antaño habían sido descartados por los problemas geológico-geotécnicos o topográficos que presentaban. (Olalla y de Cea 2008: 248)

Pese a todos estos factores negativos, es una tipología que en España ha dado lugar a notables ejemplos como Guadarranque (1965, Cádiz, fig. 61) o Portodemouros (1967, Pontevedra, fig. 60). Actualmente el óptimo conocimiento teórico sobre el comportamiento resistente de los materiales sueltos³⁷ y la mejora en los tiempos de ejecución gracias a la moderna maquinaria de movimiento de tierras (evitando los inconvenientes de colocación y fraguado del hormigón, propios de las presas de fábrica), hacen de este tipo de presa una opción con grandes ventajas constructivas, estructurales y artísticas.

Se suelen construir presas de planta recta, aunque también son muy interesantes las de planta curva (como la presa de Francisco Abellán, 1991, Granada), o incluso las que no dudan en combinar curvas y contracurvas zigzagueando en busca del cimiento más firme (presa del Portillo, 1999, Granada).

Son innumerables las capacidades estéticas de las presas de escollera: las posibilidades de color y textura, la facilidad de fusión, integración o contraposición con la naturaleza preexistente proporcionando múltiples dimensiones de percepción. La presa tiene importancia por su protagonismo visual y porque gobierna la relación del conjunto con la cerrada (Delgado y Aguiló 2003: 81)



60- Presa de Portodemouros, vista general aguas abajo [Buil y Gil 2008: 174]

61- Presa de Guadarranque, detalle del paramento aguas abajo [Aguiló 2005: 128]

³⁷ En 1776 Charles Coulomb publica su teoría sobre el equilibrio límite de los materiales sueltos, que define la cohesión como resistencia al deslizamiento. Pero no sería hasta 1920 que Terzaghi desechara la idea de lo suelto como "masa homogénea con ciertas propiedades" y retomara el hecho elemental de que "la arena consiste en granos individuales" y por tanto el estudio de sus leyes debe afrontarse experimentalmente (Delgado y Aguiló 2003: 81)

1.2.3. Las cuencas hidrográficas

La situación geográfica de la Península Ibérica, entre el suroeste de Europa y el norte de África, favorece que el clima español presente unas características muy específicas basadas fundamentalmente en una extraordinaria variedad, desde los frentes atlánticos hasta las corrientes de aire africano pasando por las tormentas mediterráneas y las masas de aire frío del norte de Europa. Todo esto se traduce en un régimen hidrológico muy irregular de lluvias y caudales en los ríos con una desigual distribución en el espacio (Berga 2008(a): 19). Es decir, hay grandes variaciones estacionales con largos períodos de sequía y las zonas del norte tienen abundantes recursos hídricos mientras que el arco sur-sureste de la Península sufre escasez de medios en sus acuíferos.

Estos son los condicionantes que caracterizan cada una de las cuencas hidrográficas en las que ha sido dividido el país,³⁸ según la importancia de sus ríos y el grado de desarrollo e interconexión del conjunto de sus recursos. Dichas cuencas son: Norte, Duero, Tajo, Guadiana, Guadalquivir, Sur, Segura, Júcar, Ebro, Cataluña, Baleares y Canarias.

Cuenca del Norte

En la zona norte de la Península el clima se caracteriza por ser frío y húmedo, con abundantes precipitaciones estacionales, principalmente en otoño e invierno, dando lugar a una escorrentía de 700 mm/año, muy superior al resto de cuencas que no alcanzan los 200 mm/año (Cifres 2008: 106).

Aunque en general la componen ríos bastante cortos pero con importantes caudales y sin conexión alguna entre ellos, existen también algunos ríos bastante heterogéneos que han conformado sistemas de embalses importantes, como los aprovechamientos para producción de energía de los ríos Sil y Miño en Galicia y del Nervión en Asturias.

El sistema Sil es uno de los aprovechamientos conjuntos más interconectados de toda España, con numerosos ramales de conexión y de bombeo que permiten una total optimización del rendimiento conjunto (Aguiló 2005: 58), con presas como las

³⁸ El Plan Hidrológico Nacional vigente, aprobado por el Congreso de los diputados en el año 2005, modifica el Plan de 2001 que preveía la construcción de 84 nuevas presas y el recrecimiento de 10 ya existentes (Díez-Cascón 2003: 4)



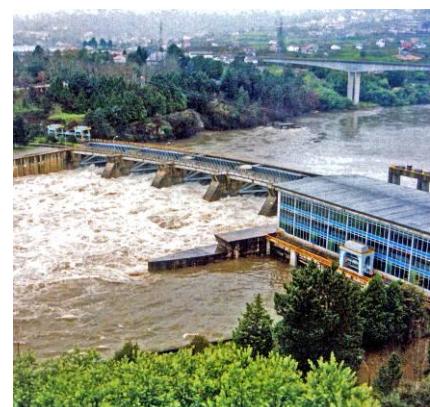
de Sequeiros (1951) o San Esteban (1955, fig. 62), que fueron las primeras en construirse, o más recientemente las de Santa Eulalia (1966) o Las Portas (1974).

El sistema Miño tiene en Belesar (1963), su embalse de cabecera (§ 2.6.), aunque la primera presa construida sobre este río fue la de Los Peares (1955). Durante diez años no se proyectó ninguna otra presa pero el aumento de la demanda provocada por el desarrollismo dio lugar a la construcción del sistema completo en la siguiente década, siendo Velle (fig. 63) y Albarellos (1972) las últimas de ellas (Aguiló 2005: 64).

En Asturias hay que destacar la intensiva regulación del río Navia, apoyado en las presas de Salime (§ 2.3.1.) como cabecera, y en los saltos de Doiras (el más antiguo, 1934, pero cuya presa se recreció en 1958) y Arbón (§ 2.4.2. y 2.4.3.). Otros embalses importantes son el de La Barca (1966), sobre el Narcea, o el sistema Alsa-Torina (1921, y recrecido en 1981), en la cuenca del río Besaya, en Cantabria (§ 2.4.5.).

En el País Vasco hay una serie de pequeñas presas de interés dedicadas fundamentalmente al abastecimiento de poblaciones e industrias, entre las que destacan las de El Regato (1897,

62- Presa de San Esteban, vista del paramento aguas abajo
[Aguiló 2005: 234]



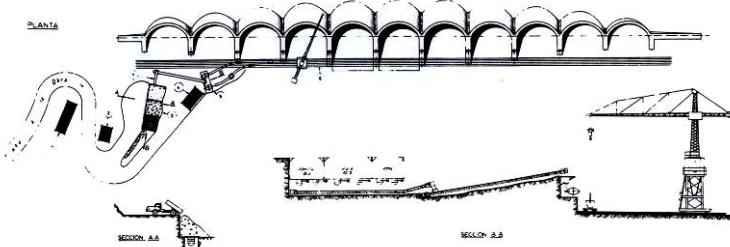
63- Presa de Velle, vista general
[Aguiló 2008: 156]



Presa de Meicende
 (de izquierda a derecha):

64- Vista general aguas abajo
 [Aguiló 2005: 69]

65- Planta y sección transversal
 [Aguiló 2005: 69]



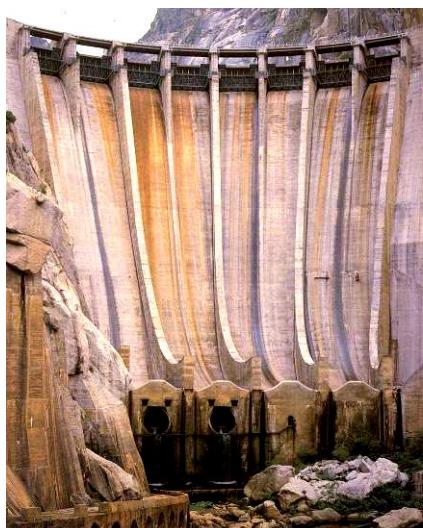
primera presa construida enteramente en hormigón), Urtazta (1956, de contrafuertes) y Meicende (1961, figs. 64 y 65)³⁹

Actualmente la Cuenca Norte se ha subdividido en varias demarcaciones hidrográficas: Miño-Sil, Cantábrico, Galicia Costa y Cuencas internas del País Vasco.

Cuenca del Duero

La meseta castellana drena por el río Duero y no es, por tanto, terreno propicio para construir embalses en el propio río, salvo en la misma cabecera, cerca del nacimiento, donde se ubica la presa de Cuerda del Pozo (1941, Soria), y en el tramo que sirve de frontera natural con Portugal cuando se encaja en los cañones de los Arribes (Aguiló 2005: 70).

Este sistema ha sido explotado desde los años 30 del siglo XX para aprovechamiento hidroeléctrico a través de la empresa hispano portuguesa Saltos del Duero,⁴⁰ que construyó las presas de Ricobayo (1934, § 1.1., situado sobre el río Esla, es el origen de la principal aportación de caudales del sistema), Villalcampo (1949), Castro (1956) y, sobre todo, Aldeadávila (1963 § 1.1.), su obra más emblemática. Situada al final de uno de los pocos macizos graníticos que cortan la formación gnésica predominante en el valle del Duero, aguas abajo de Zamora, se trata de una presa de arco-gravedad (fig. 66), lo cual le permitió forzar al máximo el talud del paramento aguas abajo (Martínez



66- Presa de Aldeadávila,
 vista general aguas abajo
 [Iberduero 1987]

³⁹ Diseñada por Luciano Yordi, es una de las escasas presas de bóvedas múltiples existentes en España. Está compuesta por once bóvedas de sección horizontal circular con radio interior de 11 m. y desplome de 60° aguas abajo, y supone un ahorro de un 50% de hormigón sobre el volumen de una presa equivalente de fábrica (Aguiló 2005: 68)

⁴⁰ El convenio entre España y Portugal fue difícil de conseguir y las negociaciones duraron más de diez años, desde el primer acuerdo de 1912 hasta la firma definitiva el 12 de agosto de 1927, gracias en gran parte a la mediación del Ministro de Fomento Rafael Benjumea, Conde Guadalhorce (Martínez Artola 1962: 795).



67- Presa de Almendra,
vista general donde se pueden
apreciar las presas laterales en
las que se apoyan los estribos
del muro principal
[Baztán y Toledo 2008: 232]

68- Presa del Pontón Alto,
vista del muro de la presa
[Aguiló 2008: 389]

Artola 1962: 801). Sus cualidades estéticas son incuestionables, con la pared de la presa dominada por la repetición de los canales de vertido que rasgan su paramento, conformando una imagen abrumadora y sobrecogedora aguas abajo.⁴¹

Otras presas interesantes de esta cuenca son las de Almendra (1970, sobre el río Tormes, § 1.1., fig. 67),⁴² Riaño (1988, sobre el Esla, § 1.1.), Aguilar de Campoo (1963, Palencia, embalsa el Pisueña, § 2.4.4.) y Pontón Alto (1994, Segovia, sobre el río Eresma, fig. 68)⁴³

Cuenca del Tajo

El río Tajo es el más largo de la Península Ibérica, recorre 1007 km. desde su nacimiento en Albarracín (Teruel) hasta su desembocadura en Lisboa. Casi todos los embalses se concentran en su margen derecha (la zona septentrional es más abrupta y con más afluentes cuya altura permite la instalación de numerosos aprovechamientos).

El tramo superior del Tajo es regulado por el sistema de embalses de Entrepeñas (1956) y Buendía (1958), en Guadalajara, y de donde deriva el Trasvase del Segura.

⁴¹ Las capacidades evocadoras y las cualidades artísticas de esta presa quedan sobradamente demostradas puesto que sirvió de localización para el rodaje de la película "Doctor Zhivago" (1965), como la fábrica en la que trabaja la hija del protagonista.

⁴² Como la altura (202 m.) está sobredimensionada respecto a la cerrada, su parte superior debe apoyarse en unos enormes estribos de hormigón: el derecho acomete sobre una presa de escollera de pantalla bituminosa de 1,66 km. de largo. El estribo izquierdo es una presa de contrafuertes de 1,34 km. de largo (Aguiló 2005: 72).

⁴³ Se trata de una presa de bóveda en la que los arcos horizontales siguen espirales logarítmicas cuyo parámetro es función de la cota para ajustarse a la convexidad del valle (Aguiló 2008: 389).



69- Presa de Bolarque,
vista aguas abajo donde se
puede apreciar el recrécido.

70- Presas antigua y nueva de
Manzanares
[Canal de Isabel II]

La escasez de aportaciones naturales de los últimos veinte años ha provocado que este tramo del río tenga escasos caudales circulantes hasta la incorporación del Jarama (Aguiló 2005: 84). Más adelante se encuentra la presa de Bolarque (1910, la más antigua de la cuenca). En 1950 la presa estaba prácticamente aterrada y se recreció 10 m. para aprovechar íntegramente el desnivel del tramo intermedio del río (fig. 69), teniendo en cuenta la cercana construcción de Entrepeñas y Buendía.

El otro sistema importante de embalses de esta cuenca es el formado por las presas construidas por la empresa Canal de Isabel II desde finales del siglo XIX para abastecer de agua la capital de España. A las primeras presas del Pontón de la Oliva y El Villar (§ 1.1.), se les sumaron después de la Guerra Civil las de Puentes Viejas (1940) y Riosequillo (1956), en una fase de ampliación lenta pero sostenida de la empresa pública. A partir de 1959 el crecimiento frenético de la demanda obliga a la construcción de nuevas presas (El Vado, 1954; Pedrezuela, 1967; Pinilla, 1967; y La Jarosa, 1968), y a la adquisición de otras, como la de Manzanares (§ 1.1.), de Hidráulica de Santillana SA, que fue anegada por la nueva presa de Santillana (1969), construida unos metros aguas abajo de la original y 5 metros más alta que aquélla, lo que duplicaba su capacidad de embalse (fig. 70). Las últimas construcciones del Canal, que

buscaban remediar las fluctuaciones de demanda del sistema y equilibrar los resguardos de garantía de abastecimiento fueron El Atazar (1972, fig. 71) y Valmayor (1975) (Aguiló 2005: 91)

Cuenca del Guadiana

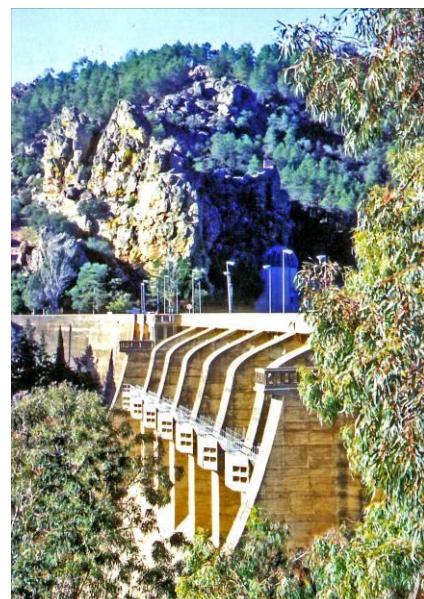
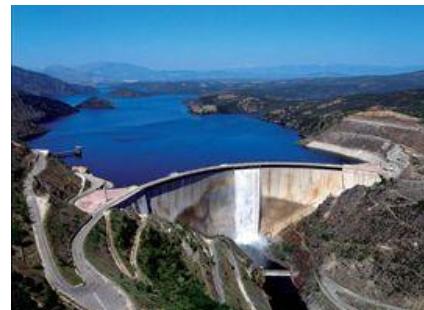
Es éste un río peculiar, cuyo tramo superior desaparece en los Ojos y cuyo tramo inferior tiene varios tramos y numerosas presas. En Extremadura ha sido sometido a una regulación intensiva para su aprovechamiento en los riegos de Badajoz. El otro sistema importante se encuentra cerca de la desembocadura, para los riegos de Huelva (Aguiló 2005: 99).

El Guadiana es el río más hiperregulado de toda España, y eso es así quizás porque se planificó el plan de regadío de Badajoz desde antes incluso de la Guerra Civil aunque no fue hasta el Franquismo que se puso en marcha esta operación.⁴⁴

La idea era convertir los secarrales que rodean el Guadiana en unas vegas fértils llenas de huertos de cultivo, con una componente humana muy importante, ya que el Plan Badajoz tenía como último objetivo "proporcionar al colonos los medios adecuados para vivir ilusionado y dignamente" (Aguiló 2005: 102). Es decir, la finalidad era repoblar esta zona de la Península con el atractivo de obtener una vivienda, una parcela de 4 ha., aperos y ganadería.

La presa de Cíjara (1956), fue la primera en inaugurarse de este complejo sistema de regadíos,⁴⁵ tras un largo proceso de más de 20 años de construcción (fig. 72). Posteriormente se edificó la presa de Orellana (1962), que forma el último embalse de este tramo, para regar las vegas intermedias (Aguiló 2005: 104).

Otras presas interesantes de este tramo del Guadiana son las de García de Sola (1962), Zújar (1962) y La Serena (1989). Ésta última se acometió a raíz de la sequía de 1982, con el propósito de aumentar al máximo la regulación de la cuenca con un



71- Embalse de El Atazar
[Canal de Isabel II]

72- Presa de Cíjara,
detalle del aliviadero
[Aguiló 2005: 104]

⁴⁴ Pese a que ya se hablaba de la planificación del tramo extremeño del Guadiana en el Plan Gasset de 1902, no fue hasta el proyecto de construcción de la presa de Cíjara, en 1932 que se redactó el Plan. Tras la Guerra Civil el gobierno franquista se apropió del mismo y lo volvió a reelaborar en 1958 (Aguiló 2005: 100-102), convirtiéndolo en pieza clave de su propaganda.

⁴⁵ Aunque concebidas para uso exclusivo de regadío también se construyeron pequeñas centrales eléctricas en todas las presas para garantizar el suministro de energía a los poblados. En el diseño de estos núcleos de colonos participaron arquitectos como Carlos Arniches o Fernando Terán.



73- Presa de La Serena
[Berga 2008(a): 23]

embalse de 3219 hm³ que es el de mayor capacidad de toda España (fig. 73), y el segundo de Europa (Berga 2008(a): 29).

Por su parte, los regadíos onubenses están formados por el Guadiana en su desembocadura y los ríos Tinto, Odiel y Piedra, y actualmente forman una Cuenca independiente según RD 125/2007 de 2 de febrero. Exceptuando la presa de Piedras (1968), el resto de embalses fueron construidos más tarde, en la década de los 80 (como Los Machos, 1987; Chanza, 1989; o Andévalo, 2003).

Cuenca del Guadalquivir

Las características geomorfológicas de la depresión bética hacen poco viable la construcción de embalses en el propio río Guadalquivir (salvo en la cabecera, donde se encuentra la presa de Tranco de Beas, 1944, Jaén), por lo que ha sido necesario recurrir a sus afluentes (principalmente los de la margen derecha) para su regulación y aprovechamiento. Así se consigue manejar a voluntad los caudales del río, que se convierte en una especie de canal controlado por los vertidos de los embalses situados en sus afluentes (Aguiló 2005: 114).

Sin embargo, sobre el propio río sí se construyeron tres presas más, pero todas fluyentes, es decir, de compuertas móviles: Mengíbar (1916, Jaén), El Carpio (1922, Córdoba) y Alcalá del Río (1931, Sevilla). Estas obras están enmarcadas dentro del plan estratégico de la compañía eléctrica Mengemor para consolidarse en el mercado andaluz y formarían parte del nonato proyecto de uno de sus fundadores, Carlos Mendoza, de

canalizar y hacer navegable (fig. 74) el río Guadalquivir entre Córdoba y Sevilla (Machimbarrena 1945: 182).

De entre las cerca de 30 presas edificadas en los afluentes de la margen derecha del Guadalquivir caben destacar, además de Jándula y Encinarejo (§ 2.2.3. y 2.2.4.), las de Guadalmellato (1928, Córdoba), Guadalmena (1969, Jaén), Yeguas (1989, Córdoba), la Fernandina (1991, Jaén) y José Torán (1992, Sevilla). Ésta fue la última de las grandes presas realizadas en los afluentes derechos de la cuenca, y es una bóveda de 77 m. de altura muy parecida a las presas de El Atazar o Belesar.

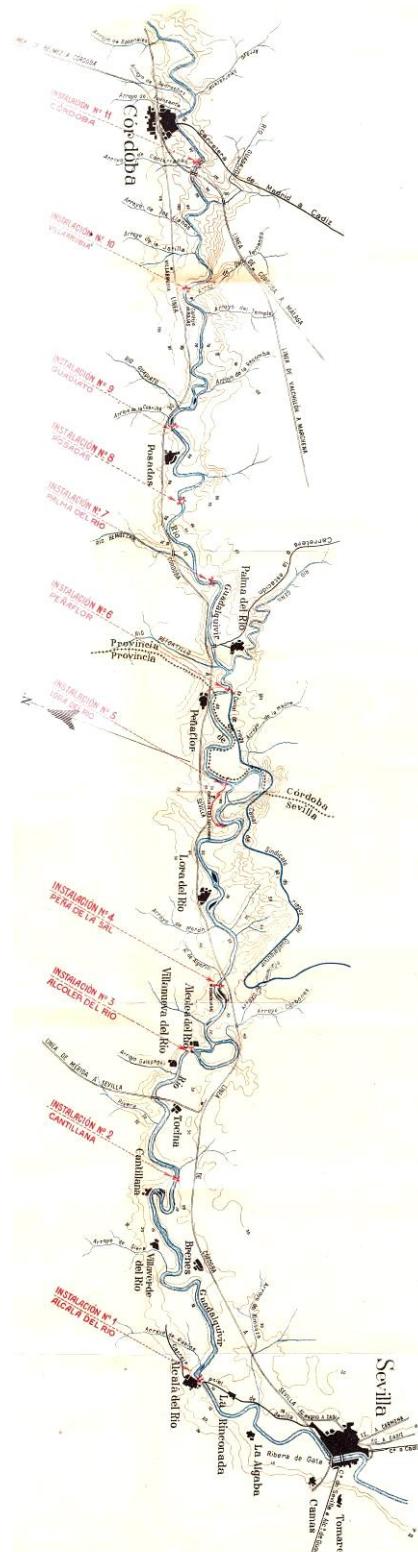
En la margen izquierda hay muchas menos presas, unas 10, de las cuales las más importantes son: Iznájar (1969, Córdoba), Canales (1988, Granada) y Quéntar (1975, Granada),⁴⁶ situadas en el Genil, el afluente más importante del Guadalquivir y Negratin (1984, Granada), sobre el Guadiana Menor.

Cuenca del Sur

Al igual que sucede en la Cuenca del Norte, no existe un río de cabecera, el sistema está formado por varios ríos de corto recorrido que enseguida vierten en el mar, por lo tanto existe por fuerza poca conexión entre los embalses allí construidos. Los nombres de los principales ríos hacen referencia explícita a la dominación árabe en la Edad Media: Guadalete, Guadalcacín, Guadarranque, Guadalmedina, Guadalhorce, Guadalfedo...

Los embalses se concentran en tres zonas: al oeste en las sierras de Grazalema y Ronda; en el centro en la depresión de Antequera que alimenta las presas asociadas a El Chorro, cerca de Málaga; y en el extremo oriental con la falda sur de Sierra Nevada y el río Almanzora.

En la zona más occidental del sistema, cerca de Algeciras y en la parte noreste de la provincia de Cádiz, encontramos las presas que regulan los ríos Guadalete, Guadarranque, Guadalcacín y Guadiaro. El primer plan para abastecimiento y riegos en el Campo de Gibraltar surgió en 1952 y pretendía crear una red de canales y acequias para Algeciras, La Línea,



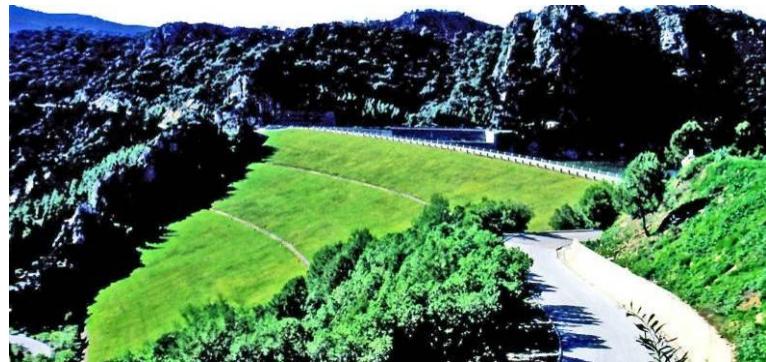
⁴⁶ Las presas de Canales y Quéntar se proyectaron para el abastecimiento de la ciudad de Granada y los riegos de su vega. La primera es de materiales sueltos, la más alta de su tipología en España (165 m.), mientras que la segunda es una bóveda de 133 m. de altura calculada por Carlos Fernández Casado y situada en un paisaje calizo, alto y abrupto, por lo que resulta impresionante encajonada en esa estrecha garganta (Aguiló 2005: 278)

74- Proyecto de Canalización y Aprovechamiento del Guadalquivir entre Córdoba y Sevilla.
[Mendoza 1920: Apéndice II]

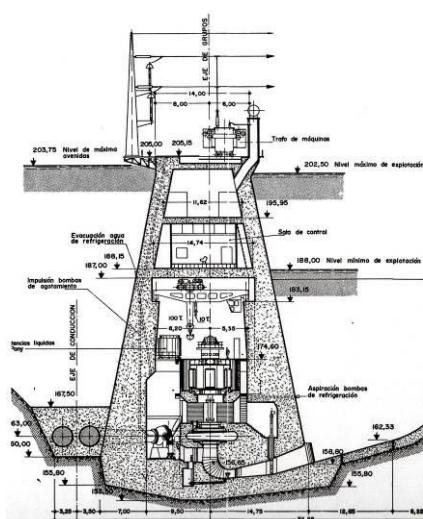


75- Presa de Gaitanejo, vista del aliviadero aguas arriba
 [Aguiló 2005: 215]

76- Presa de Charco Redondo,
 vista del paramento ajardinado
 aguas abajo
 [Aguiló 2008: 383]



Los Barrios y Castellar. Caben destacar las presas de Guadarranque (1965, Cádiz, fue la primera presa que se construyó en esta área) y Charco Redondo (1983, Cádiz), ambas de materiales sueltos, las mayores de su tipología en su momento, y de las que cabe destacar el cuidado en su terminación (fig. 76), especialmente en el paramento aguas abajo donde la plantación de césped suaviza el fuerte impacto del talud sobre el paisaje (Delgado y Aguiló 2003: 84)



77- Central sumergida del Tajo de la Encantada, sección transversal
 [Aguiló 2005: 132]

El principal aprovechamiento de la zona central de la cuenca, en Málaga, surgirá a principios del siglo XX por la presión de intereses hidroeléctricos privados que construyeron el complejo hidroeléctrico de El Chorro, integrado por 5 presas, un gran depósito de bombeo y varias centrales hidroeléctricas. La primera instalación en levantarse fue la presa del Conde de Guadalhorce (1921, antes llamada de El Chorro, fue recrecida algo más de 4 m. en 1947) e inmediatamente después, la de Gaitanejo (1927), concebida esta última como contraembalse de la primera (fig. 75), y con una pequeña central hidroeléctrica encajonada dentro en su interior, debajo del aliviadero.

las otras presas sobre el río Guadalhorce y sus afluentes son bastante posteriores: Guadalhorce y Guadalteba (1972), se concibieron como un sistema doble por la dificultad de hacer un solo salto en las confluencias de esos dos ríos y el Turón, justo antes del desfiladero de los Gaitanes. Por otro lado, el Tajo de la Encantada (1974), está situada a la salida del desfiladero en la margen derecha. La presa es interesante porque cuenta con una central hidroeléctrica reversible sumergida en el embalse (fig. 77), el cual además anegó la antigua central y poblado del Chorro (Aguiló 2005: 130).

Por último, en la zona este encontramos las presas asociadas a Sierra Nevada y la Sierra de Baza en Granada: Béznar (1986), Rules (2003) y Benízar (1983); la presa de Níjar (1852) en Almería; y, en su extremo más oriental, la presa de Cuevas de

Almanzora (1986) sobre el río del mismo nombre. Esta última es de tierra y se mimetiza muy bien con el entorno áspero de colinas pardas y moteadas de ese verde seco con escasa vegetación, tan característico de la España árida del sur. Sobre este fondo destaca poderosamente un gran Indalo negro sobre fondo blanco pintado en el aliviadero, con unas bandas verdes y azules que sugieren el curso del agua (fig. 78). Este ingenioso recurso tiene tamaño y entidad suficiente para apoderarse de la imagen de la presa y pone una nota de color en un paraje tan hosco (Delgado y Aguiló 2003: 86-87). Aguas arriba hay una torre de toma que repite la misma temática, pero no llega a tener el mismo impacto visual que en el aliviadero.

Cuenca del Segura

Esta cuenca, que tiene en los ríos Mundo, Segura y Guadalentín sus cabeceras, tiene un régimen hidrológico muy característico y en principio contradictorio: mientras por una parte tiene un alto grado de regulación natural (producida por la naturaleza calcárea de la mayoría de sus principales nacimientos y que ha permitido históricamente el desarrollo de los regadíos en las vegas bajas), por otro lado la irregularidad de las precipitaciones y la aridez del terreno provocan desastrosas avenidas e inundaciones periódicas (Aguiló 2005: 140).

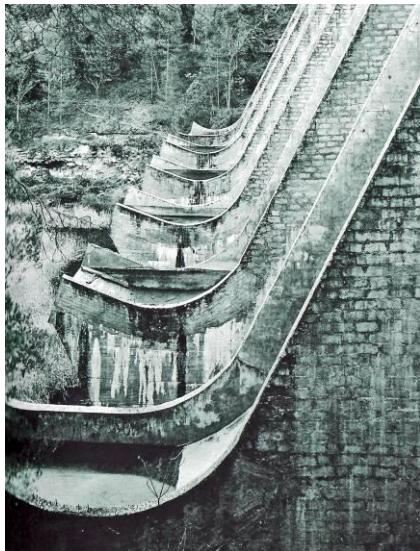
Para luchar contra este problema se han venido realizando distintas actuaciones desde finales del siglo XVIII, que han incluido trasvases,⁴⁷ construcción de presas de regulación, potenciación de los regadíos y creación de otros nuevos, etc. y como consecuencia de todo esto la cuenca del Segura es la mejor canalizada de España.

Las presas más interesantes de esta cuenca son: Puentes y Valdeinfierno construidas en el siglo XIX sobre el río Guadalentín (la primera de ellas se rompió y fue reconstruida hasta tres veces y la segunda acabó colmatándose), Talave sobre el río Mundo (cuyo embalse recoge las aguas del Trasvase Tajo-Segura), y el conjunto de 3 presas levantadas en



78- Presa de Cuevas de Almanzora, vista del aliviadero aguas abajo [Delgado y Aguiló 2003: 86]

⁴⁷ El trasvase Tajo-Segura, finalizado en 1978, es una de las obras hidráulicas más importantes acometidas en España. Se apoya en un sistema de embalses de cabecera (Entrepeñas, Buendía y Bolarque), el embalse intermedio de Alarcón y el receptor de Talave, desde donde comienzan las conexiones post-trasvase que llevan el agua hasta Almería. El diseño del canal permite derivar caudales en puntos intermedios de Castilla-La Mancha y Valencia para abastecimiento en situaciones críticas (González Paz 1970: 984).



Presa de Anchuricas
(de izquierda a derecha):

79- Detalle de los aliviaderos
[García, Landrove y Tostoes 2005: 99]

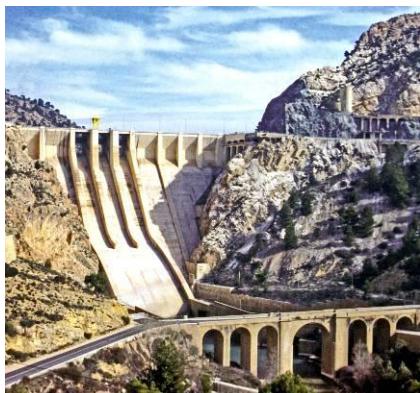
80- Vista aguas abajo
[García, Landrove y Tostoes 2005: 99]



la cabecera del Segura: Anchuricas (1957, Jaén), Fuensanta (1933, Albacete) y Cenajo (1960, Albacete). La primera de ellas está incluida en el Registro de la Industria del Docomomo Ibérico (figs. 79 y 80) y es descrita así por Ramón Pico:

La presa de Anchuricas se encuentra en pleno corazón de la Sierra de Segura, un paisaje escasamente antropizado y difficilmente accesible [...] Los ingenieros recurren a una presa en la que se fragmenta el cuerpo del muro de contención incorporando seis aliviaderos que atenúan su potencia y lo dotan de formas orgánicas de enorme plasticidad (García, Landrove y Tostoes 2005: 99).

Cuenca del Júcar



81- Presa de Contreras, con el
puente de Lucio del Valle
en primer término
[Aguiló 2005: 148]

Esta cuenca comprende todos los ríos que desembocan en el mar Mediterráneo entre el Segura y el delta del Ebro. Existen dos grandes ríos, el Júcar (y su afluente el Cabriel) y el Turia (que nacen en la cordillera Ibérica) y otro de tamaño mediano, el Mijares. Otros pequeños ríos de escasa entidad pero fundamentales en el desarrollo de los riegos de la región, como el Palancia (que abastecía Sagunto y sus sistemas de riego de origen romano), el Serpis, el Algar, el Amadoiro y el Vinalopó.

El río Júcar tiene un perfil característico de los ríos de la meseta con cuatro zonas diferenciadas: dos de fuerte pendiente, una en la cabecera del río y otra en el tramo intermedio, que son propicios para el aprovechamiento hidroeléctrico. Entre ellos existe una zona en la que se han levantado grandes embalses de regulación y el cuarto y último tramo discurre por un valle ancho que sirve históricamente para regadío (Aguiló 2005: 146)

Las presas más importantes de este río son la Toba (1925, en la cabecera), Alarcón (1955, hiperembalse que sirve para regular el trasvase Tajo-Segura), Contreras (1975, fig. 81, sobre el río



Cabriel en el puerto donde discurre encajado en el fondo de un estrecho valle),⁴⁸ los conjuntos de presa y contrapresa de Cortes II y Naranjero (1989), la presa de Escalona (1992, concebida para laminación de avenidas) y la de Tous II (1992, fig. 82). Esta última es tristemente famosa por sustituir a la antigua presa de Tous (1978, era una presa de escollera, aunque inicialmente se proyectó en 1958 como de gravedad y aún conservaba los cimientos de hormigón), que el 20 de octubre de 1982 tras una extraordinaria avenida, se desplomó provocando desastrosas

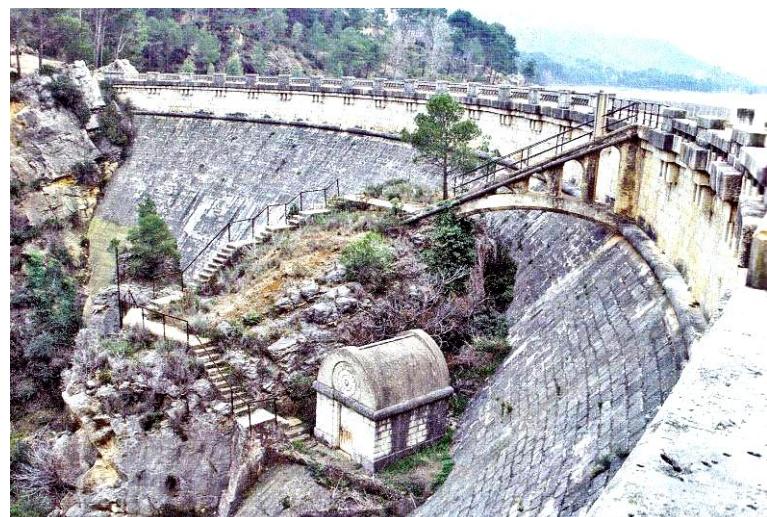
82- Presa de Tous II
[Aguiló 2008: 392]

83- Aliviadero tipo *morning glory*
en la presa de Benagéber
[Confederación Hidrográfica
del Júcar]

⁴⁸ Este puerto de Contreras ha estado en el punto de mira de varias generaciones de ingenieros, como paso para el camino directo que une Madrid con Valencia. Lucio del Valle construyó la carretera de Cabrillas (1840-1849), auténtica serpiente que se revuelve sobre sí misma en una ladera de bastante pendiente y cruza el río con un monumental puente de 5 vanos (Navascués 2015: 98). En 1975 la presa de Contreras cierra el paisaje del valle y se construye sobre ella una variante de la carretera original. Actualmente el paisaje de Caminos y Presas del puerto se completa con los viaductos de la autovía de Valencia y el ferrocarril de Alta Velocidad (que discurren sobre el embalse).

riadas e inundaciones. La nueva presa que se construyó también es de materiales sueltos e incorpora una parte de la estructura anterior. Resulta interesante destacar por su potencia visual las dos torres de toma y la ligerísima (en comparación) pasarela que las comunica con la coronación de la presa que en ese punto se quiebra para adaptarse a las preexistencias. Este juego de alineaciones y movimientos le da al conjunto un inequívoco carácter dinámico que lo singulariza (Aguiló 2008: 391)

En el río Turia,⁴⁹ por su parte, cabe destacar la presa de Benagéber (1955), construida en el tramo medio del río y que transformó totalmente el régimen hidráulico del Turia. Su interés reside en su aliviadero tipo *morning glory* (fig. 83), una tipología muy escasa en España,⁵⁰ y en el conjunto de edificaciones auxiliares que se levantaron para la construcción de la presa y que se han mantenido intactas hasta hoy, lo que nos permite conocer de primera mano cómo se erigían las presas en aquella época. Sobre el río Sot, en la margen derecha del Turia, otro embalse interesante es el de Buseo (1912), construido en mampostería y con un elegante arco peraltado en su coronación a través del cual podemos acceder a las casetas de toma, situadas entre la pared de la presa y un macizo rocoso cubierto de vegetación que aflora sobre ella (fig. 84). La imagen del conjunto, recia y sobria, es a la vez extraña y evocadora.



84- Presa de Buseo, vista aguas abajo con el puente peraltado a la derecha [Aguiló 2005: 198]

⁴⁹ Nace en la Sierra de Albarracín y discurre por dos capitales de provincia: Teruel y Valencia.

⁵⁰ Se trata de un pozo con un labio circular superior que, tras un codo, se prolonga en un túnel y un canal de descarga hasta su vertido al cauce (Aguiló 2005: 151)

El último río importante de este cuenca es el Mijares, que nace en la parte occidental de la sierra de Gúdar y, tras girar y tomar dirección al sureste dejando Mora de Rubielos a la izquierda, atraviesa una serie de cañones calcáreos con cerradas atractivas pero de difícil impermeabilización. Los embalses de Arenós (1979), y Sichar (1960), regulan su caudal en la provincia de Castellón. La última presa, la de María Cristina (1920) se encuentra muy cerca de la desembocadura y está situada en la Rambla de la Viuda. Su interés reside en su paramento escalonado aguas abajo que genera una imagen de anfiteatro.

Cuenca del Ebro

Es la cuenca más extensa de España y la que más regiones atraviesa. Tiene su nacimiento en la Cordillera Cantábrica y sus afluentes por la izquierda provienen de los Pirineos (Arga, Aragón, Gállego, Cinca y Segre son sus ríos más importantes) y aportan mucho caudal, mientras que los de la margen derecha (el Jalón sería el afluente con más entidad), tienen su cabecera en el Sistema Ibérico y poseen mucha menos presencia en el sistema hidrológico.

El valle del Ebro se puede dividir hidrológicamente en tres partes: la cabecera (desde el nacimiento hasta Conchas de Haro), la zona media (hasta la confluencia con el río Segre) y el tramo bajo (hasta la desembocadura en el delta del Ebro). La singularidad de este río en el conjunto peninsular reside en la gran incorporación de caudales en su tramo final (con fuerte componente de deshielo primaveral), gracias a los afluentes Cinca y Segre que juntos aportan tanta agua como la que el propio Ebro lleva (Aguiló 2005: 154).

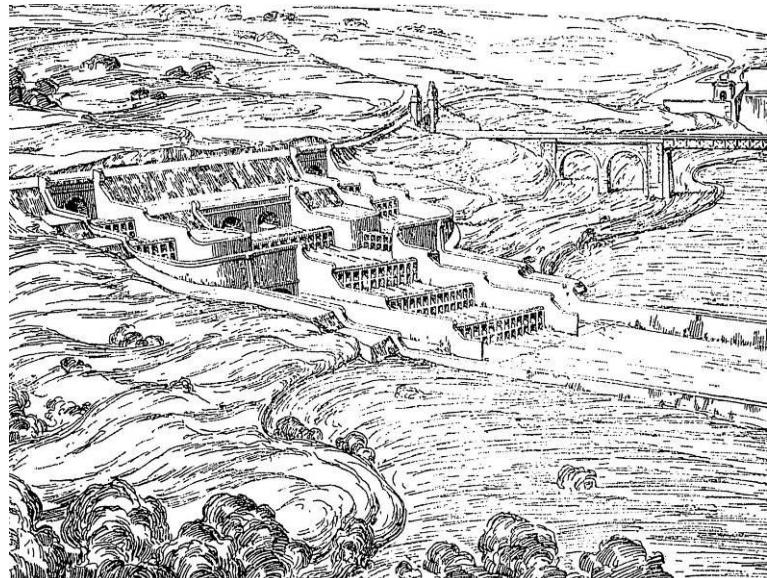
El aprovechamiento del Ebro se ha volcado históricamente en el abastecimiento para riegos. En ese sentido, la construcción más importante es la Acequia Imperial, construida en época de Carlos V y reconvertida en canal de navegación en el siglo XVIII con el nombre de Canal Imperial o de Aragón. La explotación de los recursos hidroeléctricos, más reciente, se concentra en los afluentes de la margen izquierda, en las impresionantes y escarpadas cerradas pirenaicas, cuyo máximo exponente son los saltos del Noguera Pallaresa (centrales de Cabdella y Talarn, construidas a principios de siglo) y Noguera Ribagorzana, con las presas de Senet (1951), Pont de Suert (1955) y Cavallers (1960) como las más significativas (Fernández y Castro 2011: 16).



Presa del Pantano del Ebro
(de izquierda a derecha):

85- Detalle de la coronación
[Aguiló 2005: 157]

86- Proyecto del aliviadero
[Lorenzo 1918: 465]

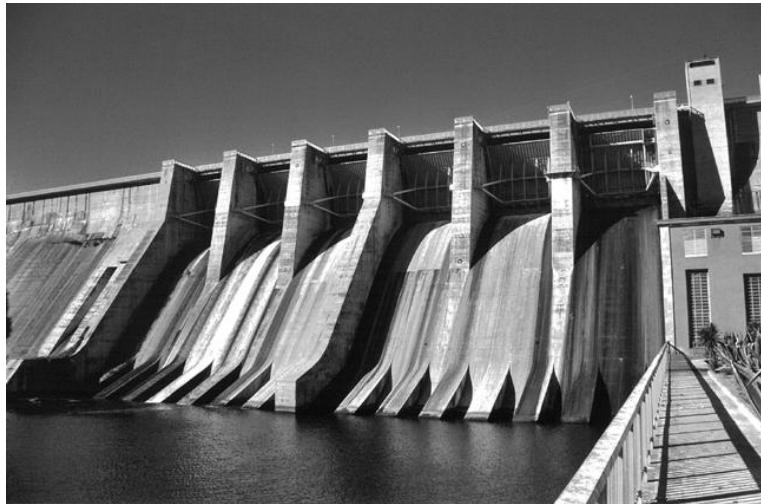


El primer embalse regulador que se levantó sobre la cuenca es el Pantano del Ebro (1945, Cantabria), muy cerca de su nacimiento. Los planes para su construcción estaban previstos desde los inicios de la planificación hidráulica en España, en 1909, aunque no pudo terminarse hasta mediados de la década de los 40, con una presa de gravedad bastante insulsa (fig. 85) para lo que prometía el proyecto original (fig. 86).⁵¹

La otra gran presa construida directamente sobre el Ebro es la de Mequinensa (1964, Zaragoza), situada entre la capital maña y Lérida, con una altura sobre cimientos de 81 m. Este embalse supuso un gran reto tecnológico para la época y una difícil batalla judicial para sus autores.⁵² Fernando Aguerri describe así las obras (figs. 87 y 88):

⁵¹ El proyecto, del ingeniero Manuel Lorenzo Pardo, preveía una presa de muy poca altura, porque el embalse aprovechaba el fondo natural de un antiguo lago colmatado. El dique sería mixto de piedra suelta o escollera y tierra, "procurando reproducir el obstáculo natural que en una época remota [...] cerraba la salida actual del valle" (Lorenzo 1918: 440). La imagen final del conjunto era la de una gran escalinata ceñida por muros curvos que se prolongaba aguas abajo.

⁵² El ingeniero encargado del proyecto, Manuel Sánchez del Corral denunció a las autoridades del ministerio que la obra se estaba ejecutando en condiciones muy precarias porque la empresa eléctrica concesionaria, Enher, quería finalizarla cuanto antes y así evitar las penalizaciones por retraso en el suministro de energía. Aunque Sánchez fue despedido, el Tribunal Supremo revocó la sentencia seis meses después y de hecho se tuvieron que paralizar las obras por las malas condiciones de la cimentación. Posteriormente se reforzó adosando una gran pieza de hormigón de 8 m. de espesor en su base que trabajase como un anclaje grueso en el pie de presa (Aguiló 2005: 156)



Aunque las presas de gravedad ya estaban muy experimentadas, las enormes dimensiones de ésta (79 m. de altura y 461 m. de coronación recta), con capacidad para soportar el empuje de un río mediterráneo, obligó a tomar importantes precauciones. Las características del perfil de la presa, construida con juntas de dilatación selladas y drenadas, el complejo sistema de amortiguación del agua en los aliviaderos y la primera instalación de auscultación integral a origen, vigilada por galerías que recorren horizontal y verticalmente la fábrica, hizo necesario el concurso de importantes laboratorios internacionales en la definición de las soluciones técnicas (García, Landrove y Tostoes 2005: 111).

De todas maneras, la serena pero contundente implantación del conjunto en el árido paisaje circundante consiguen acerca una obra tan faraónica a su escala más adecuada.

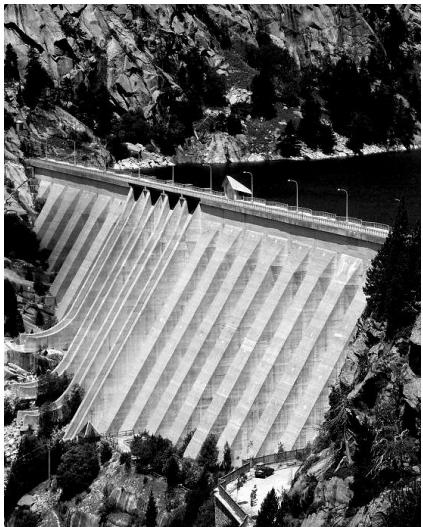
En cuanto a los afluentes del Ebro, los más importantes desde el punto de vista hidrológico son los de la margen izquierda, que drenan el Pirineo y encuentran cerradas óptimas en el cruce de los estrechos valles subpirenaicos (Aguiló 2005: 159).

A la altura de Miranda de Ebro, el río principal recoge al Zadorra con varios embalses en cabecera destinados al abastecimiento de Vitoria. En Navarra, recibe al río Aragón, regulado en el pantano de Yesa (1960). Ya en Zaragoza vierte sobre él el Gállego, con los embalses oscenses de La Peña (1913), Búbal (1971) y Lanuza (1978) (estos dos últimos enclavados en pleno Valle de Tena, en el corazón de los Pirineos), como los más significativos del río, si bien el Gállego está repleto de pequeños embalses situados en los lagos glaciares pirenaicos. El último afluente importante del Ebro es el Segre, que a su vez recibe importantes contribuciones de los

Presa de Mequinenza
(de izquierda a derecha):

87-Pared de la presa, vista aguas abajo
[García, Landrove y Tostoes 2005: 111]

88- Vista interior, sala de máquinas
de la central hidroeléctrica
[García, Landrove y Tostoes 2005: 111]



89- Presa de Cavallers,
vista de los contrafuertes
aguas abajo
[Josep Borrut]

ríos Cinca, Noguera Pallaresa y Noguera Ribagorzana. Ante el gran potencial hidrológico que representan los lagos de origen glaciar que alimentan las cuencas de estos dos últimos ríos, se proyectaron una serie de centrales hidroeléctricas aprovechando las aguas embalsadas de las regiones lacustres de Gento, Sallente, Cavallers y el lago de Sant Maurici.⁵³ (Fernández y Castro 2011: 29).

De todas las cerradas construidas en esta zona pirenaica leridana de salvaje belleza, de rocas graníticas y bosques de coníferas, destaca la presa de Cavallers (1960), de planta recta y contrafuertes (en ambos paramentos del muro). El aliviadero tiene la particularidad de ser libre en coronación, de tal manera que el agua se deja resbalar por cuatro de los contrafuertes (que modifican su sección para canalizar la corriente) hasta la roca natural (fig. 89). Así la propia pendiente del plano inclinado reduce la velocidad del agua, dotando al conjunto de una singular plasticidad, enfatizada por la superficie rugosa que define el plano de hormigón y que se integra perfectamente en el paisaje (García, Landrove y Tostoes 2005: 163).

Cuenca de Cataluña

Los dos ríos principales que forman esta cuenca son el Ter y el Llobregat. Ambos poseen la característica común de tener su cabecera en el Pirineo oriental y de haber sido regulados con embalses hace relativamente poco, en los años 60 y 70 del siglo XX, con presas en la mayoría de los casos de bóveda.

En el Llobregat destacan la presa de La Baells (1976, Barcelona), situada muy cerca del nacimiento del río y la presa de La Llosa del Cavall (1999, Lérida), sobre el Cardoner, afluente por la derecha del río principal.

Por su parte, el Ter es embalsado entre la plana de Vich y la depresión de Gerona, en el desfiladero de Las Guillerías, donde el desnivel de 300 m. permitió la construcción de un sistema de tres embalses (Sau, 1959; Susqueda, 1968; y El Pasteral, 1962). La primera presa sirve de cabecera y regulación, la intermedia es la más notable y sirve como gran aprovechamiento hidroeléctrico (§ 2.6.), y la última constituye un contraembalse para ceder al río nuevamente los caudales turbinados en Susqueda (Aguiló 2005: 176).

⁵³ Este conjunto de lagos, muchos de ellos represados, está incluido en el Parque Nacional de Aigüestortes y el Estany de Sant Maurici

Cuencas de las Islas Baleares y Canarias

Se trata de dos cuencas distintas que tienen en común la singularidad de estar situadas en islas de mediano y pequeño tamaño, por lo que no existen riveras con caudal suficiente como para considerar la existencia de un río de cabecera de la cuenca. Éstas están formadas por escorrentías irregulares, fundamentalmente arroyos, barrancos y ramblas con régimen hidrológico muy variable en las que los embalses se utilizan para abastecimiento, es decir, sirven de almacén para el agua extraída de pozos o de las escasas pero torrenciales precipitaciones que soportan periódicamente estas islas (sobre todo las Canarias). Además, las presas son de reciente construcción (la mayoría de ellas de los años 70 del siglo pasado), y sobre todo en las Islas Canarias, donde se han continuado construyendo presas de mampostería y sillería hasta hace poco (Aguiló 2005: 179).

En las Islas Baleares cabe mencionar dos presas: Gorch-Blau (1971), y Cúber (1972), ambas de gravedad, situadas en la isla de Mallorca y destinadas al suministro de agua.

En las Islas Canarias los embalses más importantes se concentran en Tenerife, La Palma, Gomera y Gran Canaria. En la primera resaltan las de Los Campitos (1975, de escollera y 54 m. de altura), la de El Río (1980, de gravedad y 54 m. de altura), y las pequeñas presas de tierra de La Florida (1986), Caldera del Valle Molina (1986) y San Antonio (1991)..

En la Palma se encuentran las presas de Adeyahamen (1995, de escollera y 26 m. de altura), y Puntagorda (1980, de tierras). En la isla de la Gomera, por su parte, sobresale la presa de escollera de Amalahuige (1983), con 57 m. de altura.

Por último, Gran Canaria, al tener forma circular y estar constituida por multitud de barrancos que, desde el centro de la isla, drenan el agua hacia la costa, ha sido la que históricamente ha tenido más actividad en la construcción de presas, dando ocasión a muchos embalses que retienen la escorrentía y las aguas subterráneas. La presa bóveda de Soria (1975), con 130 m. de altura es la más alta de todo el archipiélago canario (fig. 90), aunque también son de envergadura las presas de escollera de El Siberio (1978, 82 m. de altura) y Tirajana (1974, 72 m.), y las presas de gravedad de El Parralillo (1970), Caldero de la Niña (1957), Gambuesa (1971) y Barranco Hondo-Cuevas Blancas (1978), con 68, 62, 54 y 53 m. de altura respectivamente (Aguiló 2005: 179).



90- Presa de Soria,
vista de la pared aguas abajo
[Acorán Ponce]

1.2.4. Las compañías eléctricas

Las primeras compañías eléctricas en España comienzan a constituirse a finales del siglo XIX, con la creciente generalización del uso de la electricidad para alumbrado público.⁵⁴ Los inicios de este sector empresarial fueron, al igual que en muchos otros países donde se implantaba esta innovadora fuente de energía, muy desiguales, de tal manera que hay una gran dispersión de iniciativas corporativas que compiten entre sí primero por conseguir concesiones y después por construir instalaciones de generación y transporte para el suministro. La evolución histórica de estas compañías va a derivar desde esta primera atomización hacia una creciente concentración, de tal manera que, de las cerca de 30 sociedades eléctricas de importancia que existían en España a principios del siglo XX (que operaran a nivel regional), actualmente hay apenas 5: Endesa, Iberdrola, Gas Natural Fenosa, Hidroeléctrica del Cantábrico y Viesgo (Buil y Gil 2008: 164).

Por otro lado, desde principios del siglo XX la energía hidroeléctrica había experimentado un notable crecimiento, gracias a la eficaz ingeniería de presas y al desarrollo de turbinas cada vez más fiables y eficientes. Los primeros aprovechamientos hidroeléctricos eran de pequeña potencia y se disponían cerca de la zona de consumo ya que el transporte de la energía se producía en corriente continua y no podía realizarse a grandes distancias. Pero "el descubrimiento de que se podían disminuir las pérdidas de transporte elevando la tensión de la corriente alterna supuso un cambio cualitativo trascendental" (Aguiló 2006: 79), sobre todo a partir de la Primera Guerra Mundial. No es de extrañar, por tanto, que la mayoría de la generación en la industria eléctrica durante la primera mitad del siglo XX fuera de origen hidráulico⁵⁵ y en ese sentido las grandes compañías eléctricas han estado

⁵⁴ En 1852 se utiliza por primera vez la energía eléctrica en Madrid para unas pruebas de alumbrado en el Palacio Real, con motivo del nacimiento de la infanta Isabel. En 1886 Gerona es la primera ciudad del mundo alumbrada con corriente alterna (Aguiló 2006: 20, 107).

⁵⁵ En 1901 el 40% de las centrales eléctricas españolas eran de origen hidráulico y el porcentaje siguió subiendo hasta que en la década de los sesenta su aportación a la generación total ascendía al 85%. El declive de la energía hidroeléctrica sobrevino en la siguiente década, con el impulso de los grupos térmicos convencionales y en los 80 con la irrupción de las centrales nucleares. En nuestros días la energía hidroeléctrica se encuentra cerca del 15% de la generación total (Buil y Sanz 2008: 162).

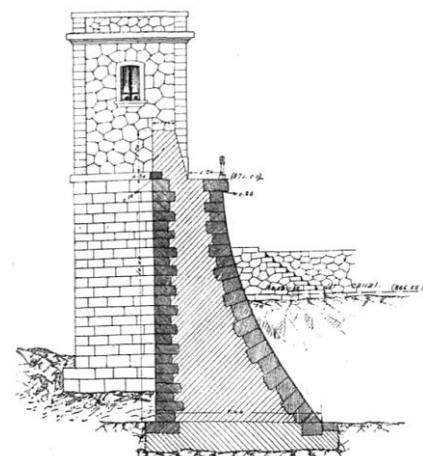
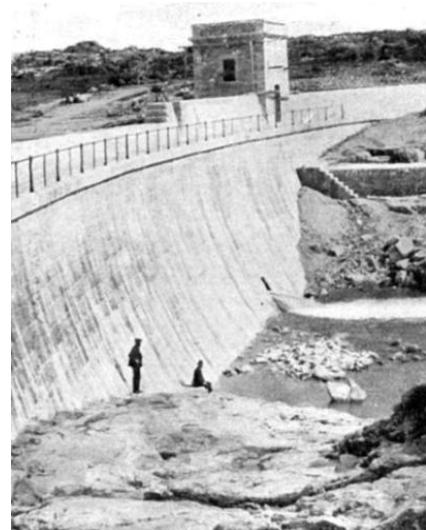
continuamente invirtiendo en la construcción de presas y centrales para ese fin.

A continuación haremos un repaso por la historia de las principales compañías eléctricas españolas, haciendo especial hincapié en aquellas concesionarias de los Saltos y las centrales hidroeléctricas estudiadas en esta tesis.

La Compañía Mengemor

El desarrollo del sector eléctrico en Andalucía se concentra en tres grandes compañías matrices: Sevillana de Electricidad, Hidroeléctrica del Chorro⁵⁶ y Mengemor, que terminarían por formar un mercado integrado para toda la región cuando la primera de ellas absorbiera a las otras dos entre 1951 y 1967.⁵⁷

La compañía Mengemor tiene su origen en la empresa Hidráulica de Santillana, constituida en 1905 por Don Joaquín de Arteaga y Echagüe, Marqués de Santillana, junto con el ingeniero Antonio González Echarte,⁵⁸ para la explotación hidroeléctrica y de abastecimiento de Madrid a través del río Manzanares en su tramo norte.⁵⁹ En 1908 se finalizó el embalse de Santillana (entonces llamado de Manzanares), cuya finalidad era regular el caudal con el que se iban a alimentar diferentes saltos de agua, para la producción de electricidad. Se pusieron en marcha tres saltos (uno en la propia presa, otro en Navallar (figs. 91 y 92), en el término municipal de Colmenar Viejo, y otro en el Cerro de la Marmota, en las lindes del Monte de El Pardo), según el proyecto desarrollado por los ingenieros



Salto del Navallar
(de arriba abajo):

91- Presa y torreón de compuertas de toma [Otamendi 1902, 9]

92- Sección transversal [Otamendi 1902, 9]

⁵⁶ Fundada en 1903, explotaba el aprovechamiento del Guadalhorce para el abastecimiento de Málaga. En ella participaron figuras conocidas de la sociedad andaluza y española, como Jorge Loring y Rafael Benjumea, que años después recibió el título de conde de Guadalhorce, por su actividad en esta compañía. Fue ministro de la Dictadura de Primo de Rivera creándose bajo su mandato las Confederaciones Hidrográficas (Arroyo 2007: 47).

⁵⁷ En 1996 Endesa se hace con el control de Sevillana de Electricidad. Para conocer más sobre la historia de esta empresa, ver *Compañía Sevillana de Electricidad. Cien años de historia* (1994).

⁵⁸ Fue el ingeniero Vicente Machimbarrena, tío de Miguel Otamendi, quien puso en contacto al Marqués con el ingeniero. Machimbarrena y Echarte se conocían por haber coincidido trabajando en Guadalajara, y éste siempre había estado interesado en la electricidad, su transporte y su posible aplicación en España (Coello 2000: 139).

⁵⁹ En 1899 el Marqués adquirió los derechos de tres metros cúbicos por segundo de las aguas del río Manzanares del ingeniero de Minas don Felipe Mora (Machimbarrena 1945: 77).

- 93- Plano general de las obras proyectadas por la Sociedad Hidráulica Santillana para el abastecimiento de agua y energía eléctrica a la ciudad de Madrid y sus alrededores.
 [Otamendi 1902, 3]



Antonio González-Echarte, Carlos Mendoza y Alfredo Moreno.⁶⁰

El complejo, que era capaz de generar una corriente de 15 kw, daba servicio a Colmenar Viejo, Fuencarral, El Pardo, Chamartín, San Sebastián de los Reyes, Alcobendas, Pozuelo de Alarcón y a distintos edificios situados en Madrid, como el Palacio Real y la desaparecida Diputación Provincial. Además, llevaba agua potable a la zona septentrional de la capital, donde no llegaba el Canal de Isabel II.

Gracias a los beneficios económicos obtenidos con los Saltos del Navallar (fig. 93) en Madrid y del Algar en Alicante,⁶¹ los

⁶⁰ Alfredo Moreno Osorio, nació en La Coruña en 1871 y falleció en Madrid en 1932. En 1924 el rey Alfonso XIII le concede el título de conde de Santa Marta de Babío. Participó en numerosos proyectos hidroeléctricos junto con su consuegro, Rafael Benjumea, Conde de Guadalhorce y su primo, Joaquín de Arteaga y Echagüe, hijo primogénito del Duque del Infantado, el marqués de Santillana (Machimbarrena 1945: 78)

⁶¹ Hacia el año 1900, Don Esteban Crespi de Valldaura y Fortuny, Conde de Orgaz le encarga a Mendoza, ya asociado con G. Echarte y Moreno, la

tres jóvenes ingenieros pudieron adquirir una central térmica en Tetuán de las Victorias (Madrid) y con ello lograr implicar en el accionariado a personas influyentes y con solvencia,⁶² consiguiendo así aportar el reciente adquirido negocio eléctrico como capital en la constitución de la Compañía Mercantil Anónima “Mengemor”, fórmula extraída de la conjunción de sus tres apellidos. Mengemor responde a la conjunción técnico-empresarial de los tres ingenieros con la familia Crespi de Valldaura y la familia Otamendi. (Bernal 1993: 95).⁶³

Para Mengemor fue de vital importancia el fuerte impulso que tuvo la industria minera jienense del plomo hasta finales de la Primera Guerra Mundial. Ligada a esta zona, como suministradora de energía eléctrica, va a recorrer la compañía la más brillante de su andadura.

A los proyectos iniciales en Andalucía (Ohanes y Alhama), se les suma enseguida un tercero en la provincia de Jaén, el Salto del Vado de la Olla en la comarca jienense del río Guadalimar, afluente del Guadalquivir, cuya finalidad era dar energía eléctrica a los yacimientos mineros de plomo de Linares-La Carolina y Peñarroya a los que también se sumaría el complejo minero de Puertollano. Se inicia la participación de José Moreno, Conde de Fontao, hermano de Alfredo Moreno, y de Juan Bautista Toll. (Bernal 1993, 98).

En 1911 Mendoza adquiere una opción de compra de otro salto sobre el Guadalimar -el Salto del Escudero- y posteriormente, en 1913, la sociedad a través de Otamendi, quien había conseguido la concesión previamente, pone en marcha un nuevo proyecto, esta vez sobre el Guadalquivir en el término de Mengíbar (Machimbarrena 1945: 120)

dirección técnica del Salto del Algar. Como contratistas y proyectistas, los tres ingenieros se encargaron de la ejecución de las obras, el suministro y montaje de la maquinaria e incluso la instalación de las líneas eléctricas y redes de distribución de los pueblos que se iban a servir de energía eléctrica (Machimbarrena 1945: 96)

⁶² El mismo día en que es constituida Mengemor, se acuerda emitir 99 acciones liberadas, de las cuales José Otamendi (padre del ingeniero Miguel y del arquitecto Joaquín Otamendi) obtiene 49 y las otras 50 las adquiere Carlos Crespi de Valldaura, hermano del Conde de Orgaz (Machimbarrena 1945: 110)

⁶³ Fundada el 14 de marzo de 1904, la Compañía tuvo siempre su sede central en Madrid y sus accionistas estuvieron muy vinculados a la aristocracia madrileña



94- Antiguo embalse de Manzanares (hoy Santillana). Torre neogótica obra de Vicente Lampérez [Canal de Isabel II]

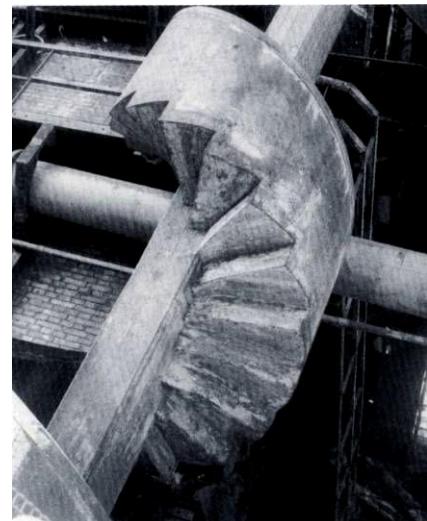
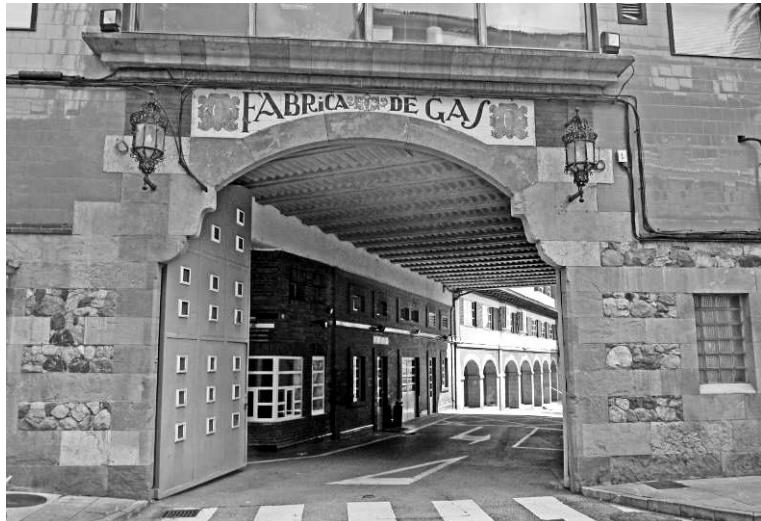
La construcción de Mengíbar supuso un gran paso adelante en el proceso expansivo de la Compañía. Con esta central hidroeléctrica obtiene además Carlos Mendoza otro éxito personal más dentro de la dirección de Mengemor, ya que logra que la compañía prescinda de la generación térmica propia y concentre en exclusiva su actividad a la electricidad producida en centrales hidroeléctricas, vocación pionera y permanente.⁶⁴

Desde 1916 hasta 1931 se sucede una vertiginosa actividad de proyectos y construcciones entre los cuales cabe destacar la construcción de los saltos del Carpio, Alcalá del Río y de Jándula (§ 2.2.) así como el proyecto de navegación y aprovechamiento hidroeléctrico del Guadalquivir entre Córdoba y Sevilla.

Tras el paréntesis sufrido por la Guerra Civil se inicia un proceso de pérdida de competencias que desembocará en el fin de Mengemor como empresa independiente. Dificultades económicas provocadas por periodos de fuertes sequías terminan con la absorción por parte de la Compañía Sevillana de Electricidad, quien también absorbió, en 1967, la Hidroeléctrica del Chorro, compañía rival de Mengemor.

En cuanto a Hidráulica de Santillana, en los años 50 se integra el embalse de Manzanares en el Canal de Isabel II. En 1965 el Canal se convierte en accionista mayoritario de la Hidráulica y construye la presa de Santillana (1969) pocos metros aguas abajo de la original, lo que provoca su anegamiento. La nueva presa, de materiales sueltos y pantalla asfáltica, mantiene visto el antiguo torreón neogótico que el arquitecto Vicente Lampérez diseñó como torre de toma y que imita al cercano Castillo de Manzanares (fig. 94), y al cual se puede acceder mediante una pasarela (Aguiló 2005: 88). La idea inicial era convertirla en museo, pero actualmente se encuentra cerrada.

⁶⁴ Mendoza consigue que la ubicación de la central de reserva de Mengíbar se realice en Puertollano, cerca de los aprovisionamientos de materia prima, así como la firma de un contrato con la Sociedad Minera Metalúrgica de Peñarroya. Gracias a este consorcio entre hulla blanca y hulla negra establecido entre las dos compañías, Mengemor pudo prescindir de las reservas de vapor, evitar las ampliaciones que hubiesen sido necesarias para la generación térmica complementaria y, sobre todo, redujo el coste de la producción en estiaje (Machimbarrena 1945: 133)



Hidroeléctrica del Cantábrico

Los orígenes de esta sociedad eléctrica están en la constitución, en 1898, de la "Sociedad Popular Ovetense", una de las primeras sociedades eléctricas de Asturias y germen, junto con la Electra Industrial de Gijón, de lo que es hoy Hidroeléctrica del Cantábrico. Fue la propietaria de la antigua fábrica de gas de Oviedo (§ 2.3.) y su objetivo principal era la expansión del suministro de gas y energía eléctrica (figs. 95 y 96) a la capital del Principado (Cuesta 1998: 162).

De su consejo de administración salieron los fundadores, en marzo de 1913, de la compañía Saltos de Agua de Somiedo: Don Policarpo Herrero Vázquez, Don José Tartiere Lenegre y Don Narciso Hernández Vaquero, conciernen con el Marqués de Aledo y el Marqués de la Vega de Anzo entre otros la constitución de la Sociedad Civil Privada de Saltos de Agua de Somiedo (Tielve 2007: 23), cuya finalidad era el aprovechamiento hidráulico de los lagos y ríos de ese concejo que venían siendo estudiados desde 1907 por Narciso Hernández, a la postre padre y nieto de Joaquín Vaquero Palacios y Joaquín Vaquero Turcios (§ 2.3.).

La nueva sociedad, a la que se incorporaron en años posteriores la Popular Ovetense y la Sociedad Electra Asturiana, comienza su andadura como Sociedad Anónima en 1920 bajo el nombre de Hidroeléctrica del Cantábrico-Saltos de Agua de Somiedo,

Fábrica de Gas de Oviedo
(de izquierda a derecha):

- 95- Edificio de oficinas,
fachada a la C/ Paraíso,
obra de Joaquín Vaquero Palacios
[Adelos RM]
- 96- Detalle de la escalera
de las baterías de coque
[Cuesta 1998: 162]

denominación que cambió en 1940 prescindiendo del segundo nombre (Tielle 2009: 15).⁶⁵

La empresa se mantuvo durante muchos años como uno de los referentes energéticos el norte peninsular hasta que en 2005 fue adquirida por la portuguesa EDP (Electricidade de Portugal),⁶⁶ perdiendo así su denominación original.

Tras la Guerra Civil, el sector eléctrico español sufrió una profunda reestructuración que le llevó a vivir una especie de edad de oro. Como tan acertadamente tuvo oportunidad de señalar Javier Tusell en su estudio de 1987 sobre las distintas etapas del régimen del General Franco:

Si hubiera que señalar una fecha cardinal en la historia española durante el periodo de Franco, sin duda [...] esa fecha sería 1959. En primer lugar, dicho año presenció un cambio fundamental en la política económica a través del Plan de Estabilización, que a su vez hizo posible el desarrollo económico posterior. Dado el hecho de que el principal cambio acaecido en España durante la dictadura fue precisamente el paso de una sociedad agraria a otra industrializada, parece lógico apelar [...] a este tipo de criterio de carácter económico (Tusell 1996: 249).

Lo cierto es que entre 1951 y 1973 todos los países occidentales, y muy especialmente las economías europeas, van a vivir una etapa de señalado auge económico como consecuencia del intenso crecimiento del comercio mundial, alentado por la fuerte apertura al exterior de los países desarrollados. En este contexto, una economía autárquica como la española resultaba tan anacrónica como inviable. El deseo de cambio de la población española, el atraso relativo acumulado por el país, la liberalización de las importaciones, el crecimiento de la demanda tanto del consumo familiar como de la inversión privada y las exportaciones, la apertura al exterior y la existencia de recursos productivos, sobre todo financieros

⁶⁵ Para más información sobre la fundación e historia de la compañía Hidroeléctrica del Cantábrico puede consultarse: ANES, R., «Una biografía empresarial», recogido en J. L. García Delgado (dir.), *Electricidad y desarrollo económico, perspectiva de un siglo*. Oviedo, Hidroeléctrica del Cantábrico, 1990, pp. 9 y ss. También se puede consultar la historia de la empresa en la página web de Edp Energía:
<http://www.edpenergia.es/institucional/es/historia/>

⁶⁶ EDP se fundó en 1976 a través de la fusión de trece eléctricas que habían sido nacionalizadas en 1975. La compañía pública fue privatizada en junio de 1997 y actualmente es uno de los principales grupos eléctricos de Europa y el primero que opera en ambos lados de la frontera luso-española.

(apoyados tanto en el ahorro interno como en la inversión exterior) y las reservas demográficas procedentes del campo y de la población femenina, permitieron al país dar este gran salto adelante durante los años sesenta (Fuentes Quintana 1988: 9-13). Si durante la etapa 1948-1957 puede hablarse de una situación de pre-estabilización y del paso de una economía agrícola a una semi-industrializada, a partir del año 1959 el desarrollo condujo al país a un fuerte crecimiento, continuado y sostenido, muy cercano al 9 % anual hasta 1964. Entre 1963 y 1969 España sería uno de los países del mundo con mejores resultados económicos, tan sólo por debajo de Japón (Tusell 1996: 257-259). Si la agricultura perdió entre 1950 y 1970 unos 2.400.000 empleos, la actividad industrial manufacturera experimentaría un crecimiento, en ese mismo periodo, de 1.100.000 trabajadores (Mateos y Soto 1997: 31), lo que puede dar idea suficiente de la magnitud del cambio.

La fuerte inversión en obras hidráulicas promovida desde las altas esferas del régimen en los años cincuenta y sesenta estimuló no sólo a las compañías a emprender la construcción de un elevado número de centrales, sino también a los técnicos, arquitectos e ingenieros de prestigio, a desarrollar nuevas formas de expresión en este ámbito. Éstos, contratados por unas empresas eléctricas que buscaban construir una nueva imagen representativa que les otorgara visibilidad y los diferenciara del resto, dedicarán por ello una especial atención al diseño de los propios contenedores, cuando en realidad lo más importante en esta clase de construcción industrial es, naturalmente, su contenido y su dimensión tecnológica.

Electra de Viesgo

La compañía Electra de Viesgo fue fundada en 1916 por un grupo de empresarios vascos, entre los que se encontraba el Banco de Vizcaya, que adquirieron la llamada "Sociedad General de Centrales Eléctricas", una empresa que suministraba energía eléctrica a Santander.⁶⁷ A partir de 1920 expandieron el negocio a Asturias y Galicia con la adquisición de concesiones en los ríos Navia, Cares y Sil (figs. 97 y 98).

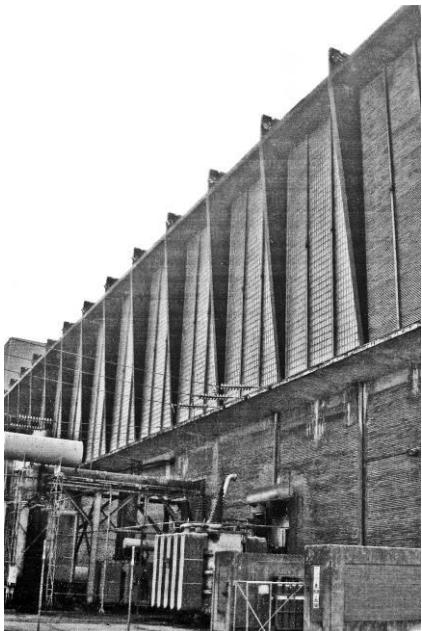


Central hidroeléctrica de Urdón,
una de las primeras que la
Sociedad Electra de Viesgo puso
en funcionamiento
(de arriba abajo):

97- Fachada aguas abajo, años 20
[Madrazo 1981: 34]

98- Fachada aguas abajo,
en la actualidad (agosto de 2011)

⁶⁷ De este periodo destacan la construcción de la central de Puente Viesgo, en el río Pas y del Salto de Urdón en el desfiladero de La Hermida (Madrazo 1981: 32-35)



Central térmica de Soto de Ribera,
obra de Carlos Fernández Casado
e Ignacio Álvarez Castelao.
(de arriba abajo):

99- Fachada norte de la sala de
máquinas [Tielve 2009: 41]

100- Detalle de las torres de
refrigeración [Tielve 2009: 54]

Durante la Guerra Civil varias de sus instalaciones fueron dinamitadas. Pero a partir de los años cincuenta y tras superar casi quince años de escasez presupuestaria, la empresa conocerá un importante auge con la construcción de las centrales de Arenas y Arbón y la ampliación de la presa y la central de Doiras. La compañía aprovechó las concesiones de grandes tramos obtenidas antes de 1939 para fines hidroeléctricos, en un momento en que la demanda de energía estaba aumentando con mucha fuerza, a una tasa anual en torno al 9% en el año 1956, incluso a pesar de la escasa actividad industrial del país (Aguiló 2006: 150).

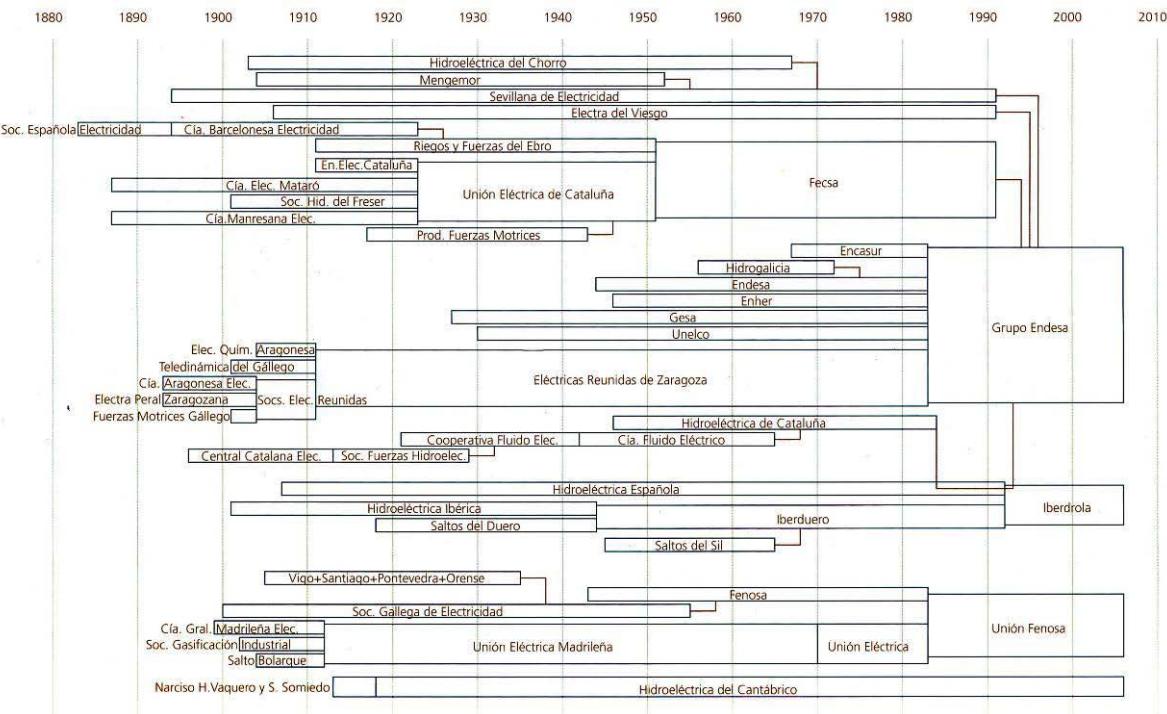
Electra de Viesgo también colaboró, junto a HC, en la construcción del salto de Grandas de Salime, para lo que formaron en 1945 una sociedad conjunta denominada *Saltos del Navia* que aún hoy se encarga de explotar el aprovechamiento hidroeléctrico. Además, absorbió otras compañías menores como Electra Pasiega, Electra Vasco Montañesa o la Compañía de Electricidad Montaña⁶⁸ y se asoció de nuevo con HC para construir la central térmica de Soto de Ribera (figs. 99 y 100). A partir de 1957 entró además en el mercado de la producción de energía nuclear con la creación con Iberduero de la empresa Nucenor para la construcción y explotación de la central nuclear de Garoña, situada en el Valle de Tobalina, en Burgos (Madrazo 1981: 125-131).

En 1991 la empresa fue comprada por Endesa, quien a su vez la revendió a la compañía italiana Enel en el año 2002. Finalmente, en 2008 la alemana E.On la adquirió. En el año 2006 era el quinto operador eléctrico por facturación del país, y contaba con seis centrales hidráulicas en Asturias, con una potencia total instalada de 189 megavatios (Tielve 2009:14).

En el año 2015 E.On vende todos sus activos en España a dos fondos de inversiones, uno australiano (Macquarie European Infrastructure Fund, MEIF4), y otro kuwaití (Wren House Infrastructure). Los nuevos propietarios decidieron renombrar a la compañía como Viesgo, haciendo un guiño a la historia y los comienzos de la compañía.

El resto de empresas que operan actualmente en el sector son fruto de adquisiciones, compras, absorciones o fusiones de compañías más pequeñas en una matriz más grande (fig. 101).

⁶⁸ En la página web de Viesgo se puede encontrar más información sobre la historia de la compañía: <http://viesgo.com/es/perfil/historia>



Gas Natural Fenosa es el resultado del agrupamiento de Gas Natural con Unión Fenosa, empresa ésta que a su vez estaba constituida por, entre otras, la Sociedad General Galega de Electricidad (§ 2.1.2.), Fenosa y la Unión Eléctrica Madrileña.⁶⁹

Iberdrola la componen Hidroeléctrica Española e Iberduero, compañía ésta que había absorbido en los años 40 y 60 del siglo XX a las pioneras Saltos del Duero y Saltos del Sil.

Por último, **Endesa** es el grupo eléctrico con más compañías absorbidas, entre las que caben destacar: Sevillana de Electricidad, Fecsa, Enher,⁷⁰ Unelco y Eléctricas reunidas de Zaragoza (Aguiló 2006: 107)

101- Cuadro comparativo, evolución del sector eléctrico español [Aguiló 2006: 107]

⁶⁹ El 10 de febrero de 1912 se fundó Unión Eléctrica Madrileña, compañía que reunió a la Sociedad de Gasificación Industrial, el Salto de Bolarque y la Compañía General Madrileña de Electricidad, la cual a su vez había absorbido algunas centrales independientes. Poco después llegan a un acuerdo con la Sociedad Eléctrica del Mediodía para repartirse el mercado de distribución eléctrica de Madrid (Aguiló 2006: 138).

⁷⁰ Empresa que se constituyó en 1946, con capital mayoritario del I.N.I. (Instituto Nacional de Industria), y cuyo objetivo era el aprovechamiento integral de la cuenca del río Noguera-Ribagorzana. Posteriormente este objetivo se amplió a la concesión de aprovechamientos hidráulicos del tramo del Ebro comprendido entre Escatrón y Flix (saltos de Mequinenza y Ribarroja), así como otros dos en el río Cinca (Mediano y el Grado). Desde 1999, al igual que Eléctricas Reunidas de Zaragoza, pasó a integrarse en el Grupo Endesa.

1.3. INFLUENCIAS EUROPEAS

En el ámbito europeo se han venido dando, desde finales del siglo XIX, una serie de interesantes experiencias que, por unas razones u otras, han influido a los arquitectos objeto de esta tesis, bien porque sus referencias se basan en importantes arquitectos europeos como Wagner, Poelzig o Behrens, bien porque muchas de estas propuestas tienen una importante carga utópica y futurista en la que siempre está muy presente la figura de la presa como elemento monumentalista, brutalista, que quiebra el paisaje natural y crea uno nuevo dominado por la industria, la velocidad, la electricidad y las telecomunicaciones.

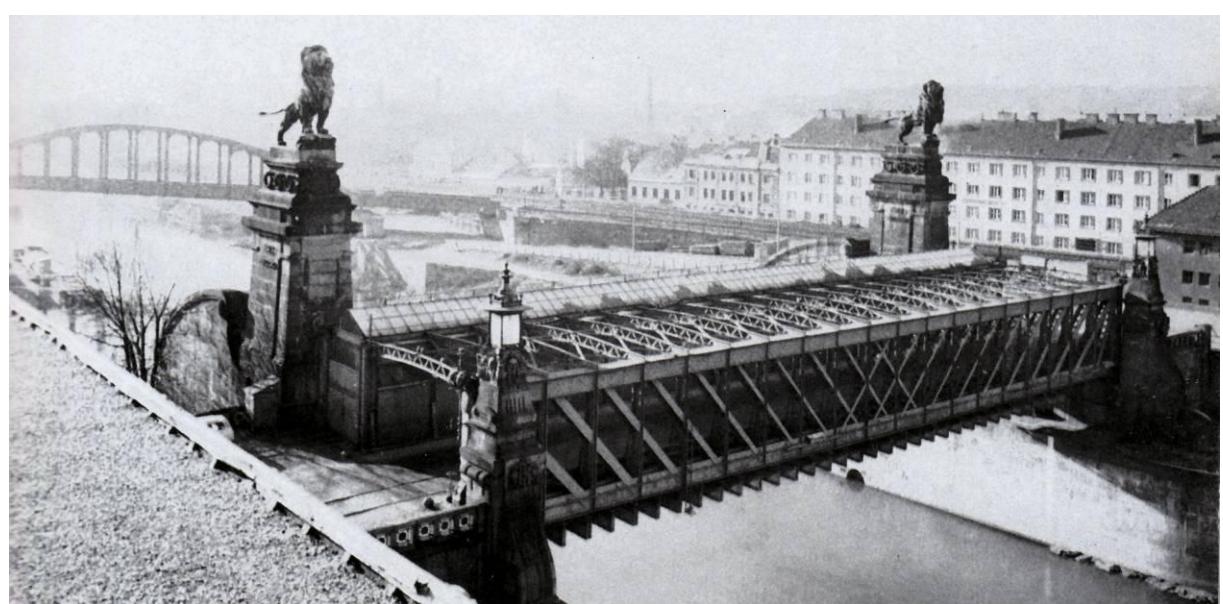
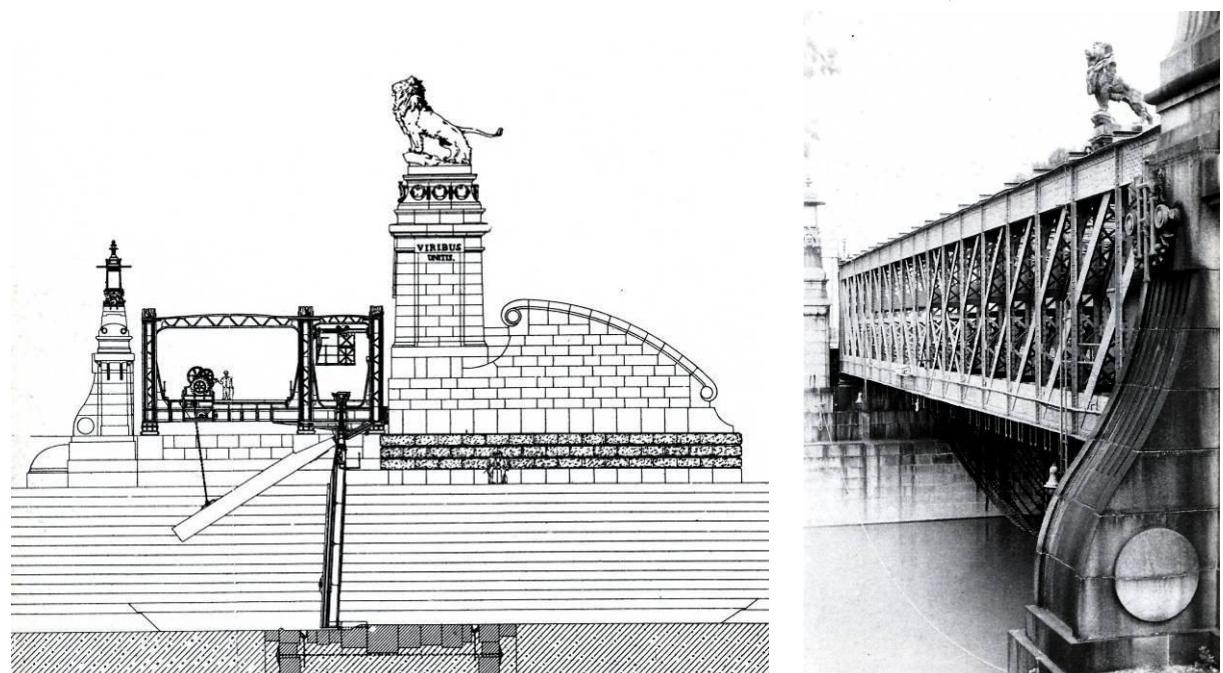
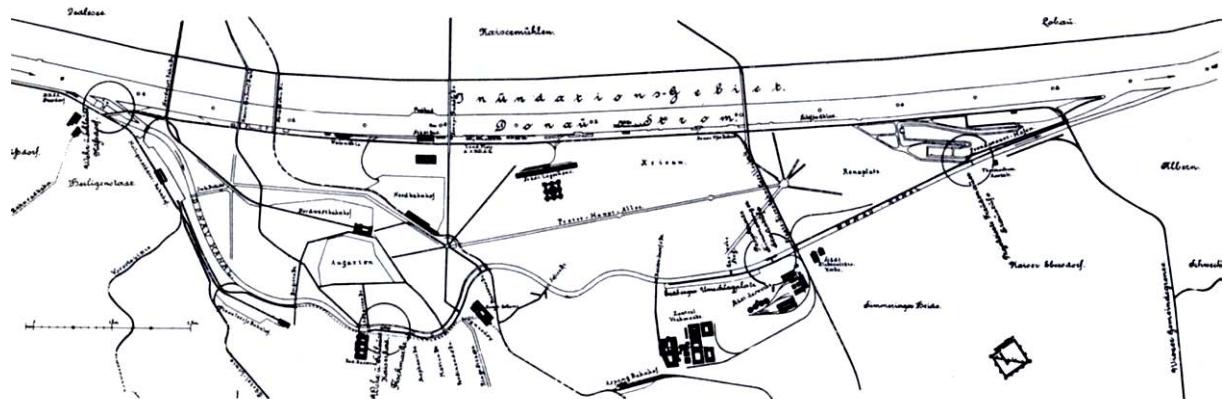
Otto Wagner (1841-1918), como representante más conocido de la Sezession vienesa, es una de primeras figuras de relevancia que adoptan un lenguaje perfectamente reconocible en sus construcciones industriales, con la ciudad de Viena, su ferrocarril y sus canales sobre el Danubio como telón de fondo.⁷¹ Entre 1894 y 1908 diseña dos presas de compuertas móviles para regular el Donaukanal en la capital austriaca (fig. 102). El proyecto original contemplaba ensanchar el canal y hacerlo navegable para poder convertirlo en una especie de puerto comercial. En principio se construirían cuatro presas, pero dos de ellas, la Simmering y la Freudenau nunca llegaron a realizarse. Otto Wagner fue el responsable de las otras dos que sí se edificaron, las presas de Nussdorf y Kaiserbad (Geretsegger y Peintner 1979: 79).

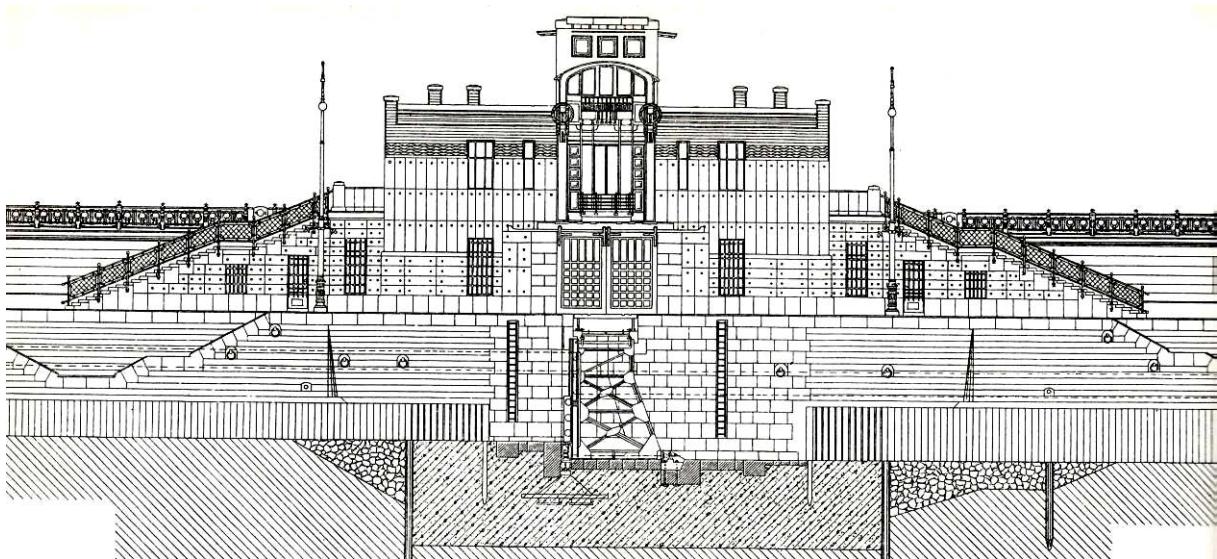
Esta última ha sido demolida y sólo se mantiene el edificio de control (Schützenhaus) del que originariamente colgaba una larga grúa que levantaba las compuertas de la presa (fig. 106). Se trata de un edificio muy característico de la arquitectura de Wagner: el empleo de un aplacado colorista con el azul y el blanco recreando las formas ondulantes del agua (fig. 107); la preocupación por los detalles; la exigencia tecnológica amoldada a un acuerdo formal de alta expresividad... dan como resultado un sobrio pero llamativo edificio que anima la ribera vienesa con su aspecto de barco amarrado (fig. 108).

La Nadelwehr de Nussdorf es la "obra más atrevida del maestro. El énfasis simbólico de los potentes pilares de mampostería, cubiertos con leones y fanales contrasta fuertemente con la esencialidad del puente metálico" (Bernabei 1984: 85). Las

⁷¹ El proyecto de ley de transportes vienes de 1892 estipulaba que la construcción del Stadtbahn y la regulación del río debían ser emprendidas simultáneamente (Geretsegger y Peintner 1979: 80)

Patrimonio Industrial Hidráulico.
Paisaje, Arquitectura y Construcción en las presas y centrales hidroeléctricas españolas del siglo XX





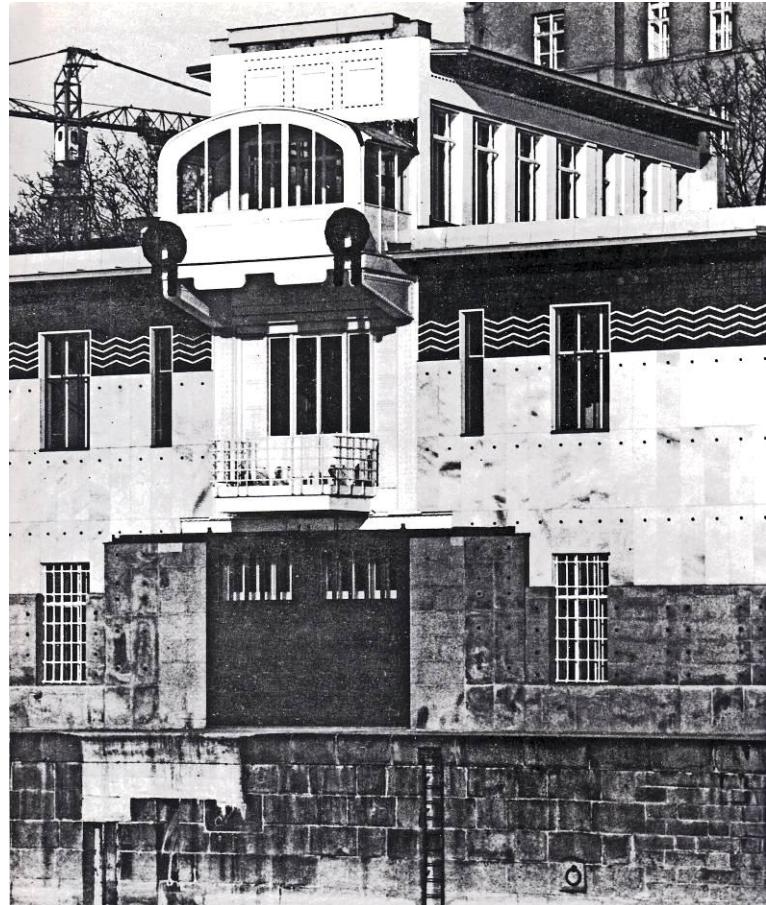
Página anterior
 (de izquierda a derecha y
 de arriba abajo):

102- Plano general del Donaukanal. Los dos círculos de la izquierda son las presas que sí se construyeron [Geretsegger y Peintner 1979: 79]

103- Presa Nussdorf, sección transversal [Geretsegger y Peintner 1979: 84]

104- Presa Nussdorf,
 detalle del paramento aguas arriba
 [Geretsegger y Peintner 1979: 83]

105- Presa Nussdorf, vista general
 [Geretsegger y Peintner 1979: 93]



En esta página. Presa de Kaiserbad (de izquierda a derecha y de arriba abajo):

106- Alzado desde el río con la presa seccionada [Bernabei 1984: 168]

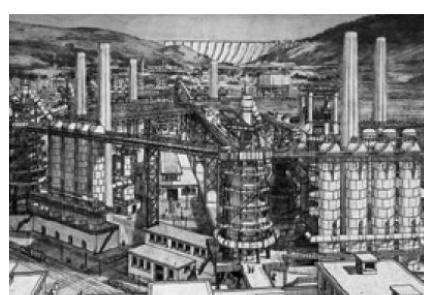
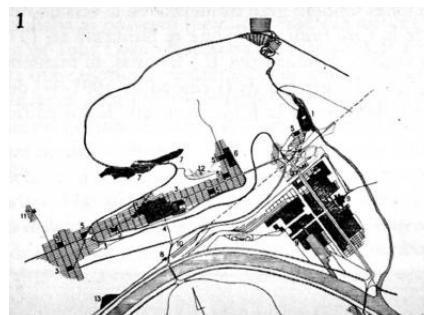
107- Detalle de la cabina y balcón para la grúa [Kliczkowski 2002: 41]

108- Fachada sobre el canal [Geretsegger y Peintner 1979: 102]



formas curvas de piedra (fig. 103) que se extienden aguas abajo en los estribos del puente, sobre los que se apoyan los leones (fig. 105) esculpidos por Rudolf Weyr, son una clara muestra del deseo de Wagner de crear una arquitectura simbólica que imitase el agua deslizándose en torrente por los aliviaderos (fig. 104). Finalmente, la visión de la presa responde perfectamente a su finalidad: convertirla en la puerta de la ciudad, como punto de referencia en el río y signo de identidad de la nueva Viena. Así se cumple la máxima que promulgaba Wagner: "Nada que no sea funcional nunca podrá ser hermoso" (Bernabei 1984: 12)

Esta idea de vertebrar la ciudad a través de puntuales elementos de carácter industrial y vinculados a la hidráulica se repetirá en **Tony Garnier** (1869-1948) quien, en varias de las láminas más significativas de su *Cité Industrielle* (publicada en 1904, fig. 110), representa la central de producción eléctrica en el valle y, en lo alto, la presa de contención del río (fig. 109) como si toda nueva ciudad dependiera ya, inevitablemente, de esta *nueva* fuente de energía, de tal manera que “sus turbinas transformarán la naturaleza misma de la vida” (fig. 111) y así alumbrarán la nueva *Cité Radieuse*.⁷² Garnier, por cierto, sigue



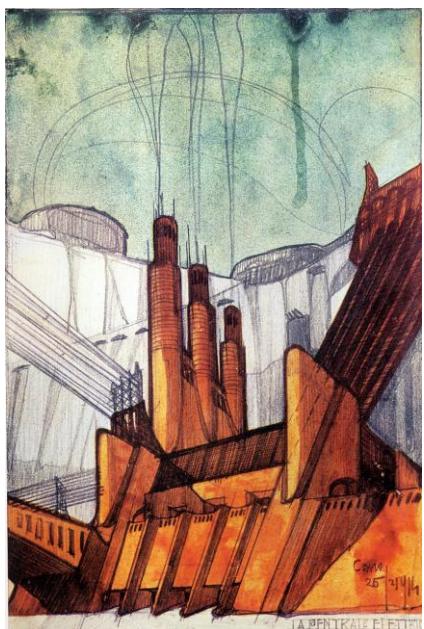
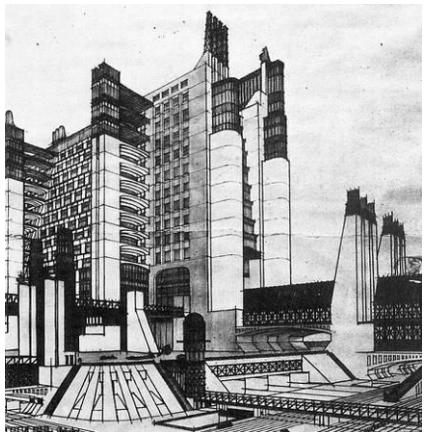
La *Cité Industrielle* de Tony Garnier
(de arriba abajo):

109- Dibujo de la presa y central de abastecimiento [Garnier 1990]

110- Esquema en planta. Se puede ver la presa en la zona septentrional [Montaner 1987: 83]

111- Vista de las fábricas siderúrgicas con la presa al fondo [Montaner 1987: 87]

⁷² El proyecto pasó bastante desapercibido en su momento, pero fue recuperado años después por arquitectos como Le Corbusier que calificaba a Garnier como hombre “que ha vislumbrado el nacimiento próximo de una nueva arquitectura”. En su libro *Espacio, tiempo y arquitectura*, Sigfried Giedion presenta la *Cité Industrielle* como el “primer ejemplo de la



112- La *Città Nuova* de A. Sant'Elia [Kliczkowski 2003: 68]

113- Central eléctrica con la presa a la derecha [Sant'Elia 1914]

aquí los pasos de Emile Zola y de otros novelistas de la utopía, como William Morris o Anatole France, "preocupados por encontrar salida a las terribles condiciones urbanas y humanas que las ciudades de la primera revolución industrial habían creado" (García, Landrove y Tostoes 2005: 43).

En esta mitificación de la electricidad, Garnier anticipa y sintoniza con una de las ideas clave de los futuristas, "expresada hacia 1910 en el concepto de la central generadora de energía eléctrica como la apoteosis de la tecnología" (Montaner 1987: 90). En este sentido, el arquitecto y urbanista **Antonio Sant'Elia** (1888-1916), máximo representante del futurismo italiano, nos demuestra en sus dibujos una concepción del mundo basada en la velocidad, el dinamismo, la técnica, las posibilidades de la electricidad, la industrialización, el maquinismo..., como elementos de distanciamiento con el pasado y fe en el progreso. (Tietz 2008: 29). De sus dibujos se desprende su preocupación por modernizar la ciudad a partir de una idea de gran metrópoli basada en los medios de comunicación (ferrocarril, aeropuerto, carreteras...) y la energía eléctrica. No es de extrañar, pues, que muchos de sus dibujos sean bocetos de centrales eléctricas sobredimensionadas, con turbinas, presas y grandes tendidos de cable que parecen prolongarse hasta el infinito (fig. 113).

Este pensamiento le llevó a adoptar una posición clara contra todos los edificios "solemnnes, teatrales y decorativos".⁷³ En su lugar propuso (fig. 112):

Descubrir y construir la ciudad futurista. Debe parecerse a un astillero enorme y tumultuoso y ser ágil, movida y dinámica en todas sus partes: la casa futurista habrá de ser como una gigantesca máquina. (Sant'Elia 1914)

Al igual que Adolf Loos (1870-1933) en su manifiesto *Ornamento y Delito* (1908), Sant'Elia nos enseña que los repertorios del pasado son una incongruencia en el contexto de la moderna sociedad del siglo XX, y que la arquitectura debe

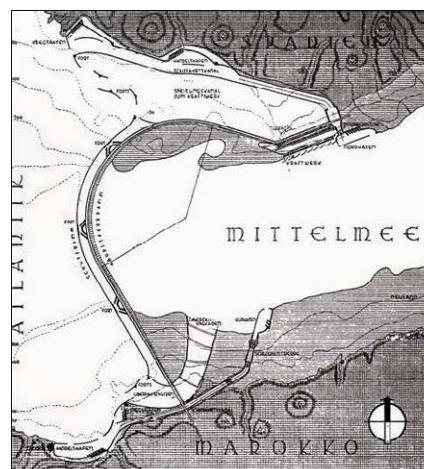
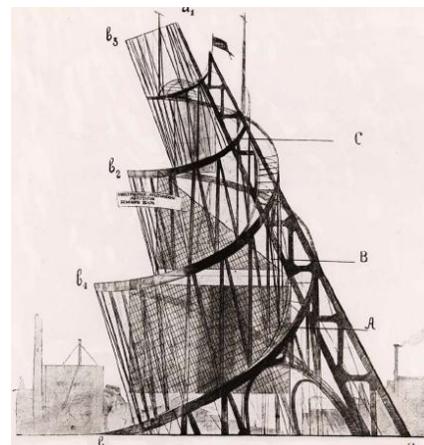
urbanística contemporánea", la más anticipadora del futuro frente a la propuesta urbana de Otto Wagner para Viena (considerada demasiado estática) o la ciudad jardín de Ebenezer Howard, tachada por el historiador de irrealizable (Montaner 1987: 84)

⁷³ Paradójicamente, las formas propuestas por Sant'Elia, donde predomina el monumentalismo por encima de la funcionalidad, uso o planificación, deben también mucho al estilo sezessionista de Otto Wagner y sus sucesores, muchas veces criticados por eclécticos (Kliczkowski 2003: 13).

explotar los nuevos materiales (hierro y hormigón) sin recurrir al decadente lenguaje del pasado (Kliczkowski 2003: 9).

Heredero directo del futurismo sería el **Constructivismo** ruso, con su elevado interés por la técnica, la producción y el compromiso político, llegándose incluso a la búsqueda de la prevalencia de la tectónica sobre la arquitectura, del ingeniero sobre el arquitecto, de la técnica sobre el arte (De Fusco 1992: 244). Como afirmaba El Lissitzky: "Las normas de edificación y los tiempos de construcción deben concebirse de modo que la edificación pueda ser transferida a las fábricas de producción en masa y las casas puedan ser ordenadas en un catálogo". Paradigmática también es la obra de Vladimir Tatlin (1885-1953), *Boceto del monumento a la III Internacional* (fig. 114), donde el artista ruso concibió un enorme rascacielos con tres cuerpos de cristal (un cubo, una pirámide y un cilindro) que girarían en movimiento acompasado en el interior de una espiral de acero de 300 metros de altura.

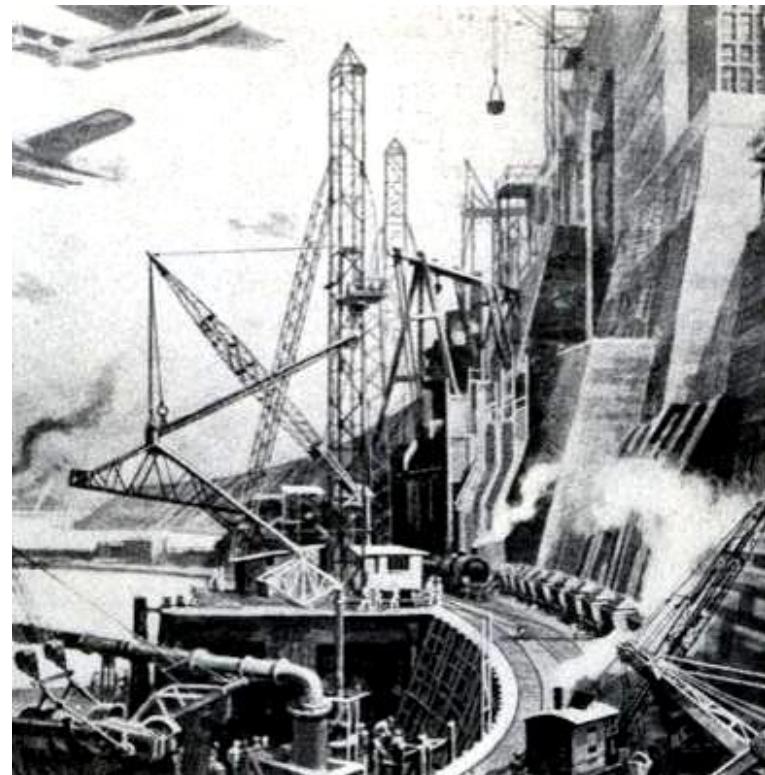
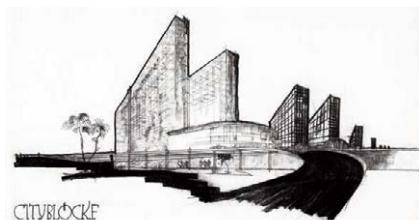
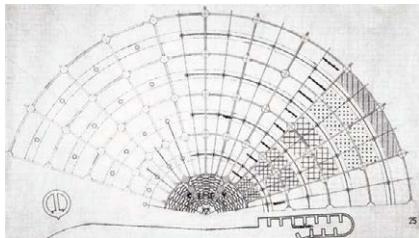
La visión utópica del futuro en el que la metrópoli es una urbe eléctrica dominada por la presa, determinante en su ubicación y en el germen mismo de su existencia, cuyo "origen es la fuerza del torrente" (Garnier 1904) tiene su expresión más radical en **Atlantropa**. En este proyecto, presentado alrededor de 1930, el arquitecto Hermann Sörgel (1885-1952) propone la construcción de una gran presa en el estrecho de Gibraltar (cerca de Tarifa, con un dique de 35 kilómetros de longitud, 300 m de altura y 500 m de ancho) con la finalidad de interrumpir y regular el flujo de agua del Atlántico hacia el Mediterráneo (fig. 115). De esta manera, se produciría, de forma controlada y planificada, un descenso del nivel del mar Mediterráneo en torno a 100 m en el sector occidental y de 200 m. en el Mediterráneo Oriental, emergiendo así una superficie que estaría entre 600.000 y más de dos millones km² (Arteaga 2014: 177) que podrían ser aprovechadas para la agricultura y ser capaces de mantener a unos 150 millones de personas, además de permitir la construcción de nuevas megalópolis como Nueva Marsella, Nuevo Tánger (figs. 116 y 117) o Nueva Génova.⁷⁴



114- Tatlin: Boceto del monumento a la III Internacional
[De Fusco 1992: 243]

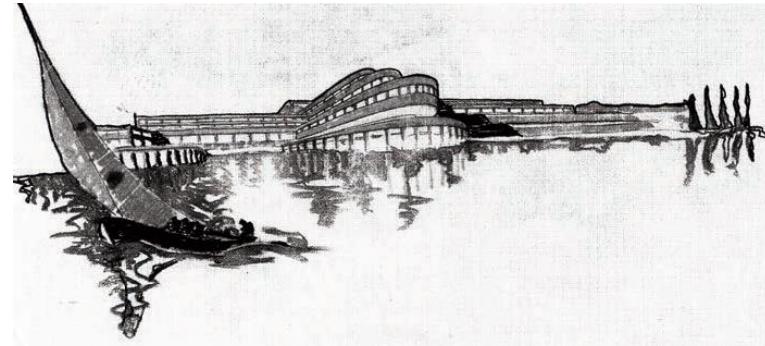
115- Esquema en planta de la presa del Estrecho de Gibraltar
[Arteaga 2014: 182]

⁷⁴ El proyecto contemplaba también la construcción de un dique entre Túnez y Sicilia, un embalse en el estrecho de Dardanelos, una presa 30 km. mar adentro de Venecia para preservarla rodeada de agua (Arteaga 2014: 180) y varias esclusas en otras vías de aporte de agua al Mediterráneo, así como en la entrada al Canal de Suez.



Atlantropa, Hermann Sörgel
(de arriba abajo y
de izquierda a derecha):

- 116- Peter Behrens y Alexander Popp.
Esquema del Nuevo Tánger
[González Martínez 2010: 87]
- 117- Peter Behrens y Alexander Popp.
Edificios en Nuevo Tánger
[González Martínez 2010: 87]
- 118- Peter Behrens y Alexander Popp.
El parque Atlantropa
[González Martínez 2010: 87]
- 119- Heinrich Kley.
Recreación de la construcción de
la presa del Estrecho de Gibraltar
[Popular Science 1933]
- 120- Peter Behrens y Alexander Popp.
Balneario en el parque Atlantropa
[González Martínez 2010: 86]

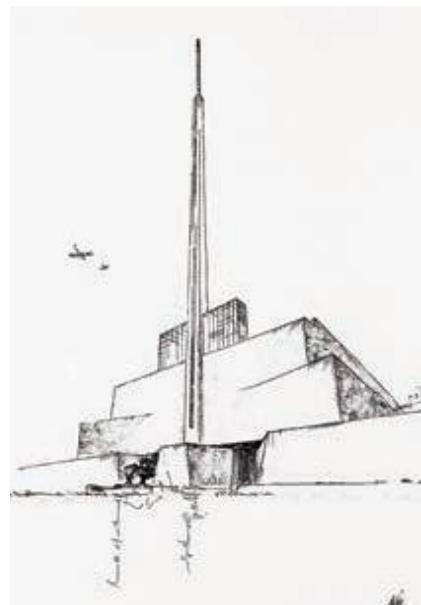


Además, asociada a la presa, se edificaría la central hidroeléctrica más grande del mundo (fig. 119) cuya energía producida sería el equivalente a 50.000 megavatios de electricidad barata para las fábricas y los hogares europeos (más del doble de lo que produce en el momento actual la central más potente del mundo, la de las Tres Gargantas, en China, construida entre 1994 y 2012). Otros beneficios de su proyecto, según Sörgel, serían de índole social, económico y político: se crearían más de un millón de puestos de empleo, las naciones europeas se unirían al verse obligadas a colaborar en su construcción, eliminando así también cualquier tentación de una guerra futura. Por último, también pretendía acabar con el

"problema sionista" con las nuevas tierras que se recuperarían al Mediterráneo en la zona de Palestina.⁷⁵

Aunque Sörgel consideraba que el megaproyecto no sólo no sería perjudicial para el clima, sino que sería beneficioso, es más que probable que hubiera modificado el clima y el régimen de lluvias de la región de un modo catastrófico. El aumento de la salinidad del mar, la posible infertilidad de los terrenos ganados al mar y un ascenso en las temperaturas provocarían desertizaciones, desaparición de parte de la flora y fauna mediterráneas y disminución drástica de las lluvias, alterando además el régimen hídrico del Océano Atlántico, lo que podría llegar a provocar una potencial glaciación (Arteaga 2014: 179). Eso sin contar con las previsibles consecuencias sociales por el traslado de millones de personas; o en el continente africano, el cual es tratado con un colonialismo condescendiente indisimuladamente racista.

Pero, más allá de un proyecto que roza lo absurdo y parece más propio de una novela de ciencia ficción,⁷⁶ sorprende el interés con que los medios públicos tomaron esta propuesta,⁷⁷ por lo que Atlantropa puede considerarse como "una muestra representativa de los niveles inusitados de confianza que el positivismo alcanzó en el periodo de entreguerras, resultante de la suma de propuestas de una pléyade de figuras referenciales de la arquitectura del primer tercio del siglo XX." (González Martínez 2010: 83). Es decir, reconocidas personalidades del mundo intelectual de entreguerras (arquitectos, ingenieros, escritores...) se implicaron profundamente en el sueño (¿o deberíamos decir pesadilla?) de Sörgel, como Peter Behrens,

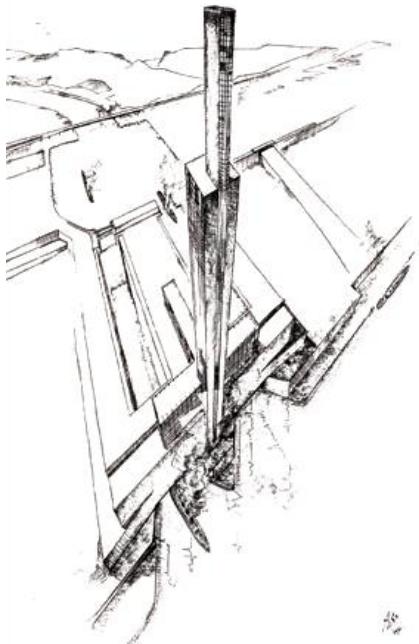


121- Peter Behrens.
La torre Atlantropa
[González Martínez 2010: 86]

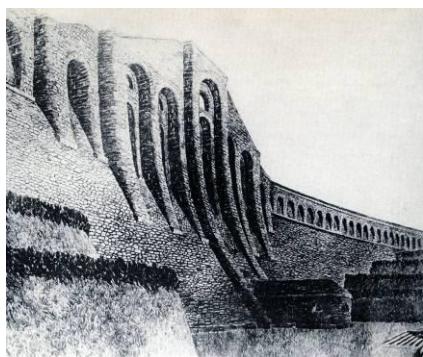
⁷⁵ Sörgel defendía la teoría de que la cuenca mediterránea no estaba originalmente cubierta por agua y, por eso, decía conscientemente *recuperar* y no *ganar* tierra al mar. De esta manera, Atlantropa no pretendía alterar la naturaleza, sino devolverla, aunque sólo fuera en parte, a su estado original.

⁷⁶ El escritor Philip K. Dick (1928-1982) en su libro *El Hombre en el Castillo* (1962) plantea una ucronía en la cual los nazis ganan la Segunda Mundial y el proyecto de Atlantropa sí se lleva a cabo, hasta sus últimas consecuencias, desecando el Mediterránea y uniendo así Europa y Asia.

⁷⁷ Económicamente inviable, y más aún en una Europa hundida por el crack del 29, nunca existió la posibilidad real de su ejecución, aunque llamara la atención de muchos políticos de la época, sobre todo en la República de Weimar. Sin embargo, la Gestapo prohibió el proyecto en 1942 por considerarlo irrisorio y contrario a sus propios planes colonialistas y ya no se volvió a hablar más de él, aunque el "Instituto Atlantropa" siguió abierto hasta 1960 (González Martínez 2010: 90).



122- Peter Behrens.
 La torre Atlantropa
 [González Martínez 2010: 86]



123- Hans Poelzig.
 Presa de Klingenbergs
 [Biraghi 1992: 16]

Hans Poelzig, Bruno Siegwart (ingeniero suizo que diseñaría la presa de Gibraltar), o Erich Mendelsohn.⁷⁸

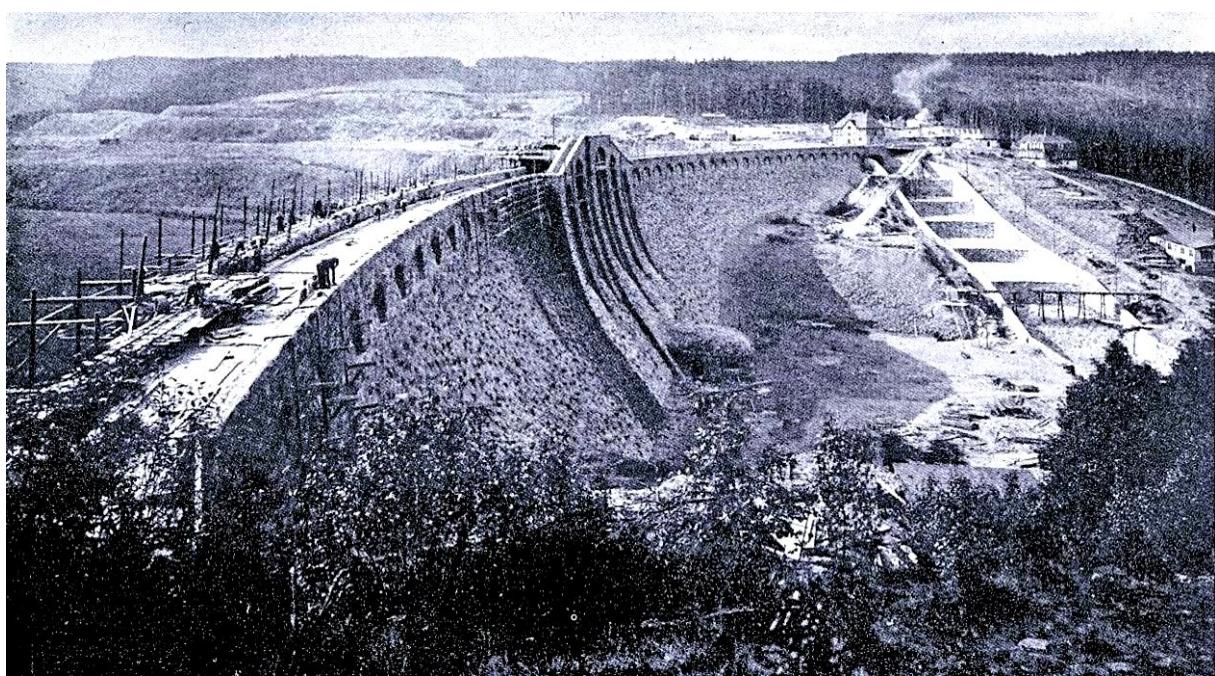
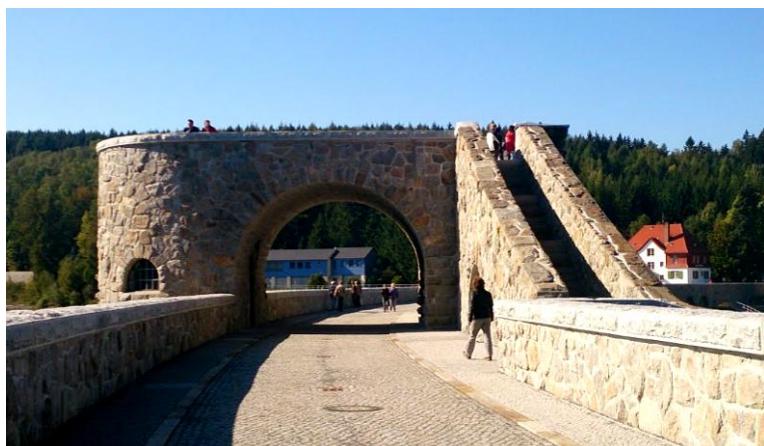
En el caso de Peter Behrens (1868-1940) su compromiso con el proyecto fue muy trascendente. Su diseño de la majestuosa "Torre Atlantropa" (un rascacielos de 400 m. de altura) fue su aportación al valor simbólico que una infraestructura como esta presa requería, coronando la esclusa norte con una estilizada mole de hormigón, acero y vidrio que serviría de faro, atalaya de vigilancia militar y centro de control del tráfico marítimo internacional (figs. 121 y 122). También diseñaría para Sörgel, junto a Alexander Popp, el balneario (fig. 120) y el Parque Nacional Atlantropa (fig. 118) y una propuesta urbanística para el Nuevo Tánger (González Martínez 2010: 87).

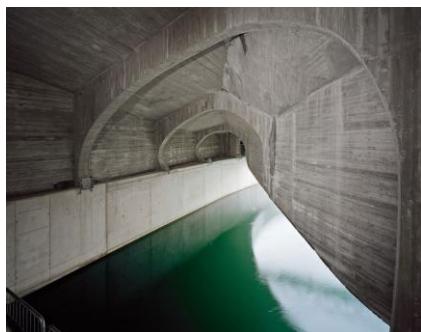
No sería el futurismo la única vanguardia figurativa a la que la fascinación por la arquitectura industrial le influyera. El expresionismo,⁷⁹ de la mano de **Hans Poelzig** (1869-1936), alcanzará sus mayores cotas de simbolismo primero en la fábrica de productos químicos Moritz Milch, (Poznan, Polonia), un rotundo y monumental edificio de ladrillo, y sobre todo en la presa de Klingenbergs donde, de un modo muy metafórico, el agua parece chorrear lentamente por las paredes de piedra del muro de la presa, habiéndose quedado paralizada por el camino (figs. 123 y 127). Marco Biraghi la describe así:

Parece echada sobre un abismo, con sus dientes plantados en rocas arcillosas [...] La expresión de su cara, sin embargo, delata la angustia, la preocupación: sombras siniestras, presentimiento, se reúnen alrededor de los arcos ciegos. Su cuerpo pesado, hecho para soportar la presión, se disuelve en un impresionante sistema de apoyo [...]. Y ya una vibración, una oscilación (*Schwingung*, en palabras de Heuss) la recorre, sacude la presa hasta que la completa (Biraghi 1992: 16).

⁷⁸ Según Wolfgang Voigt, la capacidad de convocatoria de Sörgel no sirvió con Le Corbusier, que no dedicó demasiada atención al proyecto, ni tampoco con Mies van der Rohe, quien no llegó a entregar a Sörgel la propuesta de ciudad balneario con la que se había comprometido a colaborar.

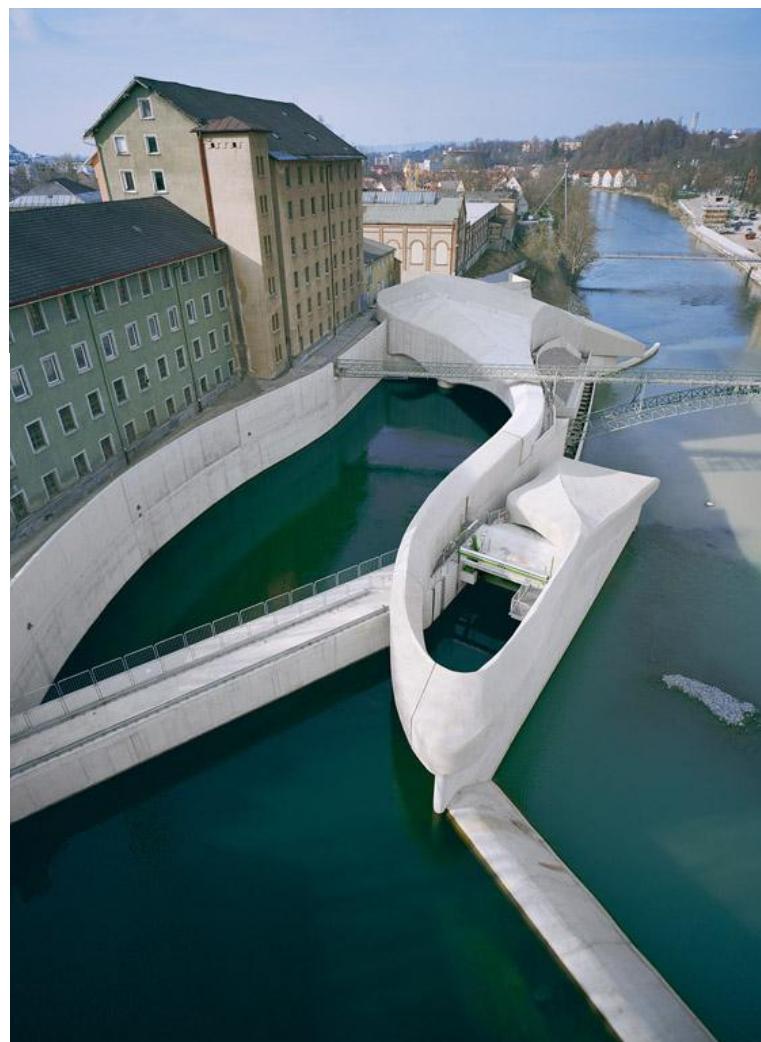
⁷⁹ Se trata de uno de los movimientos artísticos más complejos de esta época. Algunos autores (De Fusco 1992: 216) lo sitúan como el precursor del racionalismo desde, paradójicamente, el subjetivismo más absoluto y romántico. Buscaban la creatividad y la fantasía en el límite de lo visionario, basándose en formas orgánicas, flexibles y envolventes (como se puede apreciar en la Torre Einstein, Potsdam, de Erich Mendelsohn). Resulta reveladora la frase atribuida a Bruno Taut: "El cristal nos alumbría otros tiempos, la civilización del ladrillo sólo nos da pena", haciendo referencia a su Pabellón de Cristal para la Deutscher Werkbund en Colonia, 1914.





Página anterior, Presa de Klingenberg
(de izquierda a derecha y
de arriba abajo):

- 124- Vista actual del muro aguas abajo [panoramio]
- 125- Torre en coronación [panoramio]
- 126- Detalle del aliviadero lateral [panoramio]
- 127- Vista general durante la construcción [Biraghi 1992: 32]



En esta página, central hidroeléctrica de
Kempten (de izquierda a derecha
y de arriba abajo):

- 128- Fachada de la central desde el río [Becker Architekten]
- 129- Detalle del canal de desagüe [Becker Architekten]
- 130- Vista general desde aguas arriba [Becker Architekten]

Construida entre 1908 y 1914, está incluida en la lista de monumentos protegidos del patrimonio nacional. Junto con los embalses de Lehnsmühle, Rauschenbach y Lichtenberg, suministra agua potable a todo el distrito de Weißenitz, la ciudad de Freital y a aproximadamente el 60% de la población de Dresde (figs. 124, 125 y 126).⁸⁰

Por último cabe destacar que este fenómeno no se ha quedado anclado en el pasado. En la ciudad alemana de Kempten, a orillas del Río Iller, afluente del Danubio, el estudio de arquitectura local **Becker Architekten** construyó en 2011 la nueva central hidroeléctrica de Kempten (en sustitución de la anterior, del año 1950).⁸¹

El punto de partida del diseño fue la búsqueda de la representación del dinamismo del agua, que va cambiando desde un estado de calma a un violento remolino en las turbinas, para volver después al rumor de la corriente tras la generación de electricidad (fig. 128). Como hemos visto ya en los proyectos de Wagner y Poelzig, no es la primera vez que se hace referencia a las "formas hidrodinámicas", término acuñado por Casto Fernández-Shaw para el Salto del Jándula (§ 2.2.3.).

La estructura en forma de esqueleto, parecida a un barco en construcción, genera una secuencia fascinante de espacios interiores que varían desde grandes cúpulas a espacios de dimensiones más íntimas (fig. 129). El resultado final es de una plasticidad sublime, con sus retorcidas formas parecidas a un canto rodado conformado por la erosión del río, una ola congelada o una sirena varada (fig. 130) y que demuestran las posibilidades, que ya apuntaran a principios de siglo otros maestros, del hormigón como material de construcción maleable y adaptable, ideal para las nuevas formas de los nuevos tiempos que ellos ya predijeron.

⁸⁰ Según datos facilitados por Christian Ruppel en www.bobcat.eu

⁸¹ Se puede encontrar más información sobre este proyecto en:
http://www.becker-architekten.net/index.php?article_id=153

2. Los Arquitectos y las presas y centrales

Es, en efecto, un error fundamental creer que, en estos casos, el ingeniero debe actuar en primer término, para idear y calcular los elementos constructivos, hasta definir con precisión las formas de conveniencia y estabilidad de la obra, y que el arquitecto, a continuación, se ocupe de embellecerla, ideando los ornamentos adecuados con absoluta independencia. Así, la forma se despegue del fondo, olvidándose que aquélla ha de ser una consecuencia lógica de las esencias constructoras, y para llegar a este resultado es indispensable que, desde la primera concepción de la obra artística, actúen invariablemente unidos ingeniero y arquitecto. Si éste se olvida que la obra arquitectónica ha de ser fundamentalmente constructiva, ha perdido tierra, navega en el aire y sólo hará obra decadente.

Vicente Machimbarrena
Arquitectura e Ingeniería
 Revista de Obras Públicas nº 2397, enero de 1924, p. 18

A partir del siglo XIX, las carreras profesionales de ingenieros y arquitectos van a divergir de un modo radical. Mientras éstos se van a dedicar a la arquitectura de estilos (lo que los convierte en "decoradores"), los ingenieros van a optar por la investigación de la funcionalidad técnica y estructuralista.

Además, la aparición de nuevos materiales (hierro, cristal, hormigón) y nuevas técnicas constructivas, generan nuevos problemas espaciales complejos para las nuevas tipologías que había creado la Revolución Industrial (estaciones ferroviarias, fábricas, centrales eléctricas...), y que se consideraban en una órbita más cercana a la formación del ingeniero, y por esto son considerados como los más adecuados para dar respuesta a los nuevos retos del mundo moderno (Sobrino 1989: 10).

Será a comienzos del siglo XX y sobre todo con la eclosión de las Vanguardias Figurativas cuando los arquitectos descubran, quizá demasiado tarde, las posibilidades plásticas y estéticas de la arquitectura industrial como abanderada de un porvenir luminoso y optimista. En ese sentido, el Futurismo va a jugar un papel clave en la fascinación de los arquitectos del Movimiento Moderno por la máquina, la velocidad, la energía eléctrica y los avances tecnológicos como el coche, el teléfono, los aviones... Ya en 1914 Sant'Elia se adelantó a los manifiestos de la Bauhaus y de Le Corbusier en su *Messagio*, en el que establece

muchos principios fundamentales teóricos que después asumirá la arquitectura industrial del siglo XX (Phillips 1993: 15): la necesidad de "espigar los beneficios de la ciencia y la tecnología", de "eliminar lo monumental y decorativo" y pasar de una arquitectura conmemorativa a otra fundamentada en "aprovechar las cubiertas y hacer trabajar los cimientos" (Sant'Elia 1914), es decir, en las cualidades constructivas y estructurales de la arquitectura más que en las del ornato.⁸²

Esta nueva confluencia entre Arquitectura e Ingeniería va a tener en España su expresión más sublime en la cuantiosísima construcción de presas y centrales hidroeléctricas que se va a producir a partir de los años cincuenta del siglo pasado. Como comenta Celestino García Braña en su artículo "Industria y Arquitectura Moderna en España, 1925-1965":

La presencia de la ingeniería a gran escala, la atención que generalmente prestaron las firmas promotoras de estas industrias, dotadas, necesariamente por su naturaleza, de una importante capacidad financiera, así como la calidad y representatividad de sus edificios, plantearon, desde el principio de sus actividades, un tema de notable interés cultural en relación con las decisiones proyectuales a adoptar: se hacía absolutamente indispensable la presencia simultánea del ingeniero y de la "sensibilidad arquitectónica" a fin de dotar al resultado final de la calidad emblemática que se perseguía. La "modernidad" de la electricidad, el convencimiento de que su "limpieza" podría obviar muchos de los inconvenientes generados por el carbón como fuente de energía y toda la ideología progresista que en su alrededor se fue consolidando, están seguramente en el fondo de la notable calidad arquitectónica que, en general, acompañó a estas instalaciones industriales en todos los países (García, Landrove y Tostoes 2005: 43,44)

En España esta calidad estética de la que habla García Braña vamos a poder verla reflejada en las centrales hidroeléctricas construidas por los arquitectos estudiados en esta tesis, en colaboración con ingenieros que entendieron, como afirma P. Francastel la necesidad de "la inserción de la técnica en la vida de las Artes" (Sobrino 1989: 10)

⁸² La relación que se establece entre el Arte y la Técnica ha resultado ser un tema muy recurrente en la Historia de la Arquitectura incluso en el siglo XXI. Así por ejemplo, un autor en principio muy alejado de la producción industrial como Peter Zumthor considera su obra como una búsqueda del "todo corpóreo" que se encuentra en la arquitectura de los maestros constructores y siente un profundo respeto por "el arte de unir, que es la capacidad de los artesanos y los ingenieros" (Weston 2008: 205).

2.1. ANTONIO PALACIOS: REGIONALISMO, CLASICISMO Y MODERNIDAD

Antonio Palacios Ramilo (Porriño, 1874 - Madrid, 1945), termina la carrera de Arquitectura en la Escuela de Madrid en el año 1900 y comienza su labor profesional con el cambio de siglo, primer apunte del gran peso que su obra iba a tener en la definición de la capital como metrópoli. No en vano, el arquitecto que hoy conocemos como *Constructor de Madrid*⁸³, es considerado uno de los arquitectos españoles más importantes e influyentes de la primera mitad del siglo XX. Se trata de un autor versátil, que no sólo fue capaz de construir las más emblemáticas obras del Madrid moderno,⁸⁴ sino que también proyectó importantes edificios de carácter industrial, como son los Talleres del ICAI (1908-1915), la Nave de Motores de Pacífico (1922-1923), las Subestaciones de Salamanca (1923) y Quevedo (1924-1929) para el Metro de Madrid y, especialmente para el tema que nos ocupa, las Centrales Hidroeléctricas de Mengíbar (Jaén, 1913-1916) y Tambre (A Coruña, 1924).

La mayoría de los proyectos de Antonio Palacios, incluidas sus obras industriales, acusan un marcado monumentalismo. Tal era el grado de relevancia que imprimía Palacios a sus edificios en el entorno urbano o natural en el que se insertaban que la presencia de los mismos caracterizaba el paisaje.

Sus edificios, siempre con un elevado grado de solemnidad, adquieren el *protagonismo de lo grandioso* (Fernández-Shaw 1945a). O, como dice Baldellou, contemplamos el legado de Palacios “como parte de un proceso no acabado por dotar a la arquitectura de un grado de emotividad que la haga literalmente memorable” (Baldellou 2001)⁸⁵. Sin lugar a dudas, su arquitectura nunca resultó indiferente e influyó en un selecto

⁸³ Con motivo de la conmemoración de los 75 años del Círculo de Bellas Artes de Madrid se organizó una Exposición celebrada entre noviembre 2001 y enero 2002 sobre la obra de Antonio Palacios, fruto de la cual se publicó el catálogo: *Antonio Palacios, constructor de Madrid* (Madrid; La Librería, 2001), cuya edición corrió a cargo de Jacobo y Gonzalo Armero, comisarios de la exposición.

⁸⁴ Entre otros edificios destacan el Palacio de Comunicaciones (1904-1919), el Hospital de Maudes (1908-1916), el Banco Español del Río de la Plata (1910-1918), y el Círculo de Bellas Artes (1919-1926)

⁸⁵ Es muy interesante el apunte que hace el autor acerca de que en el desarrollo “canónico” seguido por la historiografía, la figura de Palacios resulta marginal o, incluso, anacrónica, línea teórica desarrollada por Baldellou en su tesis doctoral: “Arquitecturas marginales en la España contemporánea. Galicia como paradigma”, cuyo director fue Adolfo González Amezqueta.

grupo de arquitectos de la Escuela de Arquitectura, entre los años 1904 y 1917, considerados a sí mismos discípulos suyos.

Recordando las palabras de Casto Fernández-Shaw tras la muerte de Palacios nos hacemos a la idea de lo que significaba para su escena temporal:

Palacios ha muerto, pero su arquitectura permanece en pie. La crítica sobre su obra vendrá en su momento oportuno, cuando el tiempo valore todo lo que constituye la médula de su arte. Su esfuerzo por llevar adelante sus proyectos y su constante sacrificio personal en favor de la obra que realizaba o que intentaba realizar se hallaron muchas veces en pugna con otros criterios; y su modo especial de ver la Arquitectura le obligó a ser un luchador infatigable para convencer con las innovaciones y exaltaciones de su estética. (Fernández-Shaw 1945b: 30)

En el caso de la arquitectura industrial, resulta inevitable deducir que cada proyecto de Antonio Palacios (fig. 131) no pretende proponer un prototipo estándar que le sirva como modelo puesto que cada proyecto corresponde inequívocamente al lugar en el que se localiza y al programa que desarrolla. Palacios no acomete del mismo modo todos estos edificios, cada uno es pensado y diseñado atendiendo a las necesidades planteadas y a los condicionantes existentes, aunque, en el fondo, todos estos ejemplos de patrimonio industrial (y toda su obra en general), transmiten una misma línea de pensamiento, como él mismo comentaba en una entrevista de 1943⁸⁶:

Cada edificio requiere formas adecuadas y procedimientos constructivos propios. Sin embargo, una mirada no muy torpe descubriría fácilmente en edificios muy distintos la mano del mismo arquitecto; lo que yo, gráficamente, llamo las huellas dactilares.

A propósito de esto, José Ramón Iglesias Veiga comenta:

La pluralidad de propuestas creativas [...] es fruto de un detallado análisis del entorno y del ambiente en el que se emplaza cada obra [...]. De ese diálogo con el entorno surge la variedad y riqueza de su obra. En el medio urbano, bajo principios esteticistas próximos a Sitte, busca una creación poderosa y referencial que aspira a que la ciudad se reconozca en sus monumentos. En la obra de acentos regionalistas, serán los espacios pintorescos y singulares de los que surja una



131- Fotografía de Antonio Palacios en su estudio de la calle Mayor, 13 de octubre de 1943
[Armero 2001: 330]

⁸⁶ Entrevista en la revista Artes y Letras, año I, nº 12, 15 de octubre de 1943.



132- Laurac-Bat: lema empleado en los concursos de los puentes sobre el Nervión y sobre el Urumea [Machimbarrena 1924]

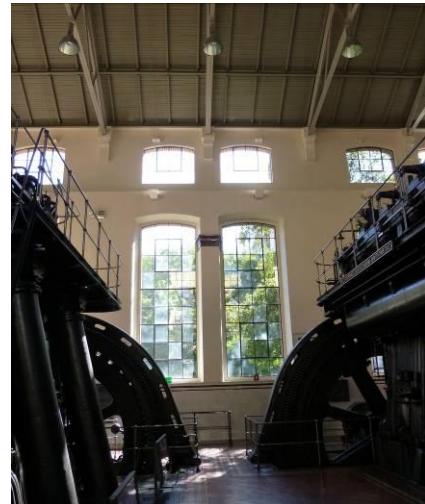
arquitectura emblemática y simbólica, que adopta un peculiar lenguaje expresionista. (Iglesias 2001: 203-228)

Ya desde sus primeros proyectos profesionales sintió Antonio Palacios una especial sensibilidad hacia la arquitectura industrial. En 1902 ganó, junto a Joaquín Otamendi (arquitecto), Miguel Otamendi y Vicente Machimbarrena (ingenieros de caminos) el concurso de un puente monumental sobre el Nervión en Bilbao, presentándose bajo el lema Laurac-Bat (*los cuatro a una* en euskera).⁸⁷ Es muy interesante la reflexión que apunta Vicente Machimbarrena acerca del lema pues propone que “sintetiza la idea de que ciencia y arte, ingeniería y arquitectura, deben ir de la mano en todo el proceso de creación de obras artísticas monumentales” (Machimbarrena 1945: 145). En 1903 volvieron a repetir experiencia con el mismo lema (fig. 132), esta vez para el concurso del proyecto y ejecución de un puente sobre el Urumea en San Sebastián, donde consiguieron un segundo premio.

Con estos dos proyectos de puentes (ambos ejemplos de un eclecticismo bastante creativo) más el que hicieron también en esas fechas para el Casino de Madrid (con claras resonancias modernistas), participaron en la Exposición General de Bellas Artes e Industrias Artísticas celebrada en Madrid en 1904 donde se les otorgó un segundo premio por el Proyecto del Puente sobre el Urumea. (Rocha 2009, 507).

Otros proyectos industriales interesantes de Antonio Palacios son los talleres para el ICAI (Instituto Católico de Artes e Industrias), y los edificios auxiliares para la Compañía Metropolitano Alfonso XIII de Madrid. Entre estos últimos destaca la central eléctrica (en este caso no hidráulica como Mengíbar y Tambre sino térmica) construida en Madrid, cerca de la estación de Metro Pacífico. Se trata de una gran nave de 43 m. de longitud que albergaba tres motores diesel que conferían cierta autonomía energética al Metro. Destaca el tratamiento de los interiores (fig. 133) en donde aplica la misma combinación ya utilizada en otras centrales hidroeléctricas y en las estaciones del Metro: azulejería blanca con recercados iridiscentes. Con el empleo de estos materiales y la repetición de ciertos elementos, como la tipología de barandilla, Palacios

⁸⁷ Se trata de una expresión vasca que nace de una serie de conferencias, celebradas en Alsasua hacia 1866, para impulsar el patriótico sentimiento de reunir en estrecho abrazo a las cuatro provincias hermanas (Álava, Guipúzcoa, Vizcaya y Navarra) que formarían Euskalherria.



enlaza bajo un mismo diálogo los edificios auxiliares con el resto de la arquitectura de la red de Metro convirtiéndolos en elementos fundamentales de composición y categorización dentro del conjunto. Tal como comenta Antonio Perla, “el empleo de forma exhaustiva de la azulejería en absolutamente todos los espacios y recovecos [...], fue la clave para lograr la luminosidad de los mismos” (Perla 2001: 289-300).

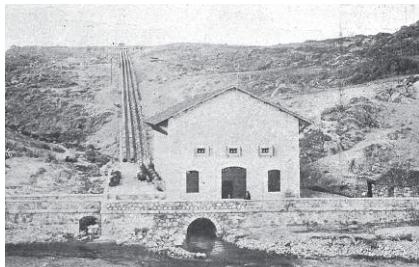
Antonio Palacios reinterpreta los elementos de la arquitectura clásica y utiliza un lenguaje compositivo depurado (mucho más acusado en sus edificios industriales por el carácter funcional de los mismos), lo que le convierte en un arquitecto adelantado a su época, pese a que se le ha querido encasillar en una corriente u otra (regionalista, eclecticista, monumentalista...) (González Amezqueta 1998), y sería quizás más adecuado definirlo como un profesional versátil que sabe adecuarse con intuición a las exigencias de cada proyecto. Sus obras, siendo un compendio de todo esto, tienen una lectura coherente enraizada en la tradición pero con una decidida y valiente mirada hacia el futuro, como dice Pérez Rojas: "Sólo Gaudí se adelanta en España a Palacios⁸⁸ en premoniciones expresionistas, pero van a ser ambos los únicos arquitectos que lleven a la práctica la idea visionaria de la catedral" (Pérez Rojas 1987), y en el caso de las centrales hidroeléctricas, unas auténticas *catedrales de la energía*.

133- Imágenes del interior de la nave de motores de la central térmica de Pacífico (Madrid).

⁸⁸ Antonio Palacios, en una entrevista que publica *Pueblo Gallego* (12-junio-1926) tras la muerte de Gaudí, muestra la gran admiración que sentía por él, destacando el gran simbolismo y originalidad de su producción, en especial en la Sagrada Familia. Afirma que es la gran figura de la arquitectura de su tiempo y que sus principales cualidades son su extraordinaria y exclusiva técnica y su sello especial de arte (Iglesias 1994: 400).

2.1.1. Presa y central de Mengíbar

El proyecto de la presa y central de Mengíbar (Jaén) formaba parte de un ambicioso plan de navegación y aprovechamiento hidráulico del río Guadalquivir concebido por la empresa Mengemor, dirigida por tres Ingenieros: Carlos Mendoza, Antonio González Echarte y Alfredo Moreno.⁸⁹ Si bien este proyecto no se llevó a cabo en su totalidad,⁹⁰ sí que se construyeron una serie de presas y centrales en el Guadalquivir y sus afluentes.⁹¹



134- Central hidroeléctrica del Navallar (Colmenar Viejo). Según comenta Otamendi: "Es un amplio edificio de construcción robusta y sencilla, en el que se ha renunciado a toda ornamentación por lo apartado de su emplazamiento"
[Otamendi 1902: 7, 14]

El salto de Mengíbar es fruto de una antigua concesión que Miguel Otamendi había comprado y que aportó a la compañía cuando se incorporó a ella. Esta central es la primera de las que Mengemor construyó en el Guadalquivir, tras unos años de éxito explotando los saltos del Navallar, primera central en suministrar energía hidroeléctrica a Madrid y a otras localidades como Colmenar Viejo y Fuencarral e inaugurada en 1901 (fig. 134) (Aguiló 2006: 147), y del río Algar en Alicante, terminada en 1903. Mengíbar se convertiría a la postre en punta de lanza de la expansión de la eléctrica por Andalucía, al pasar de las pequeñas centrales en los afluentes Guadalimar (Salto del Vado de la Olla), y Ohanes (pantano de Alhama, inaugurado en 1905), al río Guadalquivir (Bernal 1993: 99).

⁸⁹ En 1898 Carlos Mendoza (que se había licenciado en 1895), crea con su compañero de carrera Alfredo Moreno una oficina técnica cuya función era equiparable a las de los actuales despachos de "Ingenieros consultores" (§ 1.2.3.). Cuando el Marqués de Santillana les propone construir para la Administración un aprovechamiento hidroeléctrico en el río Manzanares, los dos socios decidieron incorporar a otro componente de mayor edad y experiencia, Antonio González Echarte, habitual colaborador del Marqués, el cual se había especializado en temas relacionados con la electricidad. Tras esta empresa decidieron fundar en 1904 la compañía anónima "Mengemor", fórmula extraída de la conjunción de sus tres apellidos (Gómez-Santos 1969: 25). Posteriormente, Mendoza, Echarte y el ingeniero Miguel Otamendi fundarían la Compañía Metropolitano Alfonso XIII que ejecutó las obras de la primera línea del Metro de Madrid.

⁹⁰ En Marzo de 1919, Mendoza presentó al ministro de Fomento su proyecto de Canalización y aprovechamientos de energía del Guadalquivir entre Córdoba y Sevilla, donde aprovechaba los 88 m. de desnivel existente en los 170 km. de longitud del tramo. Eligió la solución de presas y esclusas para regularizar las pendientes del cauce. Para garantizar un calado de 2 m. y utilizando presas de entre 5 y 10 m. de altura, era preciso crear una "escalera hidráulica de once peldaños" (Mendoza 1926a: 423)

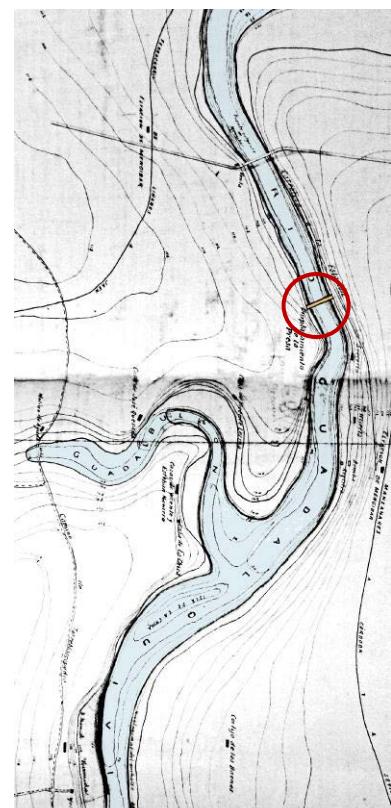
⁹¹ Cuatro de esas presas (Jándula, Encinarejo, El Carpio y Alcalá del Río) las diseñó el arquitecto Casto Fernández-Shaw (§ 2.2.), discípulo aventajado de Antonio Palacios, con quien colaboró como delineante dibujando planos del Círculo de Bellas Artes (Fernández-Shaw 1999: 267)



Antonio Palacios intervino en la central hidroeléctrica de Mengíbar a raíz de su relación con la familia Otamendi.⁹² Pero no era ésta la primera vez que trabajaba para la compañía, puesto que Palacios ya se había encargado de diseñar la ampliación de la central de Tetuán de las Victorias⁹³ que la empresa había comprado en 1903 (Machimbarrena 1945: 110). En este proyecto además colaboró con los arquitectos Joaquín Otamendi y Manuel Mendoza.⁹⁴

La instalación de Mengíbar (situada muy cerca de la confluencia entre el Guadalimar y el Guadalquivir), aprovecha los 7,97 m. de desnivel con una central adosada a la presa, de 147,6 m. de longitud⁹⁵ (fig. 135). Ambos elementos, central y

135- Central hidroeléctrica de Mengíbar (Jaén). Vista general aguas abajo de la central y la presa adosada.



136- Plano de situación de la central, aguas abajo del afluente Guadalimar [Archivo histórico Endesa-Linares]

⁹² González Echarte conocía a Miguel Otamendi desde niño (ambos eran de San Sebastián), y le encargó varios proyectos hidráulicos. En 1901, junto con su hermano Joaquín y Antonio Palacios (ambos recién licenciados y asociados en un estudio de arquitectura), ganaron un concurso para un puente sobre el Nervión en Bilbao. (Moya 1990: 26)

⁹³ Ubicada en la calle de San Martín, en el Ayuntamiento de Chamartín de la Rosa (Machimbarrena 1945: 109), alimentó con su energía eléctrica toda la barriada de Tetuán, parte de la de Chamartín de la Rosa y la de Cuatro Caminos hasta que en 1926 traspasó este negocio a la Fábrica de Electricidad del Pacífico (Bernal 1993: 96), la conocida como *Nave de Motores*, que acoge actualmente el centro de interpretación del Metro de Madrid Andén Cero.

⁹⁴ La central es citada por Antonio Palacios en su relación de méritos para la oposición a profesor numerario de la Escuela Superior de Arquitectura de Madrid, aunque no se conservan planos ni ningún tipo de información gráfica o fotográfica del edificio (Archivo General de la Administración, expediente personal de Antonio Palacios, sección Educación, Top.:31, Caja 15.007, Legajo 5023, expediente 1), según se cita en el catálogo de la exposición *Antonio Palacios, Constructor de Madrid* (Armero 2001: 356)

⁹⁵ La evacuación de avenidas se realiza por medio de una presa móvil con cuatro vanos de 10 m. y vertedero fijo de 46 m. de longitud. (Compañía Sevillana de Electricidad 1982: 55)

presa, fueron construidos entre 1913 y 1916 y constituyen el primer caso de compuertas móviles realizado en España (Aguiló 2005, 112). Con este sistema se consigue regular el cauce del río controlando su caudal evitando así en gran medida la posibilidad de riadas y desbordamientos.⁹⁶ Como comenta Vicente Machimbarrena en su biografía sobre Carlos Mendoza:

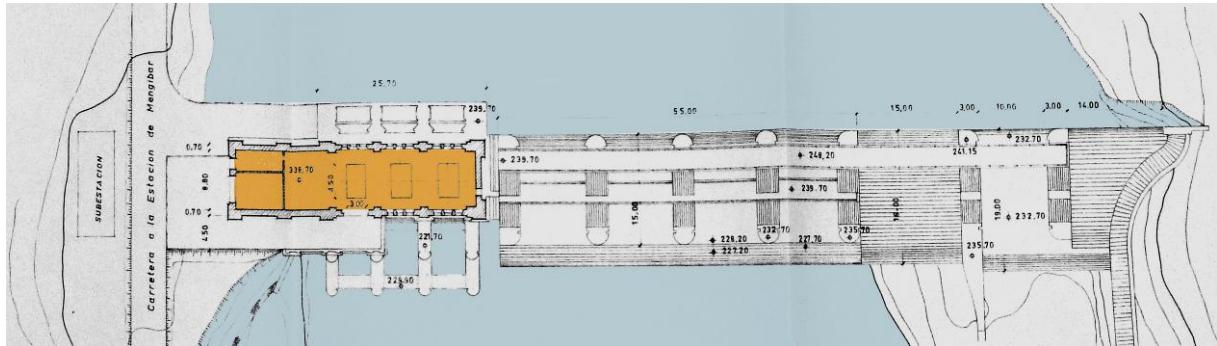
El Guadalquivir en esa zona tiene márgenes bajas, y las vegas ribereñas son de gran valor agrícola (fig. 136). No es, pues, posible en esta zona del río el establecimiento de altas represas, porque las crecidas son de caudales enormes y exigen grandes secciones de desagüe (Machimbarrena 1945: 121)

En Mengíbar el edificio se concibe alineado con el conjunto de compuertas de la presa. Éstas se sitúan entre unos grandes pilones troncocónicos y la central se proyecta como prolongación de esta serie generándose una composición perfectamente equilibrada. Esta arquitectura industrial es heredera del clasicismo moderno (de la Secesión Vienesa y de Otto Wagner, sobre todo en la maestría de la compensación de volúmenes) (Chueca 2001: 279) y de los *docks* londinenses. El ritmo estructural modula la fachada y cada paño es a su vez subdividido en dos y tres partes que resaltan la verticalidad de los huecos, manifestando en fachada la gran altura del espacio interior y su carácter industrial. Se potencia el volumen de las esquinas y los machones de los parteluces ejecutándolos con fábrica regular de sillares de piedra mientras que los entrepaños son de mampostería concertada (fig. 137).



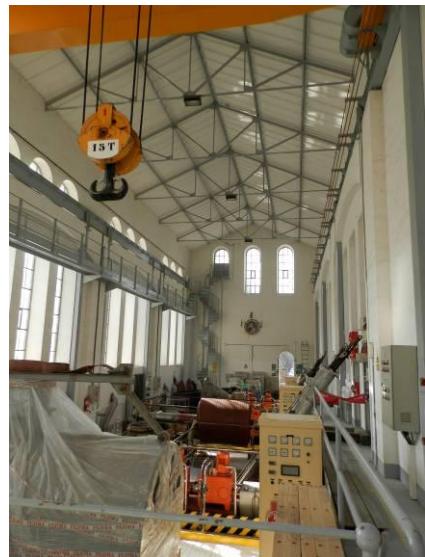
137- Central hidroeléctrica de Mengíbar, imagen exterior de la fachada aguas abajo.

⁹⁶ Para poder ejecutar de un modo correcto esta presa móvil, Mendoza y Otamendi viajan a Suiza para estudiar instalaciones semejantes en la cuenca del río Rhin. Éste sería el germe para la idea posterior de Mendoza de canalización y navegación del río Guadalquivir, imposible de realizar con presas fijas (Machimbarrena 1945: 120)



En origen, la central (fig. 138) fue concebida y construida como dos volúmenes perfectamente diferenciados: el de oficinas (talleres y sala de mandos), con dos alturas, y la nave de turbinas, de mayor desarrollo longitudinal y de altura inferior, y ambas con entradas separadas, una en el frente principal y la otra en el lateral.⁹⁷ Sin embargo, en diciembre de 1963, después de una grave avenida de agua,⁹⁸ se redacta un proyecto para cambiar el tipo de grupos de alimentación y modificar toda la configuración interior de la central. Así, se eliminó la puerta lateral (que daba acceso a la sala de alternadores) y el forjado que dividían las dos plantas de la sala de mandos,⁹⁹ de tal manera que actualmente el espacio interior es único, diáfano y fluido (fig. 139) pero por el contrario ha dejado de entenderse por qué una de las piezas es sensiblemente más alta que la otra, pese a que las cubiertas quedan ocultas tras los petos de cornisa y los testeros. También se amplió la presa original con un nuevo aliviadero y dos pilones más hacia el lado sur, de modo que la proporción entre presa y central quedó alterada, descompensada.

138- Presa y central de Mengíbar,
Planta del estado original
[Archivo Endesa Linares]

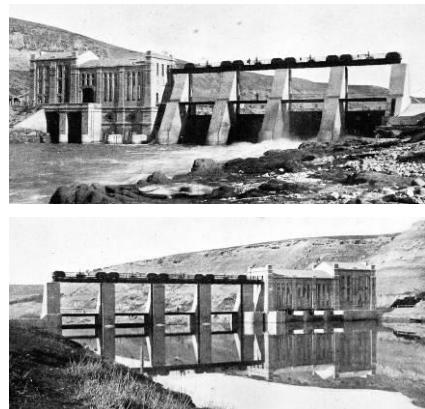


139- Central de Mengíbar, imagen interior de la sala de máquinas vista desde la entrada

⁹⁷ El 14 de diciembre de 1916 la Revista de Obras Públicas (número 2151, pp. 637-639), le dedica un extenso artículo a la inauguración del Salto (fig. 129). Además, también hace una exhaustiva descripción de las obras acometidas y añade, sobre el edificio en sí: “[...] sobre este trozo de presa va emplazada la casa de máquinas, edificio de agradable y severo aspecto arquitectónico formado de dos hermosas naves. La primera de 22,10 por 8,80 metros destinada a sala de máquinas y la segunda de 14,40 por 8,80 que comprende dos plantas destinadas a cuadro y transformadores la inferior y aparatos de seguridad y protección la superior”. En la actualidad, al entrar en la central sorprende la claridad del espacio interior lo cual abunda en su sencillez y luminosidad. Pero resulta un tanto extraño ver un espacio que debería ser unitario con techos a dos alturas distintas sin justificación aparente.

⁹⁸ Hubo otras dos grandes inundaciones documentadas en el Archivo histórico de Endesa en Linares (Jaén), en marzo de 1917 y en marzo de 1924, en las cuales el agua entró dentro del edificio.

⁹⁹ Actualmente la sala de mandos es una pequeña cabina cerrada con cristal colocada sin más en la zona de descarga de material.



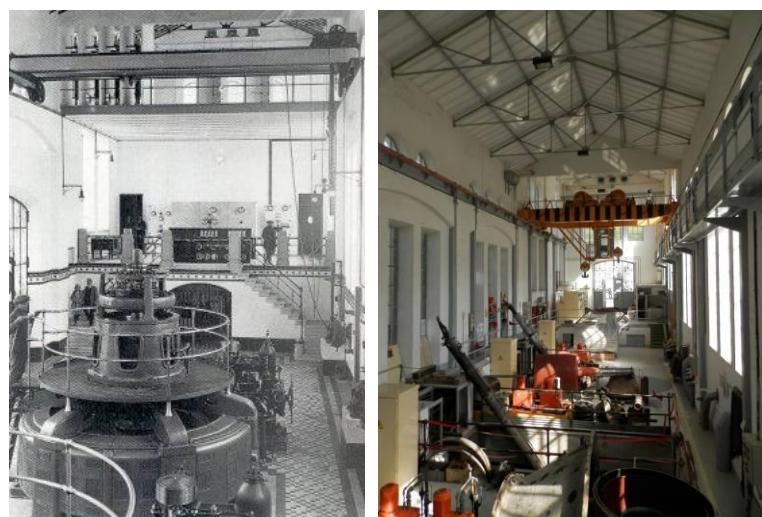
140- Presa y central de Mengíbar, vistas de las fachadas aguas abajo y aguas arriba, años 20 [Mendoza 1924: 71]

Al cambiarse el sistema de producción original por otro de turbinas inundadas se cambió todo el suelo cerámico por otro de hormigón y las salas destinadas al mantenimiento y acceso a las máquinas fueron desmanteladas (antes había un nivel por debajo de la cota de la planta de alternadores que ahora ya no existe y que correspondía con las turbinas). Por eso, en la fachada aguas abajo, se pueden ver unas ventanas circulares cegadas que antes servían para iluminar ese nivel ahora perdido.

El edificio ha sufrido muchas otras modificaciones desde su puesta en marcha. Los suelos eran de cantos rodados formando dibujos pero actualmente este cuidadoso y artesanal trabajo queda oculto tras una capa de cemento que lo ha recubierto todo (fig. 148). Las paredes estuvieron en su tiempo alicatadas hasta cierta altura con plaquetas cerámicas decorativas.¹⁰⁰ No nos extrañaría haber encontrado azulejos en tonos azules con iridiscencias doradas como los que se emplearon posteriormente en las estaciones de la primera línea del Metro de Madrid (1917-1919) o en la Nave de Motores de Pacífico (1922-1923),¹⁰¹ puesto que Mengemor y la Compañía Metropolitano Alfonso XIII fueron fundadas por los mismos ingenieros (figs. 141 y 142), que también decidieron contar con Palacios para el diseño de las estaciones y bocas del Metro madrileño y sus edificios auxiliares (centrales, subestaciones, cocheras...)

141- Izquierda: vista interior desde la sala de alternadores hacia la sala de mandos, años 20.
[Alonso, Archivo Compañía Sevillana de Electricidad]

142- Derecha: vista interior desde la sala de alternadores hacia la sala de mandos, agosto de 2012.



¹⁰⁰ Según nos comenta José Manuel Molina Millán, técnico encargado de la central en la visita realizada el 24 de agosto de 2012.

¹⁰¹ Este azulejo aún se puede encontrar en la Central de Alcalá del Río (1928-1931), obra de Casto Fernández-Shaw, en Sevilla.

Por último, más recientemente, con el cambio de puente grúa por otro más moderno, en las fachadas longitudinales se añadieron unos refuerzos a la estructura original, que en algunos casos rompen en dos las ventanas sin tener en cuenta la disposición original de los huecos (fig. 143).

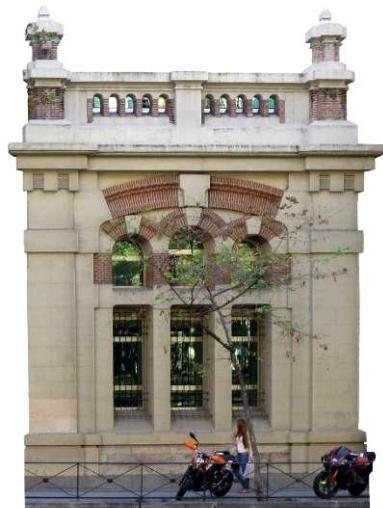
Como elementos singulares, dentro de la sala de alternadores encontramos junto a la fachada lateral del lado de la presa una escalera de caracol de fundición (fig. 146) que permite acceder a la pasarela de mantenimiento situada a la cota superior de los pilones de la presa. En la pared del fondo se puede ver una imagen de la Virgen de Nuestra Señora de la Luz (fig. 147). Hay también una placa conmemorativa que reza “S.M. el Rey Don Alfonso XIII Q.D.G. inauguró esta central el día 30 de noviembre del año 1916” (fig. 144).¹⁰²

Ese mismo día, el ingeniero Antonio González Echarte le hizo al monarca entrega de una espada antigua (que ellos creían de origen árabe), que había sido encontrada en el cauce del río durante las obras de la central. Este regalo propició que Alfonso XIII aportara el dinero necesario para que la compañía pudiera acometer la empresa de la construcción del Metro de Madrid. La hoja resultó ser más antigua, de unos 800 años AC y por eso se la llamó “espada de Tartessos” (Coello 2000: 244)



143- Arriba: refuerzos de la estructura original por el nuevo puente grúa

144- Abajo: placa conmemorativa



¹⁰² Sebastián Barahona Vallejillo, cronista oficial de Mengíbar, lo cuenta así: "Ocurrió el jueves, 30 de noviembre de 1916, cuando, al amanecer (a las 8 horas y treinta minutos), llegaba a la estación de ferrocarril Mengíbar-Palomeras, el tren con los aposentos en que viajaban don Alfonso XIII y su séquito. Esperaban al Rey una numerosísima representación de autoridades civiles y militares, nacionales provinciales y locales, éstas encabezadas por el Alcalde de Mengíbar, don Juan Martín, además de gran cantidad de mengibareños que quisieron ser testigos del evento".

145- Módulos de fachada restituidos de la central Hidroeléctrica de Mengíbar, la nave de motores de Pacífico y los talleres del ICAI, respectivamente.



Central de Mengíbar
 (de izquierda a derecha):
146- Escalera de caracol de forja.
147- Imagen de Ntra. Sra. de la Luz.
148- Suelo de canto rodado oculto bajo una capa de cemento



Al eliminarse en 1963 la puerta lateral que daba entrada a la sala de máquinas, dicha carpintería fue recolocada en la fachada norte, donde se encuentra actualmente la entrada única a la central (fig. 149). Aunque el vano queda bien proporcionado con las tres ventanas de la planta superior y la salida de cables transformadores (hoy en desuso) en la cubierta, sin embargo se ve claramente el corte entre la fábrica antigua y la nueva.

La cerrajería del portalón es una filigrana metálica de formas sinuosas con volutas, estrellas y en el centro, entre ambos vanos se pueden apreciar las siglas “CM”, que probablemente hagan referencia a “Compañía Mengemor” (aunque casualmente coinciden también con el nombre de “Carlos Mendoza”).

Si comparamos este edificio con otros de tipología industrial diseñados por Palacios, como los talleres para el ICAI, descubrimos rasgos comunes, como el recurso utilizado en ambos proyectos de ocultar la cubierta tras los petos de cornisa. En el caso del edificio situado en Madrid, el remate reproduce una balaustrada muy elaborada en la que se incorporan unos pináculos como coronación de los machones que van ritmando la composición de la fachada, mientras que en Mengíbar se trata de una sencilla cornisa sin decoración. La necesidad de la representatividad se hace patente, puesto que Mengíbar se encuentra en mitad del campo y los talleres del ICAI, por el contrario, en una de las arterias más importantes de la capital (calle Alberto Aguilera), por lo que la decoración ha de ser obligatoriamente más recargada, aunque la disposición, forma y tamaño de los huecos sea prácticamente idéntica (fig. 145).



149- Puerta de entrada actual a la central de Mengíbar.

decoración y reducidos a sus elementos básicos y mínimos. Los dos se asemejan en el tipo de encargo por desarrollar un amplio programa y alcanzar grandes dimensiones, y el lugar en el que se ubican presenta cierto parecido ya que mientras Mengíbar está en plena naturaleza, la Nave de Motores, aunque actualmente ha quedado inmersa dentro del tejido urbano que la rodea, en su día estuvo situada en los alrededores no consolidados de la ciudad de Madrid.

Un importante rasgo que les es común a los dos es la acentuada verticalidad de los huecos, que queda patente al estudiar un módulo de fachada correspondiente a la sala de máquinas. Al tratarse de un gran espacio diáfano interior Palacios es generoso en la apertura de ventanas y tanto en uno como en otro los vanos son continuos y recorren la fachada de arriba abajo, sólo interrumpidos en su parte superior por el forjado correspondiente a la línea de deslizamiento del puente grúa a lo largo de toda la nave. De esta manera se consiguen unos cálidos interiores, donde se conjugan los aspectos funcionales con los artísticos, significando espacios que de otro modo resultarían monótonos.



150- Detalle de las ventanas en la fachada este.

151- Vista de la central de Mengíbar desde el otro lado del río aguas abajo. En primer término, la ampliación de la presa realizada a mitad de los años 60.



2.1.1. Central del Tambre

En 1924, el mismo año en que se inaugura el Ayuntamiento de Porriño,¹⁰³ Antonio Palacios tuvo la ocasión de trabajar para la Sociedad General Galega de Electricidad, en la central hidroeléctrica de Tambre (Noia, A Coruña).¹⁰⁴ Se trata de un edificio situado en plena naturaleza, en un meandro del río, que aprovecha los 100 metros de desnivel creados por un azud de derivación del río de 7 metros de altura y un canal de conducción de 7 km. de longitud (Yordi 1951: 481).

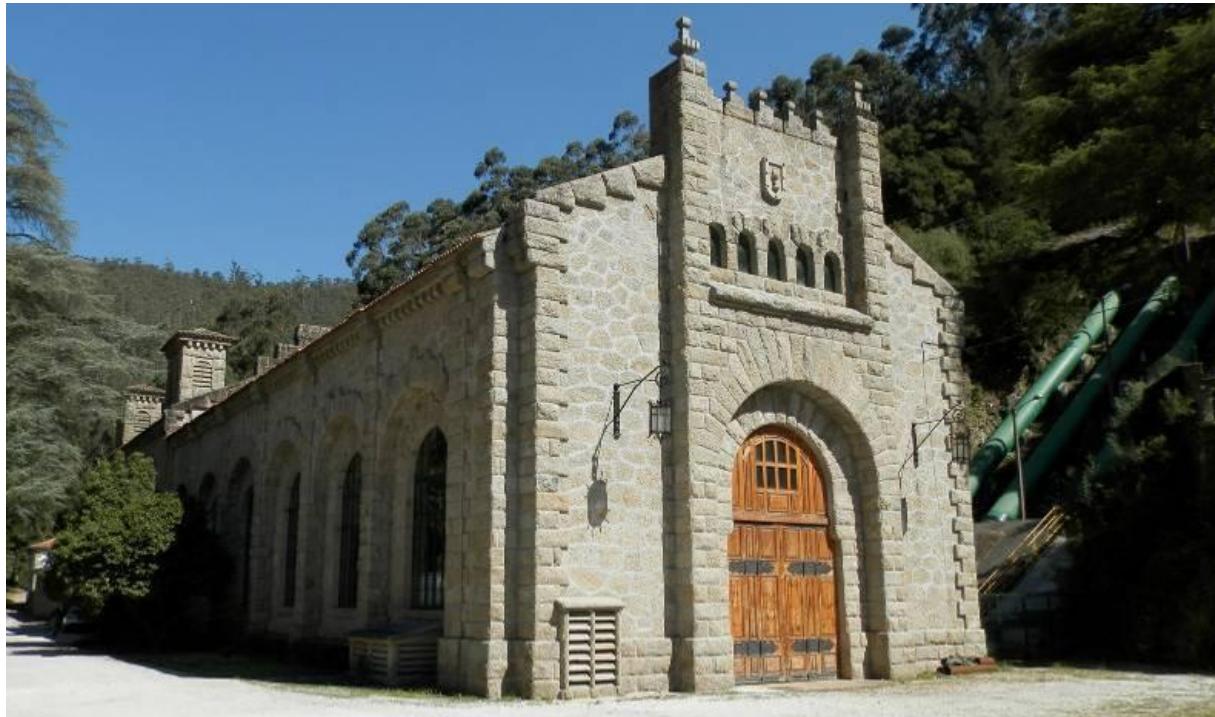
Las motivaciones para la construcción de este Salto las explica así Celestino García Braña:

En territorios gallegos, los iniciales y modestísimos molinos producían casi solamente para el autoconsumo. Hay que esperar hasta el año 1925 para que de la mano de la Sociedad General Galega de Electricidad se instale la primera central sobre el río Tambre, con una potencia de 12.000 kWA. La temprana preocupación por dotar a estas edificaciones de un carácter emblemático lleva a encomendar el proyecto del edificio de la central al arquitecto Antonio Palacios, quien lo ejecutará totalmente en piedra, definiendo una clara volumetría de inspiración neorrománica (García, Landrove y Tostoes 2005: 49-50).

A diferencia de Mengíbar, aquí Antonio Palacios aplica un lenguaje historicista muy cercano al regionalismo gallego. El aspecto se asemeja más a la tipología propia de una iglesia románica que a las funciones inherentes a un edificio industrial. El material utilizado (granito rosa porriño con un tratamiento rudo y expresivo de su superficie, prescindiendo del trabajo virtuoso del cantero) (Iglesias 1998: 38), la composición de la fachada principal (con su impresionante portalón de madera, las ventanas altas de medio punto semejantes a una parroquia rural, el escudo y las almenas decorativas con borlas), el encintado de huecos y remates de las esquinas, la decoración de las cornisas

¹⁰³ Palacios introduce una ornamentación de marcado historicismo que oscila libremente entre el románico y el gótico y con gran variedad de soluciones por tramos de fachada en un edificio de gran monumentalidad en relación con la escasa superficie de la plaza. (Iglesias 1998: 38)

¹⁰⁴ El edificio se asienta sobre una antigua pesquería cisterciense, que abastecía de pescado y mariscos a los frailes del monasterio de Toxosoutos en San Xusto a 5 km. Este monasterio se fundó hacia 1132 bajo la regla de San Benito. El rey Alfonso VII les concedió grandes favores y privilegios y llegó a ser, a mediados del s. XIII el monasterio con mayor poder económico de Galicia. En el año 1504 quedó anexionado a Sobrado dos Monxes, aceptando la reforma del Císter. (Biel 2011b: 233)



con un sencillo jaqueado... (fig. 152) son todos elementos que nos recuerdan al Palacios más regionalista (quizá, tal y como apuntan algunos autores, por encontrarse en su tierra natal)¹⁰⁵ El lenguaje historicista se centra fundamentalmente en la fachada principal con una disposición que recuerda a la de las pequeñas ermitas rurales. Presenta ya el rudo tratamiento de la piedra que se anunciaba en el proyecto de Celanova. El antícpio de este tratamiento del granito está presente en el Hospital de Maudes, proyecto ejecutado en aquellos años también fuera del ambiente cosmopolita del centro de la capital (Iglesias 1994: 403)

En cuanto a la composición de los elementos, al igual que en Mengíbar, el edificio se proyecta en varios volúmenes diferenciados, que corresponden a cada uno de los usos que se desarrollan en la central: oficinas, salas de alternadores y sala de máquinas. También se repite aquí, al igual que en el resto de sus edificios industriales, el ritmo apilastrado con piedra en los recercados entre paños de mampostería concertada de granito y con decoración muy sintetizada en capiteles y cornisas, que sirven para ordenar el conjunto.

152- Central hidroeléctrica del Tambre, imagen exterior de la fachada principal aguas abajo. Detrás pueden apreciarse las tuberías de traída de agua

¹⁰⁵ "Quizá influyera en esta exuberancia, un tanto incontrolada, la decisión de dejar en su tierra una obra en la que quedase concentrada toda su habilidad inventiva y compositiva y, en especial, su virtuosismo plástico y su libertad formal." (González Amezqueta 1967: 25)



Central del Tambre
(de izquierda a derecha):

- 153- Fachada trasera (noreste), con la salida del cableado de transformadores en primer término.
154- Vista del interior de la sala de máquinas.

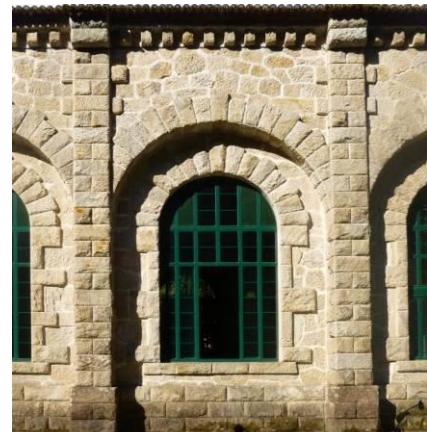


Otros elementos decorativos interesantes son las farolas, de cuidado diseño, los escudos en los testerios (figs. 159 y 160) y una especie de simulado balcón en la fachada noreste (que da a la montaña y a la tubería forzada que trae el agua desde la cámara de agua, cerro arriba), por donde salían antiguamente los cables eléctricos de distribución hacia el exterior, y que recuerda a la arquitectura tradicional gallega (fig. 153).

El interior de la central destaca por la diafanidad y pureza de los espacios, como en la sala de máquinas donde los grandes ventanales de las fachadas inundan de luz la sala de turbinas (fig. 154). Se trata de espacios prácticos, con una mínima decoración (destacan los faroles y las barandillas de forja ornamentales (fig. 158) y el zócalo de alicatado cerámico (fig. 157) que recuerda por su material y su composición a la central térmica de Pacífico, construida un año antes), y de líneas puras, donde Palacios no tiene reparo en exponer los materiales con total sinceridad, como en el caso de las cerchas metálicas originales o de la subestructura que soporta todo el cableado de la sala de alta tensión.¹⁰⁶

La funcionalidad es otra de las características que definen este proyecto. Cada elemento tiene un uso específico y está ahí por alguna razón. Así, las cuatro torres de aspecto medieval que

¹⁰⁶ Según afirma Amezqueta: "[...] una de las más radicales innovaciones [...] es la exhibición de los materiales nuevos, no tradicionales, y la búsqueda de su expresividad directa. De este modo, junto a una decoración que a veces puede parecer excesiva [...] aparece la exposición casi obsesiva del hierro visto, sacando un partido incluso decorativo de los roblonados." (González Amezqueta 1967: 17)



Central del Tambre
(de izquierda a derecha):

155- Detalle de las chimeneas de ventilación en la fachada SO.

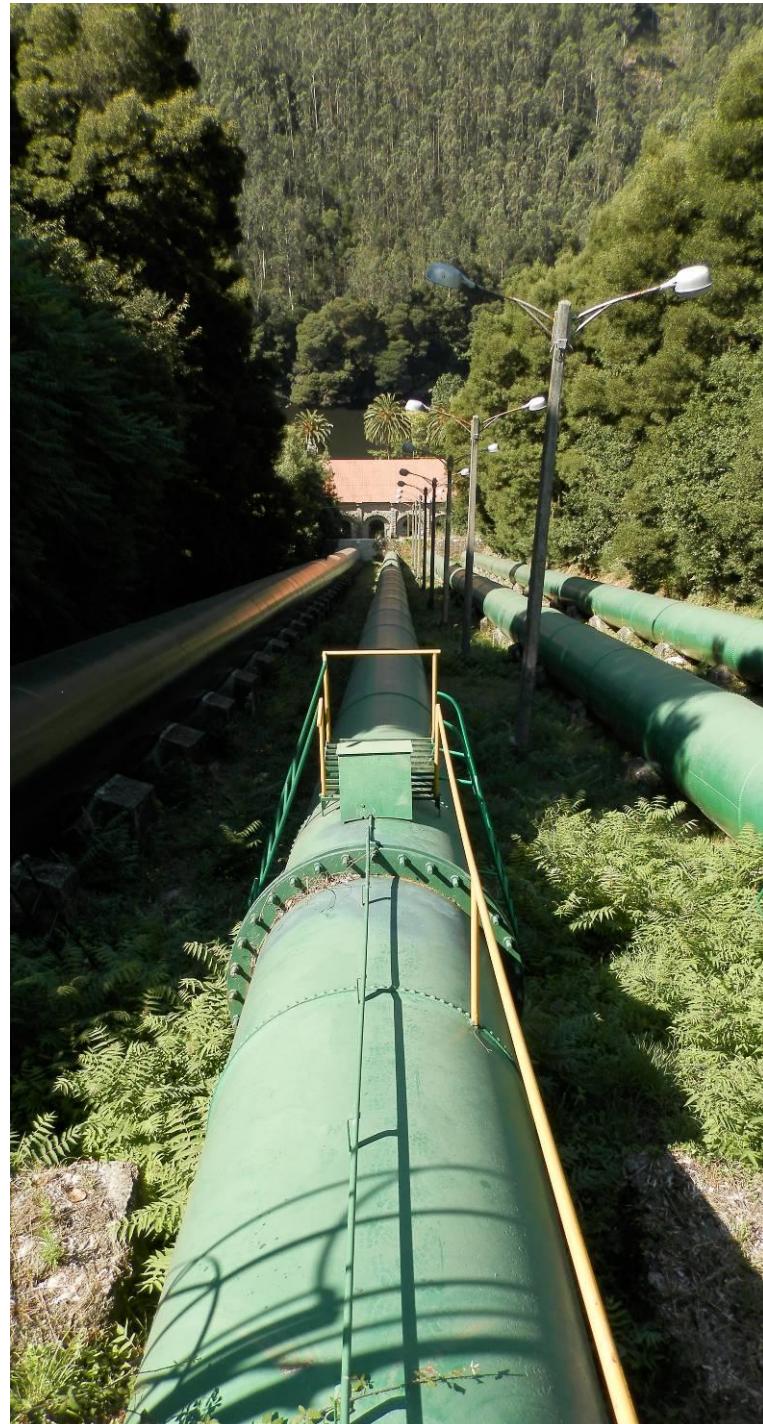
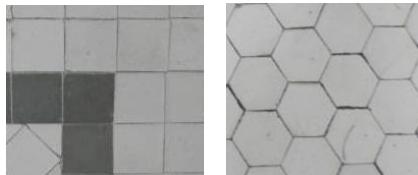
156- Ventanas de la sala de máquinas

coronan la cubierta del edificio son en realidad las chimeneas de ventilación de los alternadores que se encuentran debajo. Por dentro están huecas (y de hecho son de ladrillo), y por convección el aire circula de manera natural de abajo arriba a través de unas rejillas y sin necesidad de aireación forzada, constituyendo un interesante ejemplo de arquitectura sostenible (fig. 155)

El edificio ha sufrido pocas alteraciones a lo largo de sus casi 90 años de historia. Las ventanas (fig. 156) han sido sustituidas (sólo se conservan las originales en la sala de talleres y vestuario), la sala de mandos se cerró con unos paneles de madera y cristal (por el ruido que generaban las turbinas), y el suelo hexagonal de la sala de máquinas (que sí se mantiene en los rellanos de la escalera de subida a la sala de mandos), se cambió cuando a finales de los años 40 se añadió un grupo más a las tres turbinas ya existentes.¹⁰⁷

Los edificios auxiliares que rodean al conjunto de la central (las viviendas de los encargados, la antigua cámara de carga...) se han reconvertido hoy en hotel rural gracias a trabajos de rehabilitación que, aprovechando las preeexistencias, conservan el recuerdo de su función original (Alonso 2009: 146)

¹⁰⁷ La central tenía una potencia instalada de 13.500 CV, distribuidos en tres grupos de 4.500 CV cada uno. En 1947 comenzaron las obras para instalar un cuarto grupo de 12.000 CV y la construcción de una presa que crease un embalse regulador de la nueva potencia, quedando así 25.500 CV que absorben los 21 m³/seg de la concesión, lo que permitió pasar de 45.000.000 Kw-h de producción a 95.000.000 Kw-h anuales. (Yordi 1951: 481-490)



De arriba abajo y de izquierda a derecha:

157- Detalles del azulejo de las paredes

158- Escalera de la sala de control.

159- Escudos decorativos en fachada.

160- Detalle de chapiteles decorativos.

161- Tuberías de toma de agua.

Al fondo, la central y el río.

La central del Tambre es un auténtico "templo industrial gallego", un edificio profundamente coherente con el espectacular paisaje de ribera y bosque atlántico que lo rodea (fig. 161), donde la potencia de la piedra autóctona queda perfectamente reflejada en sus paramentos ásperos y duros (parece que la piedra fuera una continuación de la roca viva que

se extiende en la montaña detrás de la central), y donde Palacios, sin renunciar a un historicismo muy depurado, hace una referencia explícita a la historia del lugar y a su arquitectura vernácula en el sentido de la búsqueda de la recuperación de la tradición pero actualizada a un lenguaje contemporáneo.¹⁰⁸

Esta constancia del lugar- *el genius loci*- es mucho más acusada en la importancia dada a la topografía y al paisaje en sus proyectos en ámbitos rurales o naturales. El conjunto de edificaciones de la central del Tambre surgen del entorno casi como cristalización pétrea del ambiente circundante, con sus construcciones complementarias y viviendas salpicadas entre el verdor del paisaje como motas rocosas o accidentes propiamente topográficos. (Otero 2004: 30)

Resulta muy interesante la reflexión que González Amezqueta hace en el número especial de la Revista Arquitectura dedicado al maestro sobre las influencias de la arquitectura vernácula gallega en la obra de Palacios, puesto que es perfectamente aplicable a la central de Tambre, cuando hace referencia a las iglesias medievales, el material y la buscada textura ruda:

Enamorado de las variantes regionalistas del arte gallego, investigó y defendió la arquitectura poco conocida de su tierra [...] Sus preferencias fueron las iglesias rurales de la Edad Media, siendo la obra de su última época un intento de asimilación y proyección de esa arquitectura profundamente ligada a las constantes del suelo y la tradición [...] pequeñas iglesias de pueblos y barrios, impuras estilísticamente, pero a las que el material y una ruda artesanía confieren una potente y elemental expresividad (González Amezqueta 1967: 5)

En definitiva, esta central supone, según Inmaculada Aguilar:

Un último vestigio del regionalismo magnífico ejemplo y colofón del período industrial surgido a mediados del siglo XIX y que basaba la estética en los estilos historicistas adquiriendo de este modo ese carácter próximo a la arquitectura monumental. Con ello se perseguía el objetivo de consolidar el poder económico de la empresa, en un mercado cada vez más competitivo, a través de una imagen atentamente estudiada que impresionase favorablemente sobre los beneficios de la empresa (Aguilar 1998: 95).

¹⁰⁸ Como afirma Adolfo Otero Cerdeira: "otro aspecto que podemos considerar muy moderno en la obra de Palacios es la integración de sus propuestas en el entorno, como manifestaciones que trascienden la propia individualidad del arquitecto y pasan a ser creación de un ámbito determinado" (Otero 2004, 27-30)

2.2. CASTO FERNÁNDEZ-SHAW: DE LA UTOPIA SOÑADA A LA REALIDAD CONSTRUIDA

Casto Fernández-Shaw (Madrid 1896 - San Lorenzo de El Escorial 1978), titulado en 1919, puede considerarse posiblemente el discípulo más cercano al arquitecto gallego Antonio Palacios, pero con un lenguaje personal contemporáneo. Como sugiere Miguel Ángel Baldellou: "Fernández-Shaw es capaz de reinterpretar y dar salida en forma de vanguardia a una tradición sustentada por Palacios de forma magistral." (Baldellou 2001: 286) Así pues, sus referentes se mueven entre lo quimérico y el pragmatismo racionalista de principios del siglo XX, con importantes influencias de la arquitectura regionalista e historicista de sus maestros, Aníbal Álvarez, Modesto López Otero y, sobre todo, Antonio Palacios. Según Francisco Javier Pérez Rojas:

Fernández-Shaw evoluciona la obra de Palacios hacia formas más aerodinámicas y futuristas. Es el mejor ejemplo de cómo una buena parcela de la arquitectura moderna española tuvo una fuerte vinculación con la fastuosa, intuitiva y culta arquitectura de Palacios (Pérez Rojas 1985: 17)

En una mesa redonda organizada por la revista *Hogar y Arquitectura*¹⁰⁹ en 1967, Fernández-Shaw comenta: "yo fui alumno de Palacios y creo que dejó en mí una huella importante. Su capacidad creadora y su inconformismo fueron un notable estímulo" (Pérez Rojas 1985: 17)

Pero también en la obra de este inclasificable arquitecto se concentran muchas de las inquietudes que sirvieron de *leitmotiv* a las Vanguardias Figurativas:¹¹⁰ Constructivismo, Expresionismo, Surrealismo y, sobre todo, Futurismo, influirían decisivamente en la obra de Casto Fernández-Shaw, según afirma Félix Cabrero: "Quien con todo derecho puede pasar a la historia, aunque éste sea un aspecto parcial, como el único

¹⁰⁹ En la que también participaron Fernando García Mercadal y Rafael Bergamín. *Revista Hogar y Arquitectura* nº 70, p. 39

¹¹⁰ Se trata de un conjunto de movimientos artísticos (imbricados en la pintura, la escultura, la arquitectura, la literatura...), surgidos a principios del siglo XX y que promulgaban una ruptura con el pasado (que ellos consideraban burgués, academicista y decadente), y lo hacían a través de la experimentación en los distintos aspectos del Arte. Las Vanguardias buscaban una doble exigencia, por un lado, se persigue un arte puro, libre de todo determinismo, y por otro lado se alienta continuamente la intención de un arte social comprometido, asociado generalmente a la izquierda política (De Fusco 1992: 206) No es de extrañar, por tanto, que sintieran una especial fascinación por la Industria, con sus formas arquitectónicas no sujetas a los rígidos cánones decimonónicos y por el uso que se hacía en ellos de los nuevos materiales de construcción que prometían una libertad formal inaudita hasta el momento (vidrio, acero, hormigón...)

arquitecto futurista español" (Cabrero 1980: 41). Sus obras más emblemáticas (la presa de Jándula, la gasolinera de Porto Pi, la torre del espectáculo...), beben de todas estas fuentes, sobre todo en su aspecto más industrial, ingenieril e inventivo.

sí, apreciamos rasgos distintivos de la obra de Casto (fig. 162) entresacados de, por ejemplo, los dibujos de Sant'Elia sobre centrales eléctricas, donde se aprecian algunos elementos definitorios de su uso, como turbinas, presas y desniveles, así como grandes tendidos de cableado que se prolongan más allá del edificio, en un intento de establecer el punto inicial de la red que comunica la central con la ciudad. (Kliczkowski 2003: 39). El mismo Casto, tras visitar el pabellón de la URSS en la Exposición Internacional de París de 1925,¹¹¹ admitía sentirse impresionado por la:

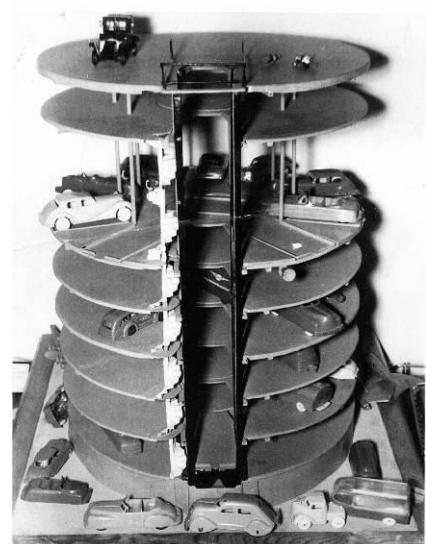
Arquitectura futurista que parecía señalar un mundo futuro mecanizado, [...] sobre todo me interesó su concepción estructural y constructiva. En cualquier caso, la influencia más decisiva la recibí de los ingenieros [Carlos Mendoza y Santiago Rodríguez] con quienes tuve relación en mis tempranas obras (Fernández-Shaw 1999: 268)

En sus dibujos de ciudades aerostáticas y acorazadas, de garajes radiales (fig. 163), de torres espectáculo, de monumentos a la ciencia, de autogiródromos, casas aerotransportadas y hangares aerodinámicos..., descubrimos a un arquitecto que emprende un camino desde el futurismo más cercano a las ensoñaciones de una ciudad industrial dominada por la tecnología hasta una utopía basada en la creencia del triunfo de la civilización, las grandes conquistas de la humanidad y la paz universal.

Casto Fernández-Shaw comenzó su carrera como arquitecto concibiendo una monumental presa que debía convertirse en un canto a la paz y los logros de la humanidad. Este proyecto utópico de marcadas influencias futuristas le acompañaría toda su vida, junto con otras construcciones imposibles como el garaje radial, la torre espectáculo, la ciudad aerostática... De hecho, su obra más conocida es la gasolinera de Porto Pi, situada en la calle Alberto Aguilera en Madrid, un simbólico y atrevido homenaje a la tecnología, los medios de locomoción, la radio y la iluminación eléctrica, que ha pasado a la historia por



162- Casto Fernández-Shaw en el programa "Esta es su vida", RTVE, mayo de 1968
[Fernández-Shaw 1999: 266]



163- Proyecto de Garaje radial subterráneo "Autopark"
[Cabrero y García 1999: 79]

¹¹¹ El pabellón es obra del arquitecto Konstantín Mélnikov (1890-1974), figura clave del constructivismo ruso.



164- Estación de Servicio Porto Pi en una fotografía de la época [Cabrero y García 1999: 72]

ser el único "edificio" futurista (fig. 164) que se conserva en España.¹¹² Como el mismo arquitecto confesaba:

Ha sido una de las primeras construcciones en estilo francamente moderno hechas en Madrid [...] La construcción se realizó en un plazo total de cincuenta días [...] El edificio estaba esencialmente constituido por la escueta estructura de hormigón, con claras evocaciones de la construcción naval (la torre en forma de escotilla) y aeronáutica (la cubierta, a semejanza del ala de un avión). No tiene ningún estilo. Ha surgido una silueta de los elementos que integran la construcción. La superposición de los planos de las marquesinas recuerda las alas de un biplano. La torre recuerda a los tubos de ventilación de los barcos... los aparatos que suministran gasolina (surtidores), el petróleo, los aceites, el agua, el aire a presión, los extintores de incendio, "decoran" la instalación. Los automóviles, el altavoz, las luces, le darán vida. (Cabrero y García 1999: 72)

La gasolinera fue derribada en 1977, al parecer con la intención de despejar el solar para construir una nueva edificación.¹¹³ Sin

¹¹² De hecho, Casto califica este proyecto como "la obra por la que pasó a la Historia de la Arquitectura moderna" (Cabrero 1980: 25). La gasolinera fue lamentablemente derribada en 1977 aunque se reconstruyó en 1996. Sin embargo, como bien puede apreciarse en la figura xx, a veces no es necesario tocar un edificio para trastocarlo irremediablemente, y el hotel que ha sido edificado detrás destruye completamente la hermosa imagen que de esta estación de servicio se tenía antiguamente.

¹¹³ En la imprescindible guía *Madrid. Arquitecturas Perdidas 1927-1986* (Pronaos, 1995), la gasolinera Porto Pi es la primera de las obras

embargo el edificio previsto no se pudo llevar a cabo y en 1996 se reconstruyó parcialmente la gasolinera como condición para recibir la licencia de edificación. "Es como una moraleja urbanística: demolida por razones de especulación, reconstruida por las mismas razones" (Sánchez Lázaro 1999: 51).

En 1958 diseñó otra estación de servicio en el pk 12,6 de la carretera N-II (Madrid-Zaragoza-Barcelona). Se compone de un pequeño edificio de dos niveles con planta semicircular de ladrillo visto coronado por un torreón a modo de faro que sirve de reclamo visual a los automovilistas. Una ligérissima marquesina de líneas curvas vuela desde este edificio para proteger a los automóviles (fig. 165). El torreón se decora con unas franjas laterales quebradas que proporcionan al conjunto gran dinamismo. Su fachada se curva y forma la cubierta, de la misma manera que las cuatro franjas de pavés que iluminan la torre se convierten en un pequeño lucernario. Según comenta Alberto Sanz Hernando en el Registro del Docomomo Ibérico:

Los rasgos de dinamismo y velocidad de la marquesina y la iluminación nocturna de las franjas de la torre convertían a la gasolinera en uno de los iconos de la modernidad en Madrid, cuya fuerza plástica no ha perdido intensidad por los cambios de acabados que ha sufrido en los últimos años.

No es de extrañar, por tanto, que en sus obras hidráulicas Casto aplique hasta el extremo sus ideas futuristas y expresionistas, no exentas de la lógica adecuación al entorno natural y a la historia del lugar. En estos edificios: El Carpio (Córdoba, 1920-1925), Jándula y Encinarejo (Jaén, 1927-1930), y Alcalá del Río (Sevilla, 1925-1931), colaboró Casto Fernández-Shaw con el ingeniero Carlos Mendoza, aportando su característica arquitectura expresionista, rotundamente plástica, con una fuerte carga emocional, y sobre todo, profundamente simbólica.

Según Antonio Fernández Alba, "[...] en la actividad creadora de Casto Fernández-Shaw se integraban las facetas del inventor, ingeniero, constructor de sueños, arquitecto, visionario y diseñador romántico." (Fernández Alba 1978). Y como dice José Antonio Fernández Ordóñez: "tenía pasión por la geometría y las matemáticas, y una admiración por los ingenieros y por las máquinas que hoy me resulta conmovedora y algo ingenua." (Fernández Ordóñez 1999: 62).



165- Estación de Servicio Barajas
en una fotografía de la época
[Cabrero y García 1999: 73]

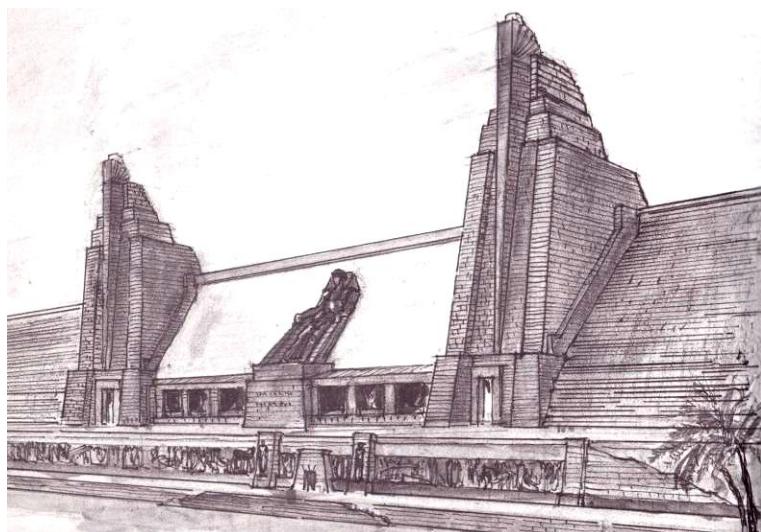
catalogadas y su demolición es considerada "uno de los ejemplos más lamentables de la renovación urbana".

2.2.1. El Monumento al Triunfo de la Civilización

Entre 1918 y 1919, en los albores del final de la Primera Guerra Mundial, Casto proyecta lo que él llama un “Monumento al Triunfo de la Civilización, a las Grandes Conquistas de la Idea, a las Victorias del Hombre sobre la Naturaleza, a la Paz Universal”. Se trata en realidad de una gran presa (construcción que Casto asocia con el avance de la tecnología y el conocimiento humano), de aires egipcios con dos potentísimos pilones que arrojan sendos haces de luz hacia el cielo (fig. 166). Aunque el proyecto nunca se llevó a cabo, sin embargo, estas ideas futuristas y utópicas nunca abandonarían a Casto y supondrían una notable influencia en el resto de su obra, como él mismo comentaba:

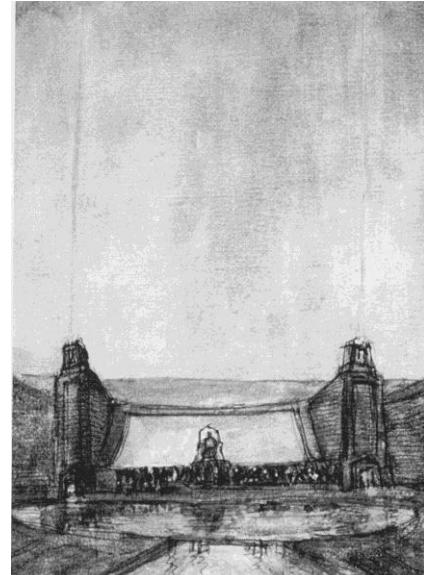
[...] he de buscar en la Ingeniería formas que, al mismo tiempo que cumplir una función técnica, han de enriquecerla con valiosos elementos de decoración escultórica [...] los pilones albergarían dos templos, el de la Ciencia y el del Arte [...] el agua, al pasar por las columnas-tuberías, daría un rumor de multitud al templo, iluminado por la luz creada por el Hombre (Cabrero y García 1999: 41)

Este proyecto fue presentado a la Exposición Nacional de Bellas Artes de 1920, donde Fernández-Shaw obtuvo una mención por su trabajo¹¹⁴. Allí, Carlos Mendoza, quedó sorprendido por lo que él mismo denominó "un arquitecto que proyecta presas...", y le propuso la construcción de varias centrales hidroeléctricas en la cuenca del Guadalquivir, a través de la compañía Mengemor, de la que él era socio fundador.



166- Monumento al Triunfo de la Civilización, dibujo de Casto Fernández-Shaw, 1918
[Cabrero 1980: 50]

¹¹⁴ Obtuvo la medalla de tercera clase (Sobrino 1999: 40)



La pantalla del muro de contención de esta presa representa a una gran figura humana recostada que sostiene simbólicamente el empuje de las aguas. A derecha e izquierda, dos colosales mastabas, parecidas a propileos de templos egipcios, nos recuerdan a las construcciones mesopotámicas que bien podrían haber formado parte de una de las siete maravillas de la Antigüedad (figs. 167 y 168). En este monumental proyecto se resume, como apunta Julián Sobrino, la filosofía de Casto: “la humanidad dominando la naturaleza para ponerla a su servicio. Ideal clásico, cristiano e ilustrado a un mismo tiempo, progreso y técnica al servicio de la sociedad” (Sobrino 1999: 36).

Esta idea de Monumento fue continuamente revisada por Casto hasta su muerte¹¹⁵ y, tal y como indica Félix Cabrero:

Unos meses antes de su muerte [...], me hablaba de sus proyectos predilectos, entre los que solía incluir el *Monumento a las Grandes Conquistas de la Idea* [...], Probablemente lejos de una conciencia total... pero ahora pienso que sus citas compendiaban de alguna manera, al final de su vida [...] lo épico, el futurismo, la tecnología, con ese general encubrimiento poético que caracteriza su constante mensaje de arquitecto (Cabrero 1980: 49).

Monumento al Triunfo de la Civilización (de izquierda a derecha)

167- Revisiones de la propuesta hasta 1978. Dibujo de Casto
[Archivo Félix Cabrero]

168- Revisiones de la propuesta hasta 1978. Acuarela de Casto
[Archivo Félix Cabrero]

¹¹⁵ Llegó a elaborar unas notas preliminares para un guión sobre “La Película de la Paz” (Fernández-Shaw 1999: 273). En esta película, la construcción de esta gran presa (situada en las cataratas del Niágara), servirá para unir y hermanar a todas las civilizaciones en conflicto en el Mundo y así conseguir la paz universal.

2.2.2. Presa y central de El Carpio

La relación entre Carlos Mendoza y Casto Fernández-Shaw no sólo tiene su origen en la persona de Antonio Palacios, sino también en la relación laboral que Casto mantenía en aquel momento (1919-1923) para la Compañía Madrileña Urbanizadora¹¹⁶ en la construcción de los edificios Titanic en la glorieta de Cuatro Caminos en Madrid, junto al arquitecto Julián Otamendi.

El primer trabajo de Casto para la compañía Mengemor fue la presa y central de El Carpio, de claras influencias mudéjares. Al llegar a la presa de El Carpio sobre el Guadalquivir uno descubre para su asombro que allí no se encuentra ninguna central hidroeléctrica, ya que ésta se ubicó a 1 km. de distancia para aprovechar la diferencia de cota entre ambas retuertas del río. Por la orografía del paisaje ninguno de los dos elementos es visible entre sí y es imposible ver a la vez las dos construcciones (fig. 169). No obstante, ambas, central y presa, responden a una misma estética. Ejecutadas con bloques de hormigón, aparentan estar construidas con una fábrica pétreas de gran escala. Petos de remate almenados, arcos de herradura, huecos geminados, cúpulas... todos estos elementos se combinan para dar una imagen de fortaleza árabe, de alcázaba.

No deja de sorprender el acceso a la Central (fig. 172). Aparece llegando cuesta abajo, de soslayo en una curva, al final de la carretera. Es necesario retroceder hacia el monte para poder ver la fachada completa. Y antes nosotros aparece, tras un gran estanque donde se almacena el agua que recibe la central desde el túnel de 1 km que toma el agua en las proximidades de la presa, un sorprendente edificio coronado por una serie de cúpulas blancas y cuya fachada permanece semioculta tras las tres enormes compuertas que regulan el paso del agua a las tres caídas de 25 metros con las que la cuenta la central.

De planta rectangular y volúmenes simétricos, el edificio se organiza en tres bandas paralelas que se van acoplando con el desnivel del terreno y del salto hidroeléctrico. El alzado lateral es muy revelador en este sentido, pues se manifiestan muy claramente estas tres piezas: una primera parte, correspondiente

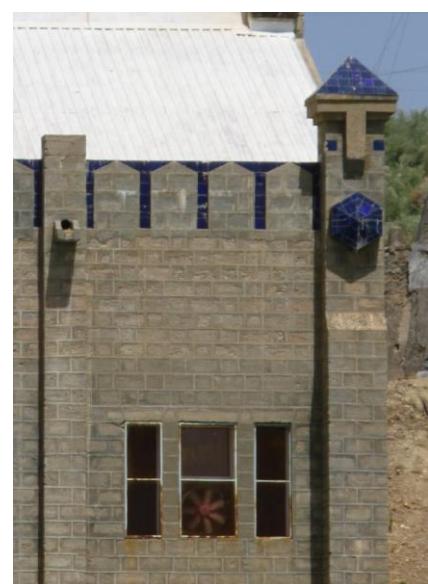
¹¹⁶ Los dueños de la Compañía Metropolitano Alfonso XIII eran también los propietarios de la Compañía Madrileña Urbanizadora, con lo que no es casual que la primera línea del Metro de Madrid llegara a Cuatro Caminos, donde se encontraba el solar donde construyeron el edificio de viviendas.



al testero de la banda coronada por tres enormes cúpulas rebajadas, bajo las cuales se ubicaban las salas de transformadores de la subestación que se encontraba en un piso inferior; una segundo volumen de carácter vertical culminado por una esférica cúpula de remate y, por último, el testero de la tercera banda en la cual se sitúa la gran sala de alternadores, bajo la cual se encuentran las turbinas, que manifiesta en este alzado la cubierta inclinada con la cual se remata.

El alzado al Guadalquivir (fig. 171) es fascinante, aunque sólo es posible verlo si uno se sitúa en la otra orilla del río. Si bien actualmente resulta complicado dar con el camino de acceso a esta vereda la recompensa merece la pena. La fachada desarrolla mucha altura, pues es el resultado del importante desnivel que el edificio acusa. Se nos presenta como un paramento muy másico, con pocos huecos, los de mayor dimensión y número son los que se abren a la sala de alternadores, dividida en seis paños por medio de imponentes contrafuertes que pautan su repetición. El remate superior es muy singular: se simula un peto almenado en el que se emplean plaquetas cerámicas de color azul para separar visualmente unas almenas de otras y, se coronan, además, algunos de los contrafuertes, con cabezas de soldados figuradas mediante el mismo aplacado azul antes descrito (fig. 170). Por último, como elemento singular, aparece la cabeza de un elefante sujetando a modo de ménsula un balcón sobre el río. Casto consigue que sea el escultor granadino Juan Cristóbal el que realice la obra, y

169- Vista de la presa de
El Carpio aguas arriba



170- Detalle de la coronación del
edificio en la fachada aguas abajo

171- Vista de la central de El Carpio aguas abajo



172- Vista de la central de El Carpio desde la entrada. Se puede ver el estanque de acumulación a la derecha



allí sigue como vigilante perpetuo de las aguas del río, símbolo, como así lo quiso Casto, de la fuerza generadora de la energía de la Central (fig. 173).¹¹⁷

Originalmente las principales salas estaban abiertas unas respecto a otras, de modo que encontrábamos una sección libre sin compartimentar, el espacio fluía a medida que el edificio cambiaba de cota. Desgraciadamente, en el año 2002, y por

¹¹⁷ El elefante “simbolizaría la energía de los 10.000 caballos de fuerza en la Central, sería una nueva medida de fuerza electromotriz, sería el elefante de vapor” (Sobrino 1999: 39)

motivo de un rayo de una tormenta eléctrica, la central sufrió un incendio y quedó totalmente destruida por dentro. La envolvente aguantó, así como las cerchas de la cubierta y los forjados, pero los acabados y todo el material desaparecieron. Un año después se consiguió que estuviera de nuevo en funcionamiento (fig. 174) y fue entonces cuando fue declarado BIC, reconocimiento que llegó 78 años después de que obtuviera la Medalla de Oro en la Exposición de Artes Decorativas de París de 1925 (Alonso 1985: 146)

Acerca de esta obra, Casto Fernández-Shaw comenta:

Pido permiso para en vez de cubiertas de tejas, proyectar unas cuantas bóvedas de sabor sasánida, y proporciono los contrafuertes dentro de la resistencia [...] La labor del arquitecto no había entorpecido la de los ingenieros, la obra se hacía con bloques rejuntados de cemento y hormigón armado, y al llegar a una forma arquitectónica en vez de recurrir a la estereotomía, se recurrió al molde de madera y al hormigón en masa (Sobrino 1999: 38)

El resultado es una arquitectura creada expresamente para el paisaje en la que el rigor constructivo, la función y la poética del arquitecto se unen por medio de un lenguaje que pone de manifiesto la personalidad onírica de su creador: “la poética no exenta de ironía del visionario y el ideal de progreso del futurista” (Sobrino 1999: 39)

Actualmente, la empresa Endesa Generación, la cual explota hoy en día los recursos de la Central, ha puesto en marcha una iniciativa de gran interés. En las antiguas salas de transformadores, bajo las enormes cúpulas, cuya ejecución con fábrica de ladrillo quedaba antes del incendio expuesta a la vista, pintadas actualmente de azul, se planea instalar el Museo de Endesa, donde se pretende recopilar material suficiente para poder crear una instalación de carácter didáctico con la que explicar los mecanismos a través de los cuales se consigue la generación de energía. Por ahora, han recopilado el mobiliario original del despacho de Carlos Mendoza, un biombo de oficina en madera de la Central de Encinarejo, algunas turbinas y una preciosa maqueta de la central de Jándula, en la que se reproducen de manera muy minuciosa todos los detalles arquitectónicos de la misma.



Central de El Carpio
(de arriba abajo):

173- “Elefante de vapor”, obra del escultor Juan Cristóbal

174- Vista interior de la sala de máquinas tras la reconstrucción

2.2.3. Salto de Jándula

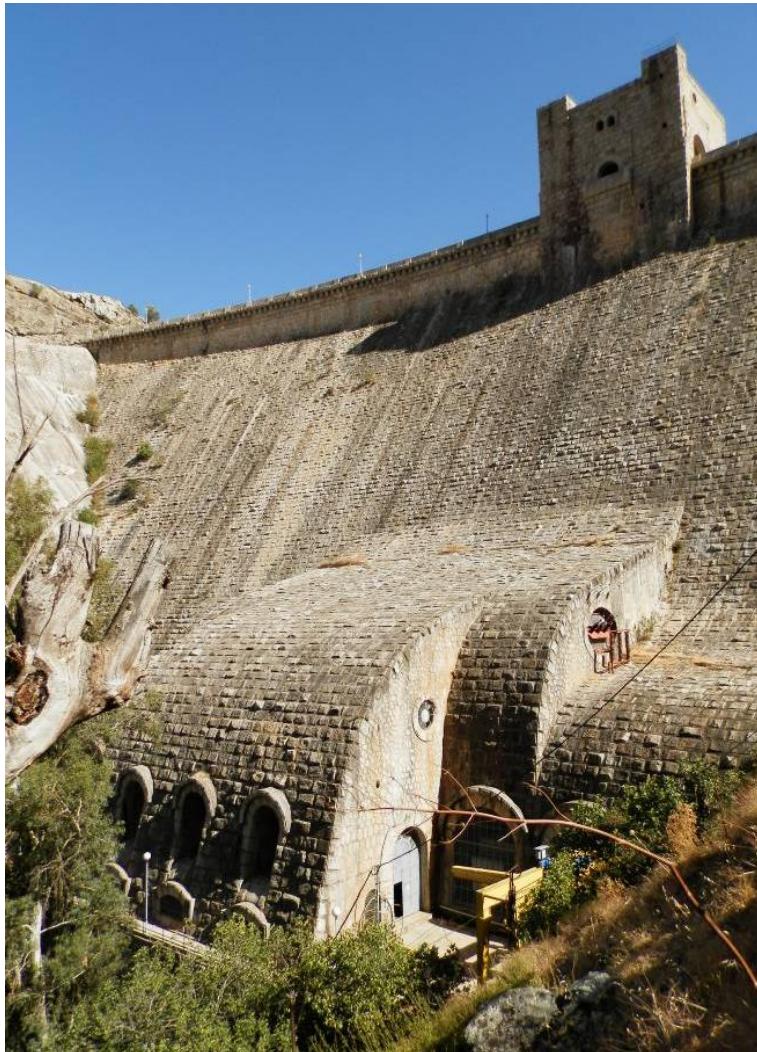
Sin duda el ejemplo más relevante por la novedosa solución adoptada es el de la presa de Jándula, situada en la cerrada granítica de La Lancha (Jaén). En este caso Casto innova una nueva fórmula constructiva; incorpora el edificio de la central a la pantalla de contención, la sitúa a pie de presa (fig. 180) y como dijo Antonio Barriónuevo “La central resulta una arquitectura sumergida bajo la superficie pétrea simulada del salto de agua” (Barriónuevo 1987).

Además de la integración de ambos elementos, Casto opta tanto en Jándula como después en la central de Encinarejo por aplicar lo que él llamaba “formas hidrodinámicas” al edificio de la central “[...], es decir, superficies que se adaptarían al agua en torrente que pudiera saltar por encima de la presa” (Cabrero y García 1999: 17). Pero, aunque parezca lo contrario, esto nunca llega a suceder puesto que el aliviadero se sitúa en un lateral y consta de un canal en superficie y un túnel excavado en la roca.¹¹⁸ Cuando uno llega a la coronación de la presa tras 10 km. en todoterreno por una mala carretera y descubre que tras ese imponente salto de agua se encuentra la central justo en el trasdós del muro de la presa uno se queda atónito ante tal audacia. Comprendes entonces las palabras citadas anteriormente por Félix Cabrero; es como si el agua acumulada en el embalse hubiese enfurecido y hubiera arrancado la pantalla de hormigón para reventarla haciéndola estallar en forma de olas de piedra. La integración de arquitectura y naturaleza no se podía haber logrado de mejor manera y como resultado “de un modo permanente el arte del arquitecto y la ciencia del ingeniero quedaban hermanadas para el futuro”¹¹⁹

En el centro de la coronación de la presa se ubica la torre de toma de agua que se remata a modo de torreón. Realizado, al igual que el resto de elementos, en hormigón armado, se recubre con piedra, a partir del nivel superior de la presa. Si bien en la fachada que da al embalse el formato del aplacado es el de una fábrica de piedra real, a partir de los alzados laterales

¹¹⁸ Tendríamos que esperar casi 25 años para poder experimentar, gracias al ingenio del pintor, escultor y arquitecto asturiano Joaquín Vaquero Palacios, cómo el agua ruge sobre el techo de una central hidroeléctrica en su salto de Grandas de Salime (Pérez Lastra 1992: 91-92). Tampoco es casual la comparación con la presa de Klingenberg (1908), obra de Hans Poelzig (Biraghi 1992: 16), de la que es formalmente deudora.

¹¹⁹ Comentario de Casto Fernández-Shaw acerca de la presa de Jándula, recogido en la Revista Guadalquivir nº 15 (1990).



175- Vista de la presa y central de Jándula desde aguas abajo

se pasa a una fábrica de mampostería concertada con recercado de huecos y peto de coronación con piezas regulares.

Al bajar por el pequeño funicular que se ha instalado para descender hasta la cota de la central la vista es sobrecogedora. Toda la línea de cornisa de la coronación de la presa está ejecutada con piezas que vuelan unas sobre otras en voladizo. El edificio de la central va cobrando protagonismo y sus formas se van haciendo más evidentes. Una vez abajo el conjunto de curvas y contracurvas unido al impresionante despiece de las piedras es espectacular (fig. 175).

Es destacable el detalle con el que se ha trabajado el relieve de las piedras con las que están forrados el edificio y la pantalla. Hay dos tipos de tallado, el de los paramentos paralelos a la pantalla que tienen mucho relieve y el de los perpendiculares (las fachadas laterales del edificio de la central), en los cuales se



- Salto de Jándula
(de arriba abajo y
de izquierda a derecha):
- 176-** Detalle de puerta en la sala de transformadores
- 177-** Ventana y detalle decorativo
- 178-** Ventana ovoide en la sala de transformadores
- 179-** Vista interior de la sala de alternadores

colocan piezas planas con formas poligonales a modo de mampostería concertada. Los huecos de ventanas y puertas se basan todos en las formas curvas: arcos de medio punto, ventanas ovaladas, respiraderos de la sala de turbinas, relieves circulares concéntricos decorando las puertas, remaches metálicos... No en vano, casi todos sus proyectos futuristas (la Torre del Espectáculo, el Palacio de Congresos de Madrid, el Faro-Monumento a Colón...), se someten a la siempre complicada planta circular (figs. 176 a 178).

Al entrar en la gran nave de alternadores se tiene una sensación parecida a la que uno experimenta al entrar en una catedral, tal vez sea la suma de elementos: una insospechada gran altura, la cubierta abovedada y las ventanas circulares como si fueran rosetones (fig. 179). El interior es todo oscuro, y el escaso espacio existente entre los alternadores ayuda a crear una atmósfera un tanto claustrofóbica. Las paredes no están forradas, es mortero con un despiece hecho con un estilete a

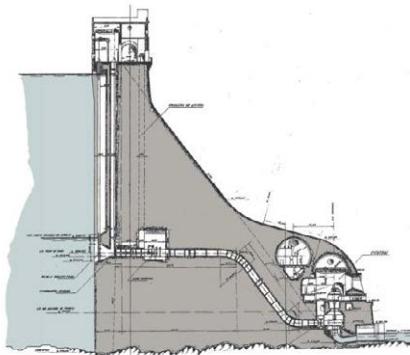
modo de bloques, y el zócalo es de mármol negro marquina. Los suelos son de baldosa hidráulica hexagonal, muy parecidos a los utilizados en el Metro de Madrid. La sala de mandos está abierta directamente hacia los alternadores y resulta angosta, con toda la maquinaria agolpada una al lado de la otra.

La sala de turbinas (debajo de la sala de alternadores), es un espacio laberíntico de dos plantas bajo el nivel del agua, donde la humedad, el agua y el salitre están continuamente presentes. Cada grupo está en un habitáculo separado y hay que pasar por cada uno para llegar al otro. En un lateral se ve un foso por donde entra el agua y una tubería que comunica a todos los grupos donde está el refrigerante. También hay un foso de achique para quitar el agua sobrante que rezuma. Todo esto acrecienta el carácter de bunker que tiene el conjunto.

El resto de dependencias de la central (almacenes, talleres, subestación, sala de transformadores...), son piezas cilíndricas adosadas a ambos lados de la sala de alternadores (comunicadas por una escalera que en algunos momentos nos recuerda a los dibujos de Escher), y también sorprenden por la presencia continua del muro inclinado de la presa como pared de fondo, que contrasta a su vez con los techos, todos abovedados, formando así un extraño y fascinante contrapunto visual que puede llegar a ser desasosegante, sobre todo al recordar los espacios de Pirannessi, y porque muchas de las salas están mal iluminadas y ya no tienen un uso definido, de tal manera que el aspecto general se asemeja mucho a una nave espacial abandonada porque se ha quedado anticuada (fig. 181).

En definitiva, se trata de, como comenta Nicolás Carbajal Ballell, “una obra de extraordinario valor por la dificultad que supone llevar a la práctica con rigor una compleja ideación abstracta”, donde “aúna su vocación monumental con su constante preocupación técnica, tendencias ambas que encuentran un denominador común en la vocación de trascendencia” (Carbajal 2014: 100), que queda perfectamente reflejada en las palabras de Casto acerca de la construcción de la presa: “los 600 truenos de los barrenos lanzados cada día en las canteras [...] eran cantos de paz. Y la presa se terminó y el curso del Guadalquivir quedó regulado y las cosechas, cuando vino la sequía, se salvaron.” (Sobrino 1999: 36)

El conjunto del Salto del Jándula fue declarado Bien de Interés Cultural el 26 de febrero de 2006.



Salto de Jándula
(de arriba abajo):

180- Sección transversal de la presa con la central pegada a la pared de la misma [Archivo Endesa]

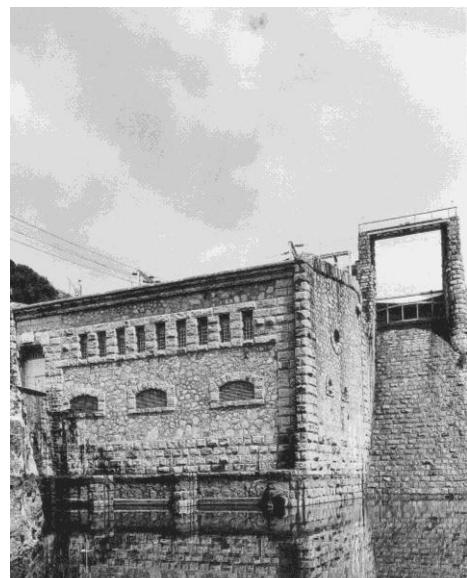
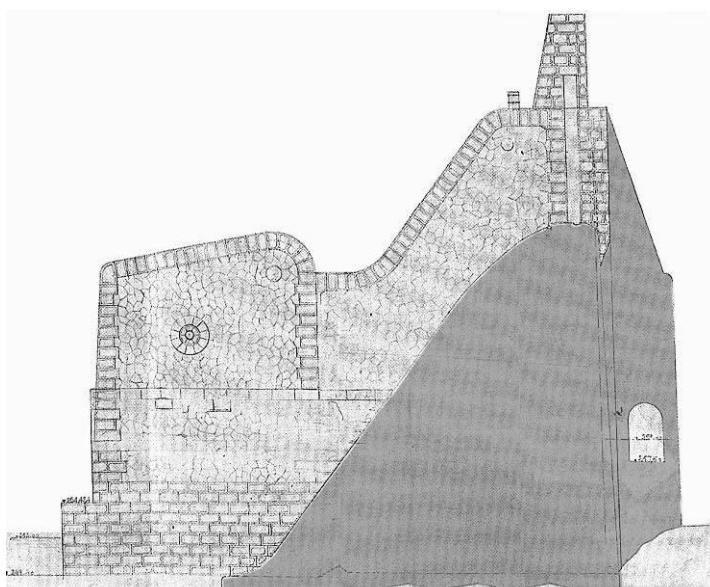
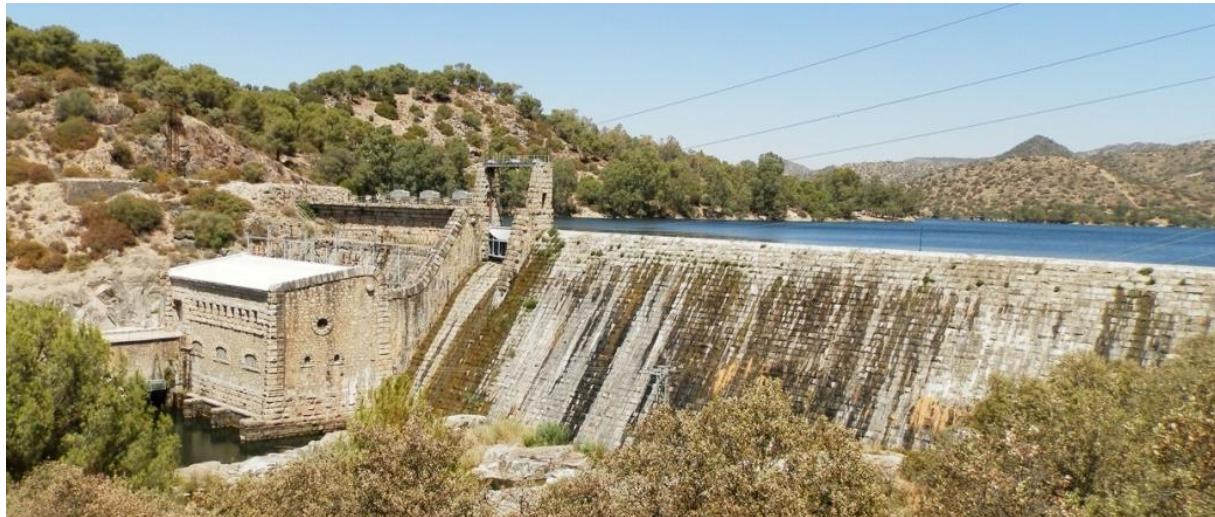
181- Vista interior de la sala de transformadores

2.2.4. Salto de Encinarejo

Esta presa y su central fueron construidas prácticamente al mismo tiempo que Jándula, aguas abajo de la misma, y de hecho se aprovechó a todo el personal encargado de la primera obra para trabajar en Encinarejo (fig. 182). Aquí, Casto vuelve a utilizar el recurso poético de la central adosada a la pared de la presa, aunque en este caso el resultado no es tan limpio y puro como en Jándula. Fernández-Shaw llega a admitir que "la obra del Arquitecto es ínfima y se ve aplastada por el muro de la presa" (Cabrero y García 1999: 46).

Sin embargo, no son obras que deban ser comparadas. La escala de la intervención, la altura de la presa, el tamaño de la central con respecto al muro inclinado, etc. son elementos completamente opuestos que nos hablan de dos arquitecturas que no tienen por qué competir. Mientras Jándula se encuentra en un valle encajonado, y su espectacular altura queda enfatizada por la central a pie de presa, simétrica y orgánica, en Encinarejo, la presa es ligeramente más alta que el edificio de la central (fig. 183), el cual no pretende integrarse realmente en el muro inclinado, sino que se separa ligeramente de él como un submarino varado, adosado al aliviadero y en un lateral de la presa, de tal manera que entre ambos se sitúa la subestación en superficie, como un elemento de transición.

Es este edificio una hermosa muestra del Casto más expresivo y simbólico. La fachada principal nos recuerda a un molino antiguo (fig. 184), con las ventanas de la sala de turbinas semejantes a los socaces por donde aliviaría el agua. La presencia de la piedra granítica del lugar (que sirve de revestimiento a la estructura de hormigón armado), tallada toscamente en los encintados de huecos y esquinas y de la mampostería concertada en el resto de paramentos, nos da una idea del carácter másico de la construcción. Sin embargo, la fachada lateral nos muestra un mundo mucho más complejo y alegórico. El edificio aquí se asemeja a una especie de máquina tecnológica futurista (rueda de engranaje incluida), como un "nautilus" atrapado por las suaves formas curvas que surgen del aliviadero. Lamentablemente, por dentro la central está bastante deteriorada (ni siquiera hay un operario para vigilarla), y el aspecto general es de solitario abandono y dejadez (fig. 185).



Salto de Encinarejo
(de arriba abajo y
de izquierda a derecha):

182- Vista aguas abajo.
Obsérvese la proporción
entre la central y la presa

183- Sección de la presa, con la
central detrás.

184- Vista exterior de la central

185- Vista interior de la sala de
alternadores

2.2.5. Presa y central de Alcalá del Río

En la última obra hidráulica que diseñó para Mengemor, Casto retoma las ideas historicistas que aplicara en El Carpio, aunque en este caso la presa y la central se encuentran adosadas y la unidad compositiva está magistralmente resuelta con un firme edificio que mezcla un racionalismo austero con una reinterpretación muy inteligente del castillo medieval (incluso visualmente vinculado a la iglesia y torre mudéjares de Santa María de la Asunción), y perfectamente integrado con las pilastras entre las compuertas de la presa, de una rotundidad sorprendente y colosal (fig. 186). La estructura es de hormigón armado entera, con un despiece a base de pequeñas franjas de cemento que imita sillería de piedra. Los pilares que sustentan el puente grúa del interior se muestran al exterior sin complejos, como si se tratases de los contrafuertes de un alcázar. También aquí Casto repite el recurso decorativo (que tan bien resultó en El Carpio), de las plaquetas de color azul para simular, en el peto de la cubierta, un pretil almenado.

La sensación de estar frente a una fortaleza se acentúa por el hecho de que los huecos de fachada están situados a una considerable altura y su dimensión es pequeña comparada con la de los alzados. Además, el único punto de acceso al interior de la central es un monumental portalón en arco de medio punto que destaca en un paño casi ciego (fig. 187).

El resultado final es un conjunto sobrio, imponente, de líneas puras y con escasas concesiones a la decoración, aunque el entorno es desolador: los márgenes del río no están cuidados (por ejemplo, cerca de la torre de desencubado hay un jardín de Javier Winthuysen, propiedad del Ayuntamiento, completamente abandonado), y alrededor de la presa hay suciedad, maleza, construcciones en ruinas, vallas de obra, descampados... Los coches circulan a toda velocidad por la carretera que pasa sobre la presa y la acera es casi inexistente y muy mal conservada.

En el interior, al traspasar el enorme portalón, descubrimos una puerta similar simétrica a la de la entrada pero sin el remate en forma de arco de medio punto, y abierta al paisaje fluvial (fig. 191). Giramos la cabeza y entonces descubrimos la alargada, limpia y diáfana sala de alternadores escasamente iluminada por las minúsculas ventanas en sus testeros longitudinales, rodeada en todo su contorno por un zócalo de cerámica color crema y dominada por la sala de control en un nivel superior (fig. 188).



Casi todos los elementos decorativos son originales, desde los pomos de las ventanas hasta el alicatado de los paramentos, de tal manera que nos encontramos, para nuestra sorpresa, con la misma barandilla metálica (de sugerentes líneas curvas), y el mismo azulejo iridiscente decorado en tonos azules con figuras vegetales, que se utilizaba en las primeras líneas del Metro de Madrid y en la Nave de Motores de la subestación de Pacífico (fig. 189). La pregunta que nos hacemos entonces es si el resto de centrales de Mengemor (incluida la de Mengíbar, de Antonio Palacios), tenían la misma decoración y se ha perdido (por reformas, incendios...), o por el contrario el ornamento de Alcalá del Río se quiso hacer diferente a propósito.

El suelo de entrada también es original y es de piedras de canto rodado formando el dibujo de un sol del cual salen despedidos hacia fuera ocho rayos que simbolizan la turbina y la energía eléctrica (fig. 190). Este emblema volvería a aparecer en la Central de Salime, de Joaquín Vaquero Palacios.

La salas de mandos y de turbinas (fig. 192) conservan maquinaria y herramientas originales (la mayoría de las cuales se va a destinar al museo de El Carpio), pero las dependencias traseras han sido muy transformadas (por razones de uso, seguridad, higiene, etc.), y de entre ellas destaca un pequeño archivo donde se ha ido recopilando en larguísimas estanterías que llegan hasta el techo, toda la información que había en la central (planos, registros, memorias, publicaciones, etc.).

186- Vista de la presa y central de Alcalá del Río desde aguas arriba



187- Vista de la central de Alcalá del Río desde aguas abajo

Al otro lado de la enorme nave nos encontramos con el torreón de acceso al puente de la presa de compuertas. Este volumen, evidentemente fuera de escala, es un giño explícito a la torre de la iglesia del pueblo y se convierte así en un hito referenciador a escala urbana. El detalle del balcón abierto al río y al paisaje nos recuerda al *elefante* de El Carpio, pero sin la escultura de Juan Cristóbal, parece como si el edificio adquiriera un carácter más sintético, abstracto y riguroso.

Volvemos de nuevo al interior y antes de marcharnos, pese a estar todos los grupos en funcionamiento, nos aborda una extraña sensación de quietud, de encontrarnos ante un edificio petrificado en el tiempo, quizás porque conserva aún mucho de la construcción primigenia, pero en un estado de conservación que hubiera sido del agrado del Ruskin más riguroso.

Se da la circunstancia de que esta presa era la primera que Carlos Mendoza había proyectado para su idea de Canalización y Navegabilidad del Guadalquivir. Como comenta Vicente Machimbarrena: “era lógico situar en este punto el primer salto, casi donde acaba la ría y empieza el río”, pero también ofrecía “serias dificultades levantar allí una presa de 8 m. donde la margen izquierda del río está constituida por terrenos bajos inundables en las avenidas” (Machimbarrena 1945: 224).

En definitiva, como afirma Julián Sobrino, la central y presa de Alcalá del Río se pueden definir “como un ejemplo de limpieza, orden y eficacia, el prototipo de la energía hidráulica: alta tecnología sin estridencias, incorporando paisaje, producción y arquitectura.” (Sobrino 1999: 40)



Presa y central de Alcalá del Río
(de izquierda a derecha y
de arriba abajo):

188- Vista del interior de la central,
sala de máquinas

189- Detalle del alicatado decorativo

190- Suelo de canto rodado original

191- Detalle de la puerta de salida
hacia el río

192- Vista interior de la sala de
turbinas

2.3. JOAQUÍN VAQUERO PALACIOS: LA INTEGRACIÓN DE LAS ARTES

Joaquín Vaquero Palacios (Oviedo, 1900 - Madrid, 1998), arquitecto, pintor y escultor destaca sobre todo por su versatilidad creadora, por su capacidad plástica, por el discurso narrativo único y coherente con el que trata sus creaciones donde consigue imbricar estas tres artes (en las obras industriales habría que añadir una cuarta: la ingeniería), y por su manera de aunar en cada proyecto el continente y el contenido. En las centrales hidroeléctricas que realizó para la Sociedad Hidroeléctrica del Cantábrico (Grandas de Salime, Proaza, Miranda y Tanes), Vaquero Palacios conjuga los aspectos funcionales con los artísticos, dando así una hermosa lección sobre las posibilidades del arte para humanizar y dignificar espacios que de otro modo resultarían asfixiantes. "Se trata de obras exemplificadoras de la dialéctica pasado-futuro, de la complementariedad Metafísica-Futurismo" (Pérez Lastra 1992: 85) con unos interiores donde la máquina es valorada como escultura y con un encomiable afán didáctico en los murales decorativos. En todas sus obras se busca una doble confrontación: Naturaleza - Tecnología y Pasado - Futuro, representadas cada una de ellas en el material pétreo y la maquinaria de la central respectivamente, y no exentas de cierta monumentalidad y algunos gestos historicistas (los pilones de Miranda, por ejemplo), pese a su reticencia a usar lenguajes históricos "salvo en el caso de algún monumento que por su carácter especial lo exija" (García-Gutiérrez y Egaña 2014: 172). Probablemente se refería a proyectos como el faro de Colón (Egaña 2010: 164), o el concurso para la catedral metropolitana de San Salvador, ambos junto a Luis Moya.

La relación entre Vaquero Palacios y la empresa Hidroeléctrica del Cantábrico (§ 1.2.3.), para la que trabajó durante casi treinta años diseñando no sólo sus centrales hidroeléctricas sino también la sede social de la compañía en Oviedo, tiene raíces familiares: su padre, Narciso Hernández Vaquero, Ayudante de Obras Públicas, fue fundador y presidente de la compañía durante 1939 y 1958. La vinculación que Narciso mantuvo con José Partiere y Lenegre, así como con Policarpo Herrero –hijo del fundador del Banco Herrero– le permitió sacar adelante un conjunto de interesantes proyectos relacionados con la producción de energía eléctrica.¹²⁰

¹²⁰ Entre sus proyectos destacan el abastecimiento de aguas a la ciudad de Oviedo, atendiendo al encargo de la Sociedad Popular Ovetense, así como la iluminación pública, la fábrica de gas y el tranvía de mulas de la capital

Con respecto a la labor integradora que defiende Vaquero Palacios (fig. 193), el propio arquitecto comentaba:

Inútil es decir que la integración de las artes no es ningún descubrimiento de ahora. Desde que el hombre puso sus pies sobre la tierra y hubo de guarecerse al cobijo de algo, la integración ha tenido lugar. De la manera más patente se nos muestra en los abrigos y en las cuevas prehistóricas. La arquitectura para vivir, la arquitectura para los muertos (egipcios, etruscos, mayas...), para los cultos religiosos, ya integraron desde siempre, la pintura y la escultura. El fenómeno continúa sin detenerse, ha venido la industria y hoy la integración es una absoluta necesidad. ¿Por qué? ¿Para qué? Pues porque nuestra actividad actual está desbordada y nuestro organismo necesita ser apaciguado de alguna forma para sobrevivir a la tensión a la que se le somete cada vez con mayor exigencia. (Vaquero 1998: 116)

Vaquero Palacios intervino exclusivamente como pintor y escultor en las centrales de Salime, Miranda y Tanes, donde las obras ya estaban comenzadas cuando se incorporó a los grupos de trabajo, sin embargo en Proaza sí pudo diseñar desde cero el edificio y el resultado es una notable obra integradora de arte total, resuelta a partir de su propia volumetría (Pérez Lastra 1992: 114). Consciente de sus limitados recursos y del tamaño de estas monumentales obras de ingeniería, las intervenciones de Vaquero en las presas y centrales serán puntuales pero muy significativas, localizándose siempre en lugares de máxima tensión (los remates de la presa de Salime, los pilones de entrada a Miranda, la bóveda pintada de Tanes...) (García-Pola 2002: 98). Las salas de turbinas de estos edificios quedan así convertidas en templos de la energía cargados de sugerencias míticas, pero también se trata de espacios que alimentan las fantasías tecno-futuristas de una sociedad fascinada con el progreso (Nanclares y Ruiz 2015: 301).

Otras obras industriales interesantes de Vaquero Palacios son la fábrica de gas de Oviedo (1933-1935),¹²¹ la central térmica de Aboño (1969-1980), o la subestación de Carrión.



193- Joaquín Vaquero Palacios y su esposa Rosa Turcios en 1947
[Pérez Lastra 1992: 28]

asturiana. En lo que concierne a la producción hidroeléctrica, adquirió una particular notoriedad su idea de explotar los ríos Valle y Saliencia, en Somiedo (Tielve 2011: 122).

¹²¹ Se encargó de los proyectos de oficinas y vivienda del director, con un personal lenguaje y una interesante composición de volúmenes, a la que se añade el aplacado cerámico de vivo color azul que “provoca un interesante

2.3.1. Presa y central de Grandas de Salime

La primera obra que Vaquero realizó para la empresa Hidroeléctrica del Cantábrico fue la adecuación de los espacios interiores y exteriores del Salto de Grandas de Salime (Asturias; 1946-1954), obra faraónica y superlativa (fig. 194) que supuso la unión de dos empresas rivales en la generación y distribución de la energía: HC y Electra de Viesgo (formaron la sociedad Saltos del Navia que aún hoy explota la central).

Levantar la que en aquel momento iba a ser la mayor presa de España y de Europa (con una altura sobre cimientos de 132 m.) supuso, además de la desaparición de pequeños núcleos de población, la realización de una obra ingente y colosal que movilizó a 3500 trabajadores¹²² (de los cuales se estima que murieron en la obra unos 300), y el vertido de varios centenares de miles de metros cúbicos de hormigón (aproximadamente 700000 m³). Las instalaciones auxiliares de machaqueo de árido, fabricación y puesta en obra del hormigón fueron realmente gigantescas y espectaculares para la época y las condiciones económicas en las que vivía el país tras la Guerra Civil, llegándose a lograr rendimientos de vertido de 4000 m³ en un día (Aguiló 2005: 238)

Pero no es éste el único aspecto destacable del Salto de Salime. La presa fue pionera en muchos aspectos: se construyó un teleférico de 35,5 km. de longitud entre el embarcadero de El Espín en la ría de Navia hasta la presa, siendo el de mayor longitud de España.¹²³ También se innovó en el empleo, inédito hasta entonces, de adiciones de escorias de altos hornos al cemento, así como la utilización de vibradores en el hormigonado, técnica sólo utilizada hasta entonces en vigas y forjados, pero no en presas (Aguiló 2005: 238)

juego de reflejos que desmaterializan los volúmenes y dotan al conjunto de una fascinante percepción moderna" (Cuesta 1998: 162)

¹²² Para alojarlos se construyeron 4 poblados en las cercanías de la obra: Pancega, Campín, Eritaña y Vistalegre, todos ellos dotados de capilla, economato, cine, escuela de niños, peluquería, cantina... (Tielve 2007: 77) Actualmente todos ellos están abandonados.

¹²³ Este cable transportador aéreo contaba con seis estaciones intermedias y una capacidad de carga de 40 T/h. La línea se subdividió en varios tramos automotores y una estación central de carga y descarga que se utilizaría para no interrumpir el servicio parcial en caso de avería de una de las partes (sin autor 1957: 63)

Además, la solución para el diseño y emplazamiento de la central fue también valiente y novedosa: se ubicó a pie de presa, pegada a la pared de la misma y además con el aliviadero situado justo encima de la cubierta de la central (fig. 195), de tal manera que al desaguar la presa se oye desde dentro de la central el estruendo del agua y se siente la vibración y el rumor del torrente golpeando el techo de la central, en una experiencia sensitiva difícilmente explicable que resulta sobreogedora.¹²⁴

La empresa quiso darle a esta obra un carácter excepcional, tanto por su ejecución como por su especial cuidado en el aspecto estético, tanto en el interior como en el aspecto arquitectónico exterior y sus accesos y por eso encargó esta labor a Vaquero Palacios y su hijo, Vaquero Turcios (Pico 1963: 55). Podemos ver la mano del arquitecto en el diseño de los contrafuertes y en los castilletes de coronación. Los relieves de la fachada de la central y los remates figurativos de la presa (que no llegaron a realizarse) son obra del Vaquero escultor. En el interior, además de diversos elementos de decoración, podemos apreciar una de las obras más conocidas del Vaquero pintor: los murales que coronan las paredes longitudinales de la sala de turbinas de la central de Salime. En la pared aguas arriba, Vaquero y su hijo, Joaquín Vaquero Turcios¹²⁵ proyectan un enorme mural alegórico sobre la construcción de la presa en concreto y la hidroelectricidad en general. El resultado es un sobreogedor homenaje a la era industrial lleno de colorido, singular en su género tanto por el tema como por su ubicación. En la pared contraria encontramos otro mural, llamado “la Chispa”, también ejecutado por Vaquero Turcios y que representa una descarga eléctrica entre dos polos.

La cuidada intervención de Vaquero en la presa enlaza con la tradición expresionista germánica, de Erich Mendelsohn y Hans Poelzig, proporcionando una poderosa fuerza final a la



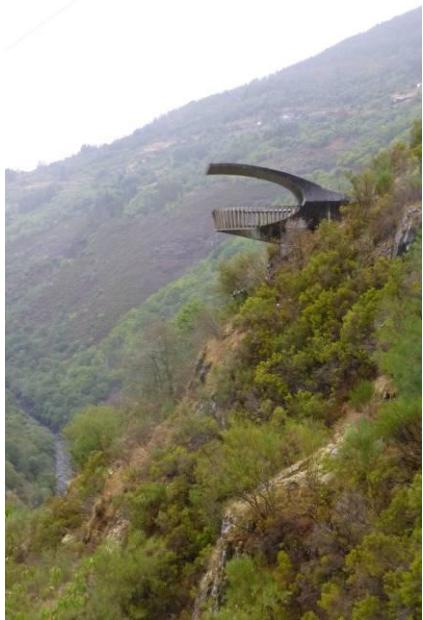
¹²⁴ Ya existían en España otros casos anteriores de centrales a pie de presa, como la de Jándula (1930) de Casto Fernández-Shaw, de la que nos hemos ocupado en el punto 2.2.3. o la central de Gaitanejo (1927). (Aguiló 2005: 20). Posteriormente también se aplicó este diseño en la central de Contreras (1975), copiando literalmente el diseño de la presa de Grandas de Salime.

¹²⁵ Joaquín Vaquero Turcios (Madrid 1933 - Santander 2010), se encargó de la ejecución de este enorme mural de 60 metros de largo y 5 de alto. En el año 2001 restauró el conjunto pictórico además de completar la decoración de las ménsulas en la sala de máquinas con retratos y frases célebres de Picasso, Freud, Planck y Einstein, que estaban en el proyecto original pero no pudieron ser pintadas en su momento por la censura franquista. (García Braña 2005: 117)

Salto de Grandas de Salime
(de arriba abajo):

194- Vista general de la presa desde el mirador de la Ballena

195- Central a pie de presa y arriba el aliviadero



196- Mirador de la Ballena, obra de Joaquín Vaquero Turcios

monumentalidad de la presa aprovechando las posibilidades plásticas del hormigón armado (Tielve 2011: 119). Como afirma Natalia Tielve:

El Salto es tratado por Vaquero Palacios como una unidad plástica total que abarca desde la construcción ingenieril, con su escala monumental y su estética sencilla y poderosa, incrustada en un espléndido paisaje, hasta la posibilidad de enriquecer el conjunto con la presencia de las artes plásticas y el diseño. Se logra así una armonía entre funcionalidad y ornato, cuidado expresivo y dignidad, técnica y belleza, convirtiendo lo que de otro modo podía ser una masa opresiva en un elemento de gran valor estético (Tielve 2007: 48).

En la presa Vaquero proyecta los miradores y casetas que coronan el muro, "con un afán expresivo de la dinámica que se pone en juego con el movimiento de las compuertas (Nanclares y Ruiz 2015: 303). Se trata de unas formas albeadas y muy esbeltas de hormigón armado que recuerdan a una corriente de agua que se abalanza sobre la carretera. Así Vaquero enfatiza el movimiento y la deformación expresiva de la materia que se obtienen usando el hormigón. Entre ellas se sitúan las compuertas por las que el agua cae cuando se abre el aliviadero. Para la coronación también existía un proyecto, no ejecutado, de colocar en los extremos de la presa dos monumentales halcones bajo los cuales circularían los coches y que tenían sendos balcones en sus cabezas a los cuales se accedía por unas escaleras situadas en las colas de los animales.¹²⁶

Muy cerca de allí y por la carretera AS14 que conduce a Pola de Allende, en la margen derecha del río aguas abajo, se encuentra el llamado *Mirador de la Ballena*. Ejecutado completamente en hormigón armado con un encofrado de madera muy expresivo que deja ver los nudos de los listones y en voladizo sobre el río, es obra de Vaquero Turcios y su forma es semejante a la boca de un cetáceo (fig. 196), que se asoma sobre el valle para poder contemplar en toda su magnitud y esplendor esta obra del triunfo de la ingeniería sobre la naturaleza. Es desde aquí desde

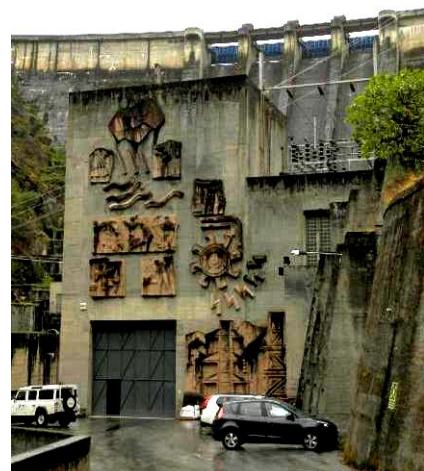
¹²⁶ En el proyecto original los pájaros eran águilas, pero se desestimó la idea por las connotaciones políticas que tenía (temieron por su integridad al acercarse demasiado a la simbología franquista, según comenta M. S. Marqués en un artículo publicado el 15 de mayo de 2011 en el periódico *La Nueva España*). Aún hoy se pueden ver en la sala de descanso del personal la maqueta de estas gigantescas esculturas con pinturas de Vaquero que nos recuerdan cómo la escala de monumentalidad que hubiese alcanzado la obra hubiese sido mucho mayor.

donde se puede admirar la salvaje belleza de esta cerrada, rodeada de vegetación y donde los elementos industriales ya abandonados (tolvas, almacenes, vías férreas...), se integran perfectamente como ruinas evocadoras de una Arqueología Industrial no muy lejana en el tiempo que hubiesen sido aprobadas por Ruskin.

Un último mirador estaba situado en las inmediaciones del acceso a la central, y consistía en una liviana plataforma de hormigón visto que permitía ver el aliviadero de la presa de frente y de manera más cercana. Una avenida de agua se lo llevó por delante en los años 60.

En el edificio de la central, Vaquero realiza varias intervenciones. Al exterior, en la fachada de entrada a la galería de acceso y la subestación, realiza unos monumentales bajorrelieves que se integran muy bien en el áspero y grandioso paisaje circundante (fig. 197). Se trata de varios fragmentos tallados en grandes bloques de hormigón de mármol rojo de Alicante montados empotrandos su trasdós en el muro de la fachada de la central (Pico 1963: 56). El tema escogido es una alegoría de cómo se genera la corriente eléctrica, desde la nube que descarga agua hasta las torres de alta tensión que transportan la electricidad.¹²⁷ Sobre este conjunto escultórico comenta Vaquero:

Desde lo que sería la cota de coronación, una carretera en descenso rápido por la ladera izquierda aguas abajo y tras varias revueltas, ya casi en la orilla del río, un giro sobre sí misma hacia aguas arriba y enseguida un breve ensanche o explanada para topar con una edificación plana y casi ciega, con un solo y único hueco: un portón de grandes dimensiones, que habría de constituir el único acceso. [...] Para mí este edificio era la faz, el primer impacto, el tope y parada obligada al llegar al Salto. [...] Pensé entonces en proyectar una teoría de relieves que al modo de narrador describiese al visitante en breves imágenes el proceso de producción de la energía eléctrica. Y con este espíritu realicé los bajorrelieves que representan *Las nubes*, *La lluvia*, *Las observaciones meteorológicas*, *La toma de datos*, *Las aguas en libertad*, *La compuerta*, *Las aguas encauzadas*, *La turbina*, *La energía*, *Las líneas de transporte*, *Las obras*, *El técnico* y *El operador del*



197- Entrada al complejo de Salime. Se pueden observar los bajorrelieves sobre la puerta de acceso

¹²⁷ Pérez Lastra pone en relación estos relieves con las pinturas que Sironi y Campligi dedicaron al mundo del trabajo, no sólo por las posibles analogías temáticas sino también porque Vaquero, en su estancia en Roma, entabló amistad con ambos artistas (Pérez Lastra 1992: 92)

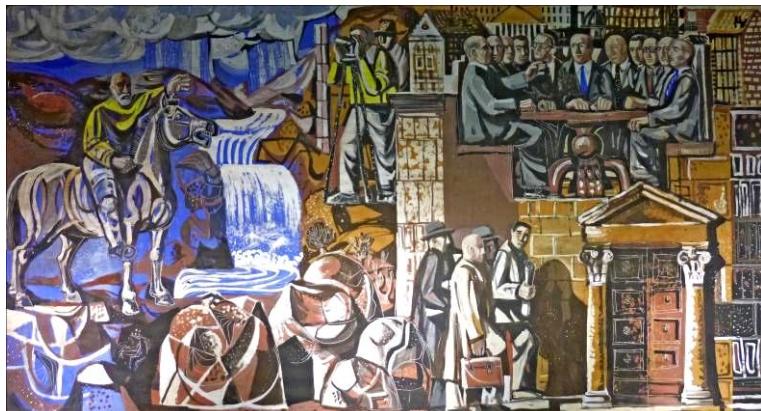
cuadro. Toda una serie de motivos para imaginar esquemáticamente lo que estaba sucediendo detrás del telón (Fernández, Toribio y Vaquero 1989: 29)

Ya en el interior, Vaquero se enfrenta a otro reto fundamental, la decoración de los espacios industriales. Aparte de diseñar casi todos los elementos de mobiliario (luminarias, techos, mesas, cuadros de mando...), los Vaquero, padre e hijo, acometen una monumental empresa en la sala de turbinas ejecutando un mural (fig. 203) que ocupara todo lo largo de la sala de máquinas y que sirviera como narración didáctica que explicara, sólo con imágenes, cómo se concibió y se construyó el Salto. Así, del mismo modo que en las iglesias románicas se explicaban episodios de la Biblia a través de cuadros, Vaquero nos adentra en el mundo industrial con todas sus consecuencias: vemos tanto las maravillas de la tecnología y las posibilidades de la electricidad como motor de futuro como las miserias que producen en los habitantes de los pueblos que han de ser desalojados o las masas de obreros que sufren y mueren en la obra. (fig. 198 y 199). El mural es continuo,¹²⁸ pero por su temática se puede dividir en cuatro partes: La invención del Salto, Los consejeros, Los ingenieros, Los obreros, Los directores de obra y artistas, Los mandos y El transformador (Vaquero Palacios y Vaquero Turcios 1956: 17, 18, 20)

Los propios artistas describen así la sensación que produce la contemplación de su mural:

Esta pintura, ruda y fuerte, exige como todas, y posiblemente más que otras, su visión directa y en el sitio. El "acompañamiento" del ruido de las turbinas la empasta y unifica de manera muy notable. Es asimismo precisa su visión continua: la obligada fragmentación de las fotografías merma notablemente el sentido general de la composición (Vaquero Palacios y Vaquero Turcios 1956: 17)

¹²⁸ "Se trata un monumental friso narrativo que exige una lectura continua, a fin de aprehender el sentido global de la obra y comprender la larga y laboriosa experiencia constructiva del Salto. De tal modo, son relatados en cadena, siguiendo un discurso cronológico, los diferentes momentos que conllevó su ejecución, desde la génesis del proyecto hasta las aplicaciones de la electricidad" (Tielve 2007: 59)



198- Mural de Grandas de Salime
(de arriba abajo):
La Invención del Salto y los
Consejeros
Los Ingenieros
Los Obreros
Los Directores de Obra y Artistas



199- Mural de Grandas de Salime
(de arriba abajo):
Los Mandos
El Transformador



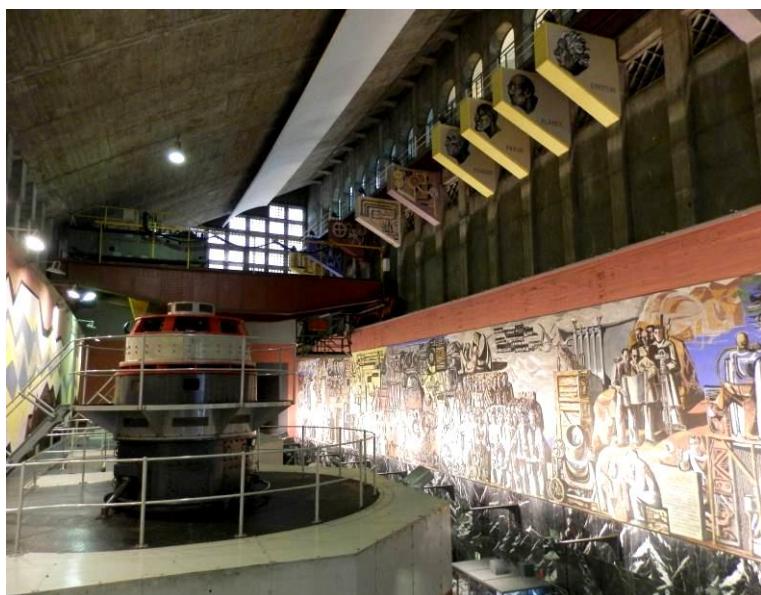
200- Mural en la sala de mandos que
representa las centrales
construidas por HC en el año en
que se finalizó Salime



201- Sala de mandos

En la pared contraria se encuentra la otra pintura mural (fig. 205). Se trata de una sencilla composición geométrica abstracta, constructivista, que se desarrolla en un encadenamiento rítmico de módulos de colores planos pero dominantes y eléctricos (azul, amarillo, gris, negro y blanco), que reproduce una forma ondulante y tensa: la descarga eléctrica entre dos polos (Tielve 2007: 58).

Otros elementos interesantes de diseño interior son la escalera de subida desde la sala de alternadores a la sala de mandos (cuya barandilla es un hilo de cobre continuo que va la recorre de lado a lado, fig. 204), o la zona de descanso de la planta superior, que reproduce la forma de una turbina (la mesa circular es el rotor, el sofá el estator, los apoyabrazos las palas y justo encima de todo hay una luz circular suspendida, metáfora de la luz generada en la turbina, fig. 202) y que está tan magníficamente diseñada que al sentarse en el sofá circular es prácticamente imposible escuchar el ensordecedor ruido de las turbinas en la planta inferior.



Central de Grandas de Salime
(de arriba abajo
y de izquierda a derecha):

202- "El Refugio"

203- Vista general del mural en la sala de máquinas

204- Escalera de comunicación entre la sala de máquinas y la de mandos

205- Detalle del mural "La Chispa"



2.3.2 Central de Miranda

En la central subterránea de Miranda¹²⁹ (Asturias; 1958-1962), la intervención de Vaquero se concentra en la ordenación de los volúmenes exteriores y en el acondicionamiento del interior de la central subterránea (de 12 metros de frente y 40 de fondo).

Vaquero vuelve a desplegar su fuerza expresionista y en este caso (al contrario de lo que sucede en Salime, donde los relieves se colocaron con posterioridad sobre el paramento de hormigón) esculpe para los enormes pilones que flanquean la entrada a la central (fig. 207), directamente sobre el hormigón, dos grandes figuras alegóricas de aire egipcio: Prometeo con el fuego y Atlas cargando con el peso del universo, símbolos del calor y la luz y de la fuerza y el movimiento respectivamente, esto es, cuatro de las aplicaciones fundamentales de la energía eléctrica (Fernández, Toribio y Vaquero 1989: 43). A modo de monumentales pilones, proporcionan una singular solemnidad a la entrada a la central (Tielve 2011: 127) Vaquero Palacios comenta cómo ejecutó estos dos enormes bajorrelieves:

Las siluetas de estas dos figuras fueron dibujadas practicando una profunda incisión definiendo su contorno exterior y con líneas incisas más leves para los trazos interiores. Las superficies contenidas dentro del perímetro general fueron talladas con un modelado suave o simplemente en plano (Pérez Lastra 1992: 210).

La escala de las figuras consigue disminuir la magnitud de las arquitecturas (fig. 206) y, como en el Mercado de Santiago de Compostela (1938), utiliza la historia como material de proyecto, en este caso haciendo una alusión directa a la arquitectura de la pirámide de Keops, con su solemne entradadescenso hacia la "sala de máquinas-cámara funeraria" (Pérez Lastra 1992: 93).

A la manera como los egipcios trabajaban los pilones, Vaquero talla estas dos figuras directamente en los duros paramentos de hormigón, en el que se emplearon cantos rodados de cuarcita de diversas tonalidades (desde el blanco hasta el violeta y el rojo oscuro) que reflejan una textura de extraordinaria belleza al ser cortados (Pico 1963: 58). En el centro de la composición, sobre la pesada puerta que da acceso al interior de la central, fijó

¹²⁹ Ubicada en el concejo de Belmonte, aprovecha las aguas recogidas y canalizadas de los ríos Somiedo y Pigüeña (y ya utilizadas en las centrales de la Riera y la Malva), con un canal de unos 23 km. de longitud.

Vaquero al aire una escultura de hierro y cobre que representa un campo magnético y bajo la cual se ha tallado el nombre de la empresa hidroeléctrica en el dintel de hormigón. En Miranda, las dos gigantescas figuras grabadas en la superficie de hormigón de las chimeneas de ventilación son suficientes para caracterizar el conjunto y enfatizar la entrada del túnel que conduce a la central excavada (García-Pola 1997: 98)

El conjunto de construcciones exteriores de la central de Miranda se concibe como una composición de grandes bloques de hormigón que configuran la entrada a la central subterránea y los edificios de control, almacén y reactancias. Los juegos de volúmenes proporcionados e iluminaciones indirectas (básicamente basados en el empleo de lucernarios a diferentes alturas), generan un entorno sorprendentemente integrado en el abrupto paisaje del valle de Belmonte. Como comenta el propio Vaquero, "la desnudez y simplicidad de los demás volúmenes ya construidos con distintos destinos me sugirió la idea de grabar sobre los pilones, sin destruir sus paramentos planos" (Pérez Lastra 1992: 210).

En el interior destaca el juego de equívocos que nos plantea el artista: ventanas que no dan al exterior, murales que parecen estirar el espacio hasta el infinito, ...

En el interior de la central (fig. 208) el artista consiguió, sirviéndose de una estudiada utilización de la luz artificial y el color, atenuar la sensación opresiva y claustrofóbica de soterramiento. Los paramentos están revestidos de chapa metálica plegada (incluso las luminarios son unos semicilindros retroiluminados de ese material), y decorados con una viva gama cromática, de tonos cálidos, incluidas las barandillas, canalizaciones y maquinaria, contra el aspecto frío, maquinal y laberíntico de las plantas más inferiores de este tipo de instalaciones (Tielve 2007: 99-100). Utiliza, además, un ingenioso recurso: la colocación en un lateral de la sala de máquinas de unas falsas ventanas iluminadas artificialmente desde atrás para dar la sensación de encontrarnos ante un espacio sobre rasante.¹³⁰ Por último, el mural de paneles de fibrocemento situado al final de la sala (una serie de hipnóticas líneas concéntricas de colores vivos rojo, blanco y negro sobre

¹³⁰ Además, las hojas de las falsas ventanas están colocadas en ángulo una con respecto a la otra, queriendo dar la sensación de que se van a abrir en cualquier momento.

fondo azul), da la sensación de aumentar visualmente la profundidad del espacio, fingiendo la continuidad de la fuga en un juego de trampantojo más propio del Barroco. Detrás queda oculta, de manera muy ingeniosa, la escalera de ascenso al puente grúa.

La sala de mandos es un pequeño recinto situado a la entrada de la central donde hay algunos detalles decorativos obra de Vaquero: un mural abstracto de líneas rojas y amarillas sobre fondo rojo en la entrada de la planta principal; una escultura con resistencias eléctricas y varillas metálicas que asemejan cables en el hueco de la escalera; las luminarias verticales de la escalera que giran en el techo para pasar a ser las luces de la planta primera, etc.

En definitiva, destaca sobre todo por el equilibrio que consigue entre la obra construida por el hombre y el paisaje (García, Landrove y Tostoes 2005: 129), añadiendo así a su labor integradora de las Artes una nueva variante: la naturaleza. Por un lado, los rotundos volúmenes exteriores se esculpen con nitidez sobre el fondo del bosque y el valle circundantes, pero en vez de desentonar con el paisaje se integra en él con naturalidad. Y por otro lado, en el interior, completamente maquinista e industrial, aflora la pared rocosa que ha sido excavada y barrenada para poder construir la sala de máquinas, pero integrada también sin desentonar entre los arcos de medio punto de la estructura de hormigón en las paredes laterales de la central. Así Palacios interviene "como un ilusionista que fuerza a los sentidos en un juego de apariencias" (Nanclares y Ruiz 2015: 307): industria y arte, oscuridad y luz, ingeniería y plasticidad. En palabras del propio artista:

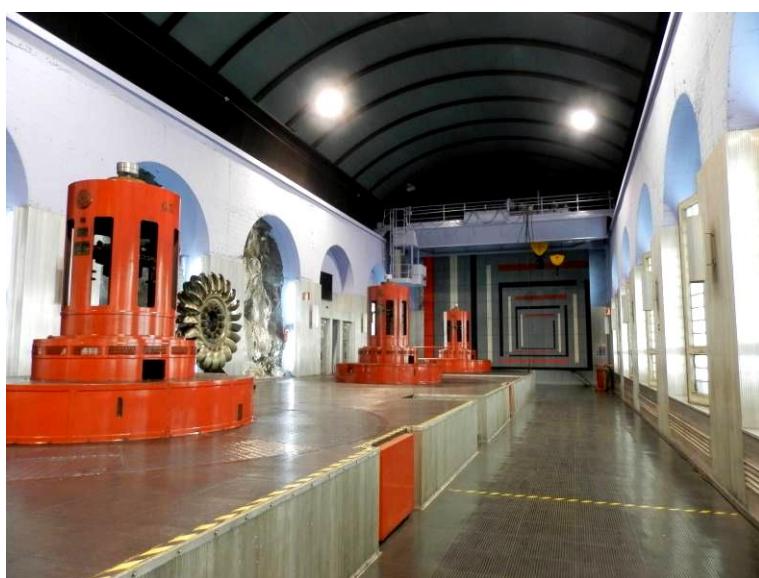
La entrada al túnel (fig. 209) adquiere la solemnidad que merece el descenso durante 385 metros que, sin saber por qué, siempre se hace en silencio. Silencio y concentración necesarios para llegar a una explosión de luz y color cuando se domina desde una cota más elevada y desde el extremo de su eje longitudinal la Sala de Alternadores que aún se prolonga visiblemente adentrándose en la perspectiva del mural espacial pintado en el fondo. Creo que se ha conseguido una gran emoción plástica y una sensación de bienestar que hacen olvidar totalmente la idea de hallarse muy bajo tierra (Pérez Lastra 1992: 210).

Página siguiente

Central de Miranda

(de arriba abajo
y de izquierda a derecha):

- 206-** Alzado de la entrada a la central con las montañas recortadas al fondo
- 207-** Vista general de la entrada
- 208-** Vista interior de la sala de máquinas
- 209-** Túnel descendiente hacia la central



2.3.3. Central de Proaza

La central está situada en el angosto valle por el que discurre el río Trubia, entre laderas calizas que van cerrándose hasta formar la conocida como “garganta de Peñas Juntas”

En Proaza (Asturias; 1964-1965), va un paso más allá y convierte en escultura brutalista el alzado del edificio (fig. 210). No se trata como en Salime de unos bajorrelieves en hormigón colocados con posterioridad a la ejecución del paño ciego, sino que es la propia fachada una escultura en sí misma que “busca la comunión con el paisaje, recreando los pliegues de la cordillera en la fachada y cubiertas de la nave de la central por medio de unos triángulos de hormigón prefabricado, a modo de estructura plegada” (Aguiló 2005: 240) Los interiores reflejan un mundo futurista a medio camino entre la abstracción postmodernista de las formas y el empleo neoplásticista del color (fig. 211).

Es esta una fascinante y sorprendente obra maestra donde Vaquero muestra su maestría a la hora de tratar los paramentos, caracterizarlos y texturizarlos, convirtiendo un edificio industrial en una verdadero templo de la energía, una suerte de museo de la hidroelectricidad, donde encontramos en cada pequeño rincón la mano del artista, desde la escalera de acceso a la cubierta hasta la oculta y preciosista Sala de 50.000 voltios (fig. 212). Es la materialización en hormigón de una abstracción, un auténtico cuadro hecho escultura y convertido en Arquitectura que alberga una Industria.

El propio Vaquero explica así algunos aspectos de la construcción de la central:

En la construcción de esta central una vez más se ha planteado y se ha llevado a cabo con absoluta eficacia la colaboración ingeniero-arquitecto pintor-escultor [...] Sus formas plegadas han sido sugeridas por los repliegues rocosos de las paredes del cañón de Peñas Juntas, por el que en otros tiempos transitaba, hilvanándolos, un diminuto tren carbonero [...] En la subestación de intemperie, al contrario de buscar un mimetismo, se han pintado las estructuras con colores que siendo armónicos con los del paisaje circundante se destacan de aquéllos con violencia (Vaquero 1970: 54, 55)

En la explanada de entrada se dispusieron, sobre pedestales de fábrica, como piezas de arte de un museo, algunas viejas máquinas auxiliares como una machacadora, una hormigonera,

una vagoneta, una tolva... como homenaje y recuerdo (Pérez Lastra 1992: 216).

La obra tuvo un desarrollo complejo debido al gran número de complicados encuentros de planos y aristas que se daban entre las piezas de hormigón, que debían ser ejecutados con total precisión y que requirieron un gran número de detalles constructivos para definir los encofrados, tanto de los elementos base hormigonados *in situ* como para las piezas prefabricadas (Vaquero 1970: 55)

Se emplea el hormigón armado visto como único material (a excepción de algunos elementos del interior que han sido pintados), de tal manera que la estructura de pórticos en los que se apoya el puente grúa queda revestida por un sistema de piezas ligeras prefabricadas a pie de obra y que constituyen los expresivos cerramientos laterales y la cubierta del edificio.

Diseñó Vaquero tanto el edificio de la central como las pinturas murales del interior, los relieves escultóricos, las carcasa para los aparatos eléctricos, el mobiliario interior y las vidrieras. La estructura portante de hormigón armado queda revestida en su totalidad mediante piezas laminares prefabricadas *in situ*. En el interior de la sala de máquinas, dispuesta a doble altura, los alternadores se configuran como verdaderas esculturas. En el costado opuesto a los alternadores, se dispone una serie de seis pinturas murales que, esquemáticamente, reproducen elementos relacionados con la electricidad. Junto a éstos, presidiendo la sala, se sitúa otro mural de amplias dimensiones que representa un campo magnético. Uno de sus aspectos más llamativos, en el exterior, es, sin dudas, el carácter que Vaquero imprimió a la fachada de la central. La solución de cerramiento adoptada, el tono brutalista de las aristadas facetas de hormigón, dispuestas en una superficie quebrada y desarrollable, con enfáticos juegos claroscuros, genera una poderosa sensación de movimiento. A modo de monumental carcasa de recio aspecto, la fachada así concebida, no sólo mimetiza las montañas del entorno –los pliegues de las calizas–, sino que también puede relacionarse con un sector muy significativo de la pintura paisajística de Vaquero, rotunda, densa y de duros trazos. En uno de los muros testeros, el que da fachada al pueblo (norte), se dispone un gran relieve escultórico de hormigón¹³¹ que representa de forma



Central de Proaza
(de arriba abajo):

210- Vista trasera de la salida de los cables transformadores

211- Vista interior de la sala de máquinas

212- Sala de 50 KV

¹³¹ Se trata de un conjunto de 16 piezas de hormigón de 2 por 2 metros fijados con anclaje y empotramiento en el muro, con un vuelo de medio metro sobre el paramento.



esquemática diferentes signos de la Antigüedad (fig. 215) que hacen referencia a la relación entre el hombre y la naturaleza. (Fernández, Toribio y Vaquero 1989) Al igual que en otras de sus intervenciones, Vaquero reutiliza materiales empleados en la construcción, como restos de vías férreas y tubos, para la realización de relieves y esculturas. Con todo, la central de Proaza, es, en su conjunto, una verdadera obra de arte total. (Tielve 2011: 128-129) (Tielve 2007: 101).

El proyecto se concibe como un gran "cascarón" armado a base de enormes piezas quebradas de hormigón prefabricado que imitan el color de la piedra caliza autóctona (fig. 214). Se trata de un homenaje al agreste paisaje circundante¹³² o quizás es una gran metáfora sobre el carácter y la naturaleza de la formación calcárea puesto que "a pesar de su aspecto monolítico y pesado, el edificio manifiesta su oquedad interior evocando las abundantes cavidades de la roca caliza" (García-Pola 1997: 98). Además, nos remiten también a sus paisajes pintados, de gruesa pincelada y vigorosos claroscuros.¹³³

En el interior, estas piezas plegadas vistas y pintadas de azul intenso, provocan un acusado juego de luces y sombras, como decía Vaquero en la memoria del proyecto: "un claroscuro vigoroso, aun cuando la luz, como es corriente en este clima, no sea intensa la mayor parte de los días del año"

En la sala de máquinas, situada en el sótano pero expuesta a doble altura bajo la planta de acceso y sala de mandos, los alternadores se muestran como verdaderas piezas de museo que pueden ser observados desde el corredor de la planta baja. Frente a ellos, Vaquero montó una serie de seis pinturas (fig. 213) sobre paneles de madera que simbolizan motivos eléctricos, con un estilo muy cercano al neoplasticismo (por el uso de colores primarios y llamativos, en este caso rojo y negro sobre blanco, y la representación esquematizada y abstracta a base de líneas y planos entrecruzados). Otra gran pintura mural

¹³² Vaquero Palacios confiesa su amor por el lugar: "llegábamos a Proaza y yo me quedaba extasiado de la belleza de aquellas montañas de piedra caliza blanca, con laderas plegadas y aristas en la roca. [...] Siempre guardé, imborrable, este recuerdo y al concebir el edificio sin necesidad de proponérmelo llegué a una solución de fachadas en cierto modo remedo de las paredes rocosas" (Pérez Lastra 1992: 216).

¹³³ La geología y el carácter másico de la piedra ocupan un lugar destacado en la obra pictórica de Vaquero. Precisamente en los años anteriores había realizado cuadros como los "paisajes antropomorfos (1954-1956), o la serie "La Tierra", de los años 50 a 60 (Pérez Lastra 1992: 94).

que representa un campo magnético preside y domina todo el conjunto en el lado sur de la sala de mandos. De nuevo vemos la labor didáctica que Vaquero ya emprendió en tanto en Salime como en Miranda: las líneas de fuerza de distintos campos magnéticos representadas en las pinturas son una analogía del proceso físico que tiene lugar en los alternadores, es decir, la transformación de la energía mecánica en eléctrica (Nanclares y Ruiz 2015: 311)

La labor de diseño de Vaquero fue tan exhaustiva que se encargó de proyectar también elementos como las carcchas de los alternadores, los armarios, pupitres, mesas para la sala de mandos y demás dispositivos del Cuadro. Así se entiende ese aire unitario que preside todo el edificio, que ha sido concebido en todos sus detalles de principio a fin con una única finalidad: la integración de las Artes, la fusión de Ingeniería, Arte y Arquitectura. En ella se encuentra el resumen de su obra al lograrse la ideal comunión de Ingeniería, Arquitectura, Pintura y Escultura, haciendo compatibles los aspectos técnicos y funcionales con los artísticos y paisajísticos, gracias a un diseño rotundo, muy cercano al brutalismo, y al tratamiento escultórico del conjunto, relacionando íntimamente todos los elementos, desde lo más pequeño hasta la ordenación del entorno (García y Agrasar 1998: 92)

Página anterior:

213- Pinturas sobre paneles de madera que simbolizan motivos eléctricos

Esta página
(de arriba abajo):

214- Detalle de la estructura de paneles de la fachada

215- Vista general exterior con los relieves simbólicos



2.3.4. Central de Tanes

La central de Tanes, excavada bajo la montaña a casi 50 metros de profundidad, es de tipo reversible. Utiliza el embalse superior de Tanes para producción y el inferior (Rioseco), para aportación de bombeo, con una altura media de unos 100 metros de salto. Construida entre 1970 y 1978, la intervención de Vaquero sobre el edificio ya construido se llevó a cabo en 1980,¹³⁴ en el que es el último encargo que realizó para la empresa Hidroeléctrica del Cantábrico y también su último trabajo como Arquitecto, cerrando, como él mismo indica, su etapa de integrador de las artes: “las dos artes, pintura y escultura, se quedan como huérfanas a campar por sí solas”. (García-Pola 1997: 94)

El edificio exterior de la central es una pequeña construcción industrial (fig. 220) bastante sencilla de tres alturas construida completamente en hormigón armado, donde la estructura de pórticos de hormigón asoma a la fachada modulándola y generando también un soportal de acceso. Sobre estos pilares apoya la planta primera, cuyos bordes redondeados gracias al encofrado curvo de las esquinas le pretenden dar un aspecto menos agresivo con el entorno y así poder integrarse mejor en el paisaje. Los generosos huecos de la sala de mandos inciden de nuevo en esta idea, intentando llevar el interior al exterior y viceversa. La central en sí es una caverna excavada 44,80 metros en la roca a la que se accede por una largo túnel que gira en su tramo final, oscuro y sin ningún tipo de tratamiento superficial (a diferencia de Miranda, donde el acceso en sí formaba parte del concepto de la central). La boca de entrada son tres grandes cubos de hormigón colocados contrapeados. Su sencillez nos hace pensar en las entradas a las cuevas prehistóricas donde podríamos encontrar pinturas rupestres. A este respecto, resultan esclarecedoras las palabras de su propio hijo, Joaquín Vaquero Turcios, también arquitecto, pintor y escultor, quien comenta:

¹³⁴ Las obras del Salto de Tanes son casi simultáneas a las de la central térmica de Aboño (1969-1980), donde Vaquero también debe trabajar con edificios ya concebidos y construidos por ingenieros. En el caso de Aboño, se trata de ordenar y valorizar el conjunto industrial mediante murales en los que utiliza materiales modernos (acero, hormigón...) combinados con colores primarios para producir nuevos ritmos que compensen los volúmenes existentes. Estas composiciones recuerdan poderosamente a los trabajos de De Stijl (Pérez Lastra 1992: 97)

Cuando se regresa a la luz del día después de haber visto las pinturas de una cueva se lleva en la retina la memoria emocionada y confusa de una multitud de apariciones vivas y móviles surgiendo superpuestas de la oscuridad, y en el corazón una sensación ambigua de comprensión y misterio, de algo así como una revelación inminente que estuviese a punto de realizarse (Vaquero Turcios 1995: 9)

Así describe Vaquero Palacios la sala de alternadores sobre la que realizó su intervención arquitectónica:

La naturaleza de la roca en que está excavada esta central proporcionó al arrancarla unos paramentos de gran belleza que era necesario conservar vistos y aún realzarlos. Por su parte la bóveda, reforzada con hormigón y sin nervatura alguna, presentaba por sus proporciones un aspecto muy pesado que abrumaba el vacío de la sala (Pérez Lastra 1992: 236).

Los paramentos interiores, donde la roca viva aflora¹³⁵, fueron realizados colocando chapas de acero inoxidable para revestir los pilares que soportan el puente grúa.¹³⁶ El techo de la central es una formidable bóveda de cañón de hormigón de 17 metros de luz y 51,50 metros de largo a 16 metros de altura en la que Vaquero realiza una representación pictórica muy sencilla (fig. 216) que pretende minimizar la sensación claustrofóbica de encontrarse en un edificio bajo tierra: se trata de un mural de formas abstractas que, sobre un fondo gris azulado, combina tonos amarillos y blancos. (Tielve 2007: 101). Estas formas, como inmensas nubes geométricas que flotan en el vacío (fig. 218 y 219), hacen que la sala de grupos de la central parezca estar en una especie de “canal abierto al cielo” (Fernández, Toribio y Vaquero 1989: 78). Por eso, aún tratándose de un sencillo contenedor fabril al que Vaquero aplica intensas figuraciones pictóricas, el resultado es tan radical y lúcido como atractivo (Capitel 1996: 53) Sin duda, las enormes dimensiones de la sala (sobre todo su altura) ayudan a tener esta sensación de sobrecogimiento al estar situado entre las turbinas y mirar hacia arriba por vez primera, “del mismo modo que algunas iglesias del barroco decoraban sus bóvedas con cielos repletos de estrellas” (Pérez Lastra 1992: 99).

¹³⁵ Resulta especialmente llamativo contemplar las marcas que las barrenas han dejado en el terreno abrupto donde se ha excavado la central.

¹³⁶ Según apunta Pérez Lastra, se trata de “la dialéctica, recurrente en la obra de Vaquero, entre el material industrial que simboliza el futuro y el rocoso, trasunto del pasado, de la cueva prehistórica” (Pérez Lastra 1992: 99)

La iluminación, por medio de una doble línea de tubos fluorescentes paralelos a la clave de la bóveda, hace que el tercio central de la misma quede en penumbra, acentuando así esa sensación de encontrarse ante un inabordable cielo abierto.

De este modo, con pocos medios se consigue una gran belleza plástica combinando roca (*escultura*), hormigón (*arquitectura*), acero brillante y una composición (*pintura*) de colores primarios entre el amarillo y azul de la bóveda que contrasta con el rojo de la maquinaria (*ingeniería*), entendida casi como una escultura futurista, y el logotipo de la empresa, en una referencia explícita a la Obra de Arte Total.

Sin embargo la actuación de Vaquero Palacios no termina en la decoración de la bóveda. Existen en la central otros detalles de diseño que resultan muy coherentes con el pensamiento del arquitecto y nos recuerdan a otras intervenciones donde el gusto por el detalle se hace especialmente evidente¹³⁷: los ceniceros (fig. 221) repartidos por toda la instalación son las resistencias de vidrio que se utilizan en los cables de alta tensión, colocados en vertical; y los paneles divisorios son de chapa grecada (fig. 217) dispuestos contrapeados de tal manera que se forman pequeños octógonos como ventanas para permitir entrada de luz y ventilación a las estancias auxiliares, además de generar visiones parciales muy interesantes de unas salas a otras.

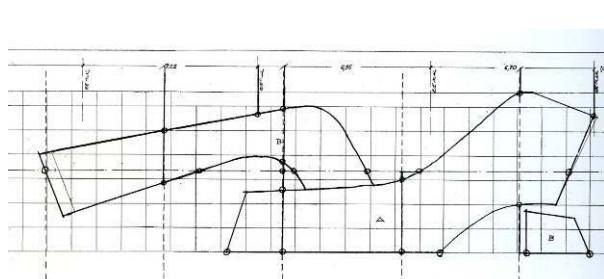
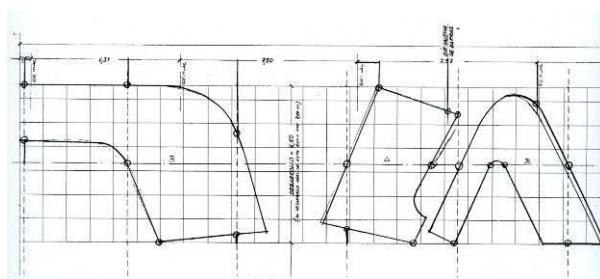
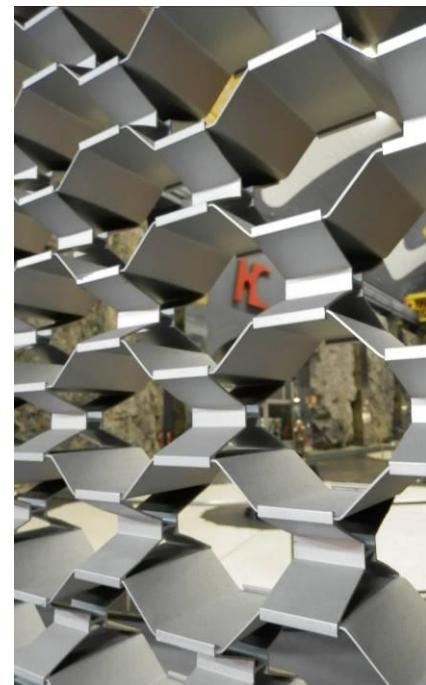
La última intervención de Vaquero, padre e hijo, en la central de Tanes, consiste en un mural de reducidas dimensiones (comparado con los que habían ejecutado en otras centrales), situado frente al túnel carretero de acceso rodado. Se trata de dos bajorrelieves (fig. 222) abstractos en bronce apoyados en una base de hormigón y en los que se representan líneas de fuerza entrelazadas. Entre ambas piezas se coloca una tercera en la que se puede leer: “Central Fernández Pello 1978”¹³⁸

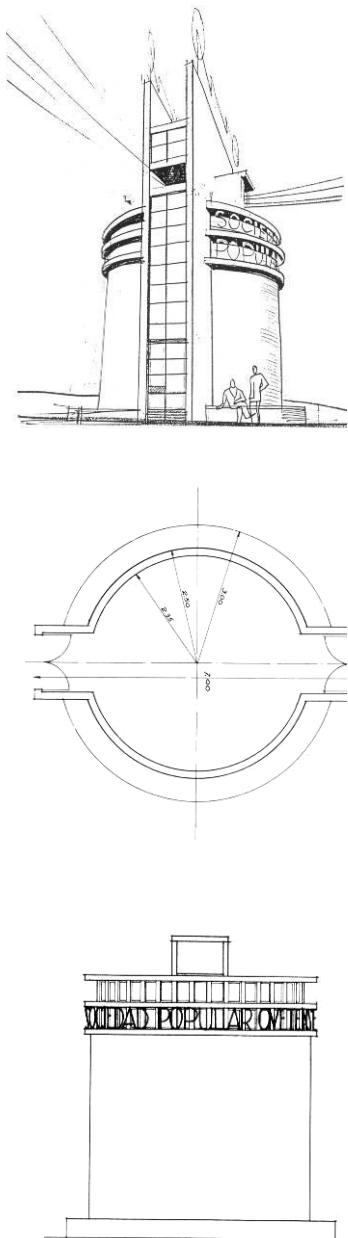
Página siguiente
Central de Tanes
(de arriba abajo
y de izquierda a derecha):

- 216- Vista de la sala de máquinas
- 217- Chapa grecada divisoria
- 218- Croquis detalle de tratamiento de la bóveda (fragmento)
[Pérez Lastra 1992: 238-239]
- 219- Mural de la bóveda (fragmento)
- 220- Vista exterior sala de control
- 221- Detalle de cenicero
- 222- Bajorrelieve en la entrada de la central

¹³⁷ Baste recordar el diseño de las luminarias de la central de Miranda, la escalera de caracol de la farmacia Azpiri o las barandillas en la sala de mandos de Grandas de Salime. No hay que olvidar que, ya con 23 años, Vaquero fue jefe de proyectos de la casa Waring & Gillow, ejerciendo desde entonces una intensa actividad de diseño de interiores y amueblamiento (Tielve 2011: 115)

¹³⁸ El nombre oficial de la central de Tanes es “Central Fernández Pello”, en memoria del líder sindical siderúrgico asturiano Manuel Fernández Pello (1934-1986), ex Consejero de Industria, Comercio y Turismo del primer Gobierno democrático del Principado de Asturias, presidido por Rafael Fernández Álvarez entre 1978 y 1983.





223- Transformador en el Campo de San Francisco (perspectiva, planta y alzado)
 [Pérez Lastra 1992: 42]

2.3.5. Los centros de transformación para la Sociedad Popular Ovetense

Incluso en sus primerizos y humildes proyectos Vaquero introduce elementos escultóricos y pictóricos que hacen referencia a la integración de las Artes, como puede observarse en los pequeños transformadores urbanos¹³⁹ para la Compañía Ovetense (García-Pola 1997: 93), los cuales pueden calificarse de auténticas joyas arquitectónicas, que contrastan violentamente con los pobres e insulsos volúmenes que se suelen construir en estos casos (Pérez Lastra 1996: 46), sobre todo en el medio rural.

Vaquero proyectó un total de 6 transformadores para la Sociedad Popular Ovetense¹⁴⁰ en la capital de Asturias (en el Paseo de Santa Clara, la Plaza de San Miguel o la Matorra, entre otros), entre 1933 y 1941. Sólo queda uno en pie (ya sin el cableado exterior pero aún en uso), el transformador situado en la calle Conde de Toreno a la entrada del Parque de San Francisco. Esto es debido a que, por aquel entonces, estos edificios auxiliares se encontraban en las “afueras” de la ciudad, situados en confluencias de vías de comunicación y con el paso de los años se han visto afectados por el desarrollo urbanístico. Además, la tecnología de distribución y suministro de electricidad ha evolucionado considerablemente durante las últimas décadas.

Vaquero Palacios debió comprender en su momento que, ya que estos recintos eran inevitables, no necesariamente debían tratarse como meros cubículos industriales sin ningún tipo de interés arquitectónico puesto que también formaban parte del paisaje urbano y podían influir negativamente en la fachada de la ciudad. Como comenta Pérez Lastra: “cumpliendo con su

¹³⁹ Un centro de transformación es una instalación eléctrica que recibe energía en alta tensión (30 kV), o en media tensión (10, 15 ó 20 kV) y la convierte en media o baja tensión para su utilización por los usuarios finales, normalmente a 400 voltios en trifásica y 230 en monofásica. Se trata, por tanto, de una subestación eléctrica a pequeña escala.

¹⁴⁰ La Sociedad Popular Ovetense fue fundada en 1898 por Don J. González Alegre, quien años antes (1857), había adquirido una fábrica de gas en la huerta del Deán, C/ Paraíso nº 15, Oviedo. Entre 1933 y 1935 Vaquero Palacios, por encargo de su tío, entonces director de la fábrica, realiza los proyectos de ampliación con las oficinas y vivienda para la dirección (Cuesta 1998: 162). Así comienza la relación profesional entre Vaquero y las compañías eléctricas, ya que en 1933 la Sociedad Popular sería absorbida por Hidroeléctrica del Cantábrico (García-Pola 1997: 98)

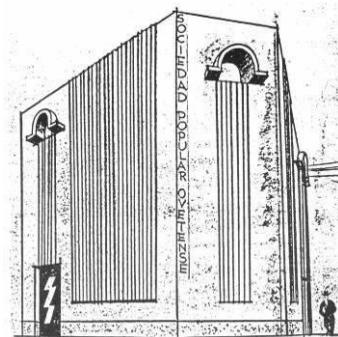
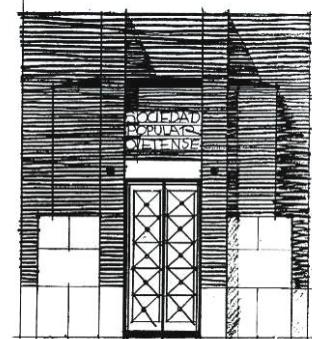
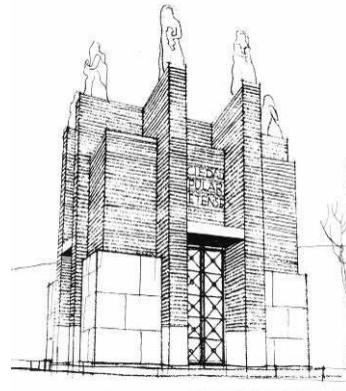
necesidad, son verdaderas esculturas, dignas de servir de ornato a cualquier espacio público”, y su estilo oscila entre el racionalismo expresionista asturiano y el clasicismo de posguerra. Más allá del lenguaje concreto en que estén resueltos, “en todos consigue el volumen preciso en cada caso a partir de esquemas geométricos muy sencillos, con unos planteamientos arquitectónicos claros y rotundos” (Pérez Lastra 1992: 43)

El transformador en el Parque de San Francisco (1933) es un buen ejemplo de lo citado anteriormente: la caseta es un cilindro (forma geométrica elemental pero a la vez visualmente muy potente), seccionado por el centro por dos planos paralelos que se prolongan más allá de la cubierta y que conforman la entrada mediante una fachada acristalada de arriba abajo. La composición es absolutamente simétrica (fig. 223). El conjunto se remata con unas líneas quebradas y unos círculos decorativos que hacen alusión a la energía eléctrica. En los croquis de proyecto se puede observar cómo Vaquero le da mucha importancia al aspecto visual del edificio en la ciudad, puesto que dibuja hasta las líneas eléctricas aéreas que debían salir de ella. Esta obra tiene claras influencias de Mallet-Stevens, del Le Corbusier de L’Sprit Nouveau (Pérez Lastra 1992: 43), y de los dibujos futuristas de Sant’Elia donde dibuja grandes cables de alta tensión que salen de las centrales eléctricas para abastecer las ciudades con la nueva energía.

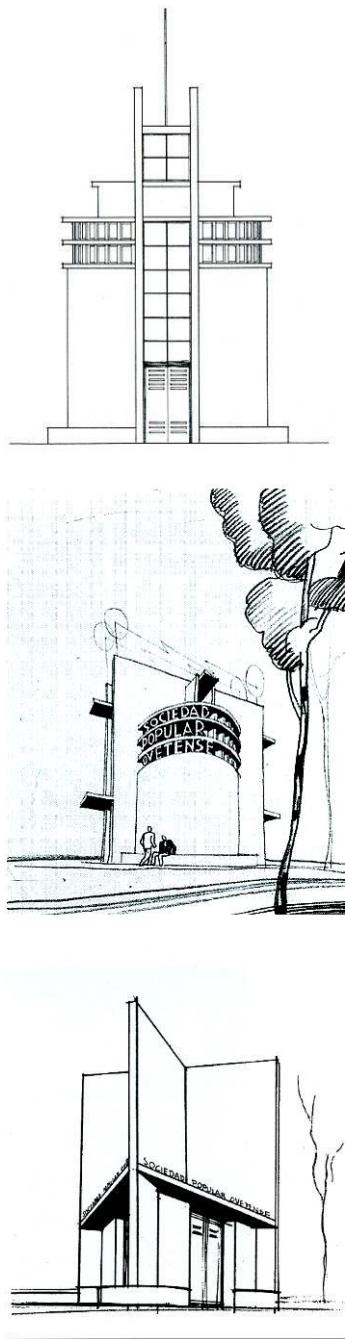
Estas mismas premisas se repiten en otro proyecto de transformador, fechado en 1936 y ubicado en la calle Paraíso (fig. 225). En este caso la forma geométrica elemental es el triángulo equilátero y los muros que la atraviesan lo hacen de manera perpendicular conformando así el espacio utilizable en los dos diedros (Pérez Lastra 1992: 45)

Por el contrario, la caseta de la plaza de San Miguel (1935-1938), ya acusa el viaje de su autor hacia posturas más historicistas. Es un cubo seccionado en dos direcciones por cuatro muros que sobresalen de la cubierta en una estructura en forma de cruz (Pérez Lastra 1992: 45). Los materiales utilizados son el ladrillo y la piedra en los basamentos. El conjunto se remata con ocho esculturas que representan a figuras humanas sosteniendo algo indeterminado en sus brazos (fig. 224).

El transformador de la Matorra (1936-1941), continúa esa línea clasicista con influencias de la Secesión Vienesa en un edificio que es un contenedor cúbico achaflanado y donde la



224- Transformadores en la Plaza de San Miguel y La Matorra [Pérez Lastra 1992: 45]



225- Transformadores en el Campo de San Francisco y en C/ Paraíso
[Pérez Lastra 1992: 258-259]

decoración, muy sobria, se limita a unas acanaladuras verticales que generan un ritmo en las fachadas y que se rematan mediante arcos situados en la parte superior (Pérez Lastra 1992: 46).

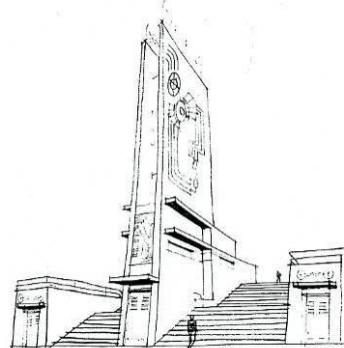
Por último, entre los transformadores que pretenden configurar un espacio urbano se encuentran los construidos en el Paseo de Santa Clara junto al Teatro Campoamor (1933) y en la calle Conde de Toreno (1939-1941). Ambos estaban planteados como escalinatas bajo las cuales se situaría el centro propiamente dicho. Esta escalera monumental estaría flanqueada por dos pilones que servirían de entradas auxiliares y, en el caso de la caseta de Santa Clara (fig. 226) habría también una gran torre central (de cuatro pisos de altura) de corte racionalista con grandes voladizos de hormigón y bajorrelieves decorativos en el frontal y laterales de carácter abstracto y alegórico sobre el mundo de la electricidad. No se trata, por tanto, de un objeto aislado sino que se busca valorar y potenciar su relación con el entorno (Pérez Lastra 1992: 45), como "hermosas esculturas que se integraban perfectamente en los espacios urbanos, contribuyendo a la definición de plazas o conformando escalinatas" (Pérez Lastra 1996: 46).

El transformador de Toreno (fig. 227), sin embargo, es de escala mucho más humilde y es el único que ha llegado intacto hasta nuestros días.¹⁴¹ Situado en el lado noroeste del Campo de San Francisco, se concibe como una auténtica entrada al parque (fig. 229), con una escalera de 10 peldaños enmarcada por los dos pilones laterales que acogían el cableado y que remata el eje visual de la calle Marqués de Pidal (fig. 228), en cuyo tramo final está situado el antiguo Hospicio de Oviedo (hoy Hotel de la Reconquista). Estos postes, simétricos, son arcos triunfales de medio punto de corte clasicista bajo los cuales se sitúan, como un gran basamento, las entradas dobles al centro de transformación. Las puertas tienen unas pilastras en cada jamba y se coronan con unos tímpanos rematados con la forma del rayo sobre una circunferencia. Este motivo decorativo se repite también, como una escultura, encima de las puertas, como un remate en el encuentro entre el arco y la base. La cubierta de las casetas se cubre con vegetación, como una prolongación hacia la calle del parque.

¹⁴¹ Existe un proyecto previo de 1933 muy parecido al del Teatro Campoamor, con una gran torre luminosa, que no se llegó a realizar. Fuente: Archivo del Colegio Oficial de Arquitectos de Asturias, Oviedo. Contrato 81 D.

Otros detalles de decoración son los anagramas con el símbolo de HC situados en los laterales de la escalera y el banco corrido que se coloca en la parte superior de la misma, como si se tratara de un elemento más de mobiliario urbano del parque.

El conjunto es de marcado carácter historicista con influencias neo egipcias que Vaquero después volvería a aplicar en otros proyectos como la central de Miranda (los grandes pilones enmarcando la entrada, por ejemplo). El material utilizado es el chapado en mármol blanco, con lo que se intenta dar relevancia a un tipo de arquitectura industrial que siempre pasa desapercibido. Se trata de una obra pequeña pero no menor, no sólo por su tipología, poco habitual en la obra de un arquitecto reconocido, o lo interesante de su ubicación y el inteligente uso de los ejes urbanos de un modo claramente barroco sino también porque es la única del conjunto de las proyectadas por Vaquero que no ha sido demolido.



De izquierda a derecha
y de arriba abajo:

226- Transformador en el Paseo de Santa Clara [Pérez Lastra 1992: 44]

227- Transformador de Toreno, vista general desde la calle

228- Vista de final de eje visual (C/ Marqués de Pidal y al fondo el Hotel Reconquista)

229- Vista del transformador desde el parque



2.4. IGNACIO ÁLVAREZ CASTELAO: UNA MIRADA RACIONALISTA

Las grandes transformaciones que experimentó la sociedad española durante las etapas finales del Franquismo como consecuencia del importante desarrollo económico e industrial que se inicia a partir de 1959 produjeron también cambios muy señalados en nuestras ciudades y en nuestra arquitectura. Las obras de autores tan importantes como Francisco de Asís Cabrero (1912-2005), o Alejandro de la Sota (1913-1996) servirían a la perfección para explicar el cambio de paradigma en el pensamiento arquitectónico español durante los años cincuenta y su enorme evolución a partir de los primeros años sesenta. El arquitecto asturiano Ignacio Álvarez Castelao (Cangas del Narcea 1910 - Oviedo 1984) representaría, en este contexto, una figura adelantada y muy significativa en ese cambio de mentalidad. Sus importantes trabajos en el campo de la arquitectura industrial, ejemplifican, de forma excepcional, la profundidad y la naturaleza de tan acusado progreso.

Ignacio Álvarez Castelao se formó como arquitecto en el ambiente de la vanguardia española de los años treinta¹⁴². Trabajó para Electra de Viesgo en la construcción de varios poblados para los obreros de la eléctrica, y encontró tan atractivo el ejercicio de solucionar formal y paisajísticamente las obras hidráulicas, que insistió hasta que la empresa le dejó colaborar gratuitamente en ellas, siempre junto a su amigo el ingeniero Juan José Elorza (Arancón 1998: 256). ¹⁴³

Su adhesión al racionalismo y al Movimiento Moderno se hace evidente en casi todas sus obras (véanse, por ejemplo, el edificio Serrucho o la Facultad de Ciencias Geológicas de la Universidad de Oviedo, entre otros) pero más aún en sus edificios industriales donde, como afirma Natalia Tielve:

En arreglo a su propia naturaleza [en el caso de la arquitectura industrial] resultaba lógico recurrir a un lenguaje racional, basado en la lógica constructiva y tecnológica, donde la funcionalidad y la elementariedad primasen sobre la plasticidad

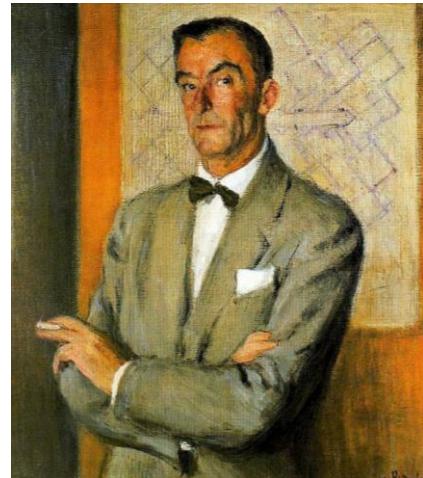
¹⁴² Fue además oficial del Cuerpo de Ingenieros del ejército franquista durante la guerra civil, y proyectó diversos puentes y fortificaciones que le permitieron adiestrarse en las técnicas estructurales y constructivas (San Marcos y Siñeriz 1983: 10)

¹⁴³ En 1926, Castelao se traslada a Madrid desde su Asturias natal y comienza los estudios de Ingeniero de Caminos donde, presumiblemente, debió conocer a Elorza. Finalmente, optará por el ingreso en la Escuela de Arquitectura, obteniendo el título el 14 de agosto de 1936, el cual tendrá que sustituir, tras la Guerra Civil por otro con fecha 14 de febrero de 1940 (Nanclares 1983: 45)

Todos los conceptos ya mencionados que hacen única la obra de Joaquín Vaquero Palacios (§ 2.3.)¹⁴⁴ se repiten en cierta manera en las obras de Castelao, donde el arte y la tecnología van de la mano. Sin embargo, en el caso de Castelao y Elorza hablamos de una contención estética muy importante, que da como resultado construcciones de marcado carácter racionalista en las que se permiten sólo los elementos decorativos esenciales y necesarios.¹⁴⁵ Como él mismo comenta:

Actualmente las Empresas Hidroeléctricas cuidan mucho la presentación de sus instalaciones, y por este camino se ha llegado a recargar con exceso la decoración de las mismas, por lo que hemos creído conveniente simplificar en honor a la sencillez y a la conservación (Álvarez y Elorza 1962: 25)¹⁴⁶

Para Castelao (fig. 230) debía reducirse la presencia de todo elemento que pudiera distraer la mirada de la apreciación de la arquitectura afirmándose así en la tendencia al uso del hormigón armado visto y a la mínima decoración, basada ésta además en unos elementos muy sencillos y una depurada abstracción en las pinturas y murales (Gago 2008: 41). Conceptos como el tratamiento de la luz, la composición de los espacios, los materiales utilizados, la modulación, la relación con la escala de paisaje... se repiten en cierta manera en las obras de Castelao, donde el arte y la tecnología van de la mano, como decía el ingeniero Gaetano Minnucci, "armonizando la relación entre forma y posibilidad técnica y forma y exigencia práctica" (Vittorini 1998). Los proyectos en los que colaboraron son los de Arenas de Cabrales (1952-58), Silvón (1955-58) y Arbón (1962-69) en Asturias y Aguilar de Campoo (1960-63) en Palencia.¹⁴⁷



230- Retrato de Ignacio Álvarez Castelao, 1961, obra de Nicanor Piñole
[Museo de Bellas Artes de Asturias]

¹⁴⁴ Aunque Vaquero Palacios pertenece a una generación anterior, ambos construyeron sus obras más significativas entre los años 50 y 70, y además eran asturianos y en esa tierra desarrollaron casi toda su labor profesional.

¹⁴⁵ El artista Antonio Suárez se encargó de los murales y vidrieras de las centrales de Silvón y Arenas de Cabrales. Castelao recurrió a él porque era el único pintor que en esos momentos realizaba arte aplicado con un sentido integrador (Gago 2008: 40)

¹⁴⁶ Se trata de una crítica, no demasiado velada, a las abigarradas representaciones murales con que Vaquero Palacios y su hijo Vaquero Turcios decoraban los interiores de las centrales hidroeléctricas que diseñaron para Hidroeléctrica del Cantábrico.

¹⁴⁷ Castelao y Elorza también colaboraron en la Central Nuclear de Garoña, Burgos (1965). Además, Castelao proyectó, junto a Carlos Fernández Casado, la central térmica de Soto de Ribera, otro hito de la Arquitectura Industrial asturiana. (García-Pola 2002: 93-102)

2.4.1. Central de Arenas de Cabrales

La central se construyó para el aprovechamiento hidroeléctrico del río Cares (fig. 231). En la zona ya existía otra pequeña central, la de Camarmeña (cuya construcción entre 1917 y 1921 dio lugar a la conocida "ruta del Cares"¹⁴⁸). El paisaje donde se enclava el conjunto, los Picos de Europa, es de una abrupta y sobrecogedora belleza, y fue preocupación principal de la empresa no dañarlo, cuidando tanto los volúmenes como los materiales (fig. 232). Así, se adopta el hormigón visto por su color, textura, ductilidad y fácil conservación. El propio Castelao comenta:

Las maravillosas calizas grises con ciertas manchas ocres rojizas y sus gigantescas formas fueron la preocupación de los proyectistas. El hormigón al natural, con sus pronunciadas aristas, fue la solución adoptada. El revestimiento de gres en tonos ocre rojizos en algunas zonas ayuda a revalorizar el cemento. (Álvarez y Elorza 1960: 344)

Se trata de un pequeño edificio con dos volúmenes (sala de máquinas y sala de control) en el que se busca la máxima transparencia a través de los espacios sin compartimentar y del tratamiento lumínico. La estructura es a base de pórticos de hormigón armado con pilares ligeramente troncocónicos, lo que hace que las fachadas laterales sean trapezoidales, parece como si el edificio quiera "echarse hacia delante". El cuidado diseño de los detalles (desde las luminarias de las oficinas hasta la jardinería, que busca "*restablecer la Naturaleza*", pasando por el generoso voladizo de hormigón que enmarca la puerta de entrada o el diseño de la liviana escalera de madera con estructura metálica, recurso que repetirán en todas las centrales), nos recuerda a las arquitecturas organicistas de Alvar Aalto,¹⁴⁹ y las ondulantes chimeneas de ventilación exteriores a las de la cubierta de la *Unidad de Habitación* de Le Corbusier.

En este proyecto Castelao y Elorza contaron con la colaboración del pintor Antonio Suárez, que diseñó una vidriera

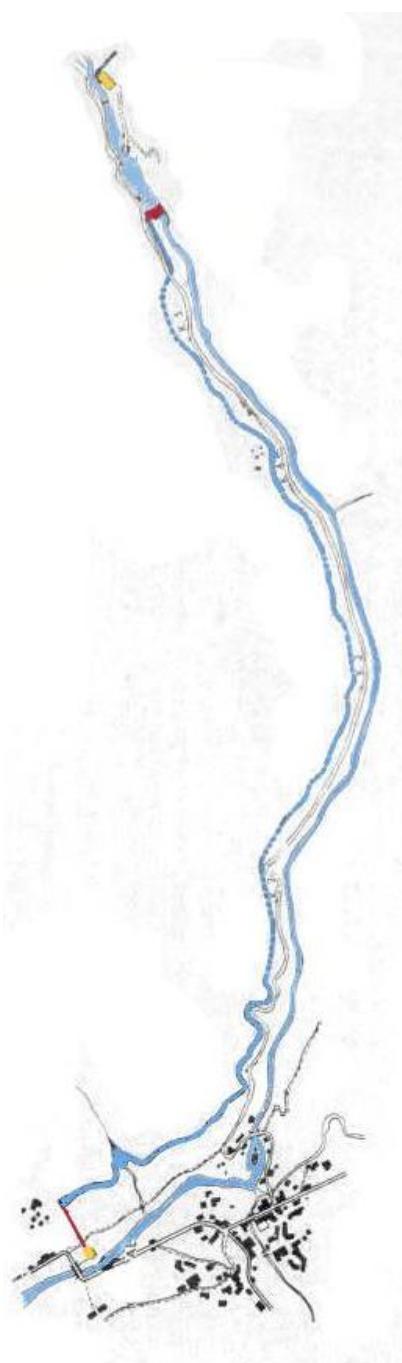
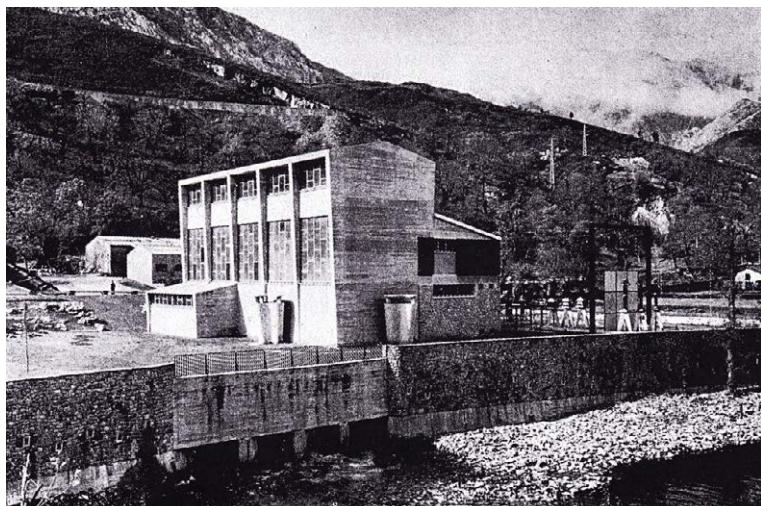
¹⁴⁸ La Ruta del Cares, en el concejo de Cabrales, se abrió en la roca para el mantenimiento del canal de alimentación de la central hidroeléctrica de Camarmeña - Poncebos. Esta fue la primera obra de Electra de Viesgo en Asturias (Tielve 2009: 14). El canal fue inicialmente construido entre el año 1916 y 1921, y posteriormente ampliado entre 1945 y 1950.

¹⁴⁹ A quien, según relata Fernando Nanclares, conoció Castelao en los años 50 en sus continuos viajes y asistencias a Congresos (Nanclares 1983: 46)

decorativa (fig. 233) en la entrada de la sala de mandos.¹⁵⁰ Se trata de una ventana de sección trapezoidal de casi 4 metros de alto y 1,70 de ancho, que se subdivide con nervios de hormigón en pequeños vidrios irregulares de distintas texturas: transparente, translúcido, esmerilado, rayado... y cubiertos con plásticos de colores primarios (azul, amarillo y rojo) pegados a su superficie. La vidriera tiene un fuerte carácter constructivo a causa de la reticulación y a la fuerte presencia del hormigón en el que quedan rehundidos los vidrios, de tal manera que los nervios se convierten en las formas vertebradoras de una composición donde las posibilidades expresivas del color quedan parcialmente disminuidas (Gago 2008: 69-70, 84)

Se trata de amplios edificios con diáfanos interiores y abiertos al paisaje (fig. 235), donde se integran todos los elementos, desde el diseño de las luminarias hasta las jardineras que conforman el espacio exterior (Álvarez y Elorza 1960: 344).

Para la toma de agua de la central se diseñó la pequeña presa de Poncebos (fig. 238), y para no interferir en la naturaleza del río se construyó además una escala salmonera que permitiese a los peces remontar río arriba para desovar.

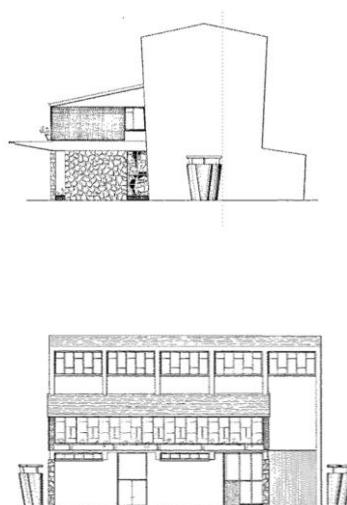


231- Planta de situación. Arriba, en rojo, presa de Poncebos. Abajo, en amarillo, central de Arenas de Cabrales
[Reelaboración Archivo Viesgo]

Izquierda:

232- Central de Arenas de Cabrales.
Vista exterior
[Álvarez y Elorza 1962: 23]

¹⁵⁰ El artista gijonés Antonio Suárez se encargó de los murales y vidrieras de las centrales de Silvón y Arenas de Cabrales. Castelao recurrió a él porque, según su criterio, era el único pintor que en esos momentos realizaba arte aplicado con un sentido integrador. Colaboraron juntos también en otras obras tan significativas del arquitecto como la Delegación de Hacienda (1960), o la Facultad de Ciencias Geológicas y Biológicas (1965), ambas en Oviedo (Gago 2008: 40-41)

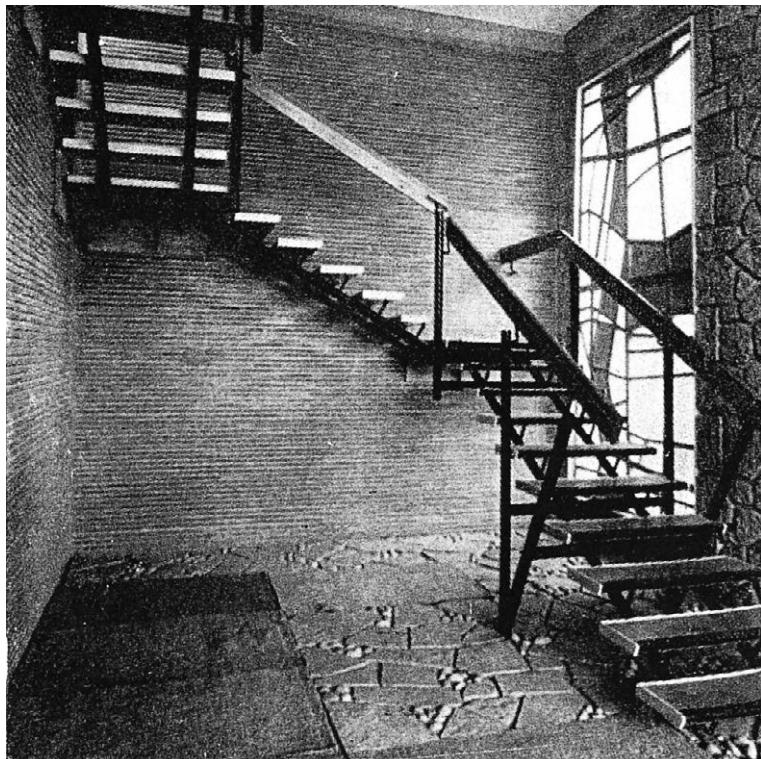


De izquierda a derecha
y de arriba abajo:

233- Central de Arenas, fachada sur.
Se puede ver la vidriera de Antonio
Suárez a la izquierda

234- Dibujos: Alzados de la central
[Archivo Viesgo]

235- Vista desde el lado este
[Archivo Viesgo]



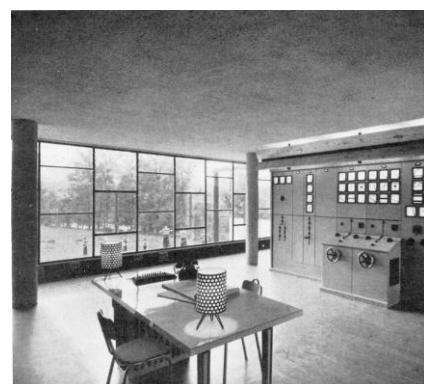
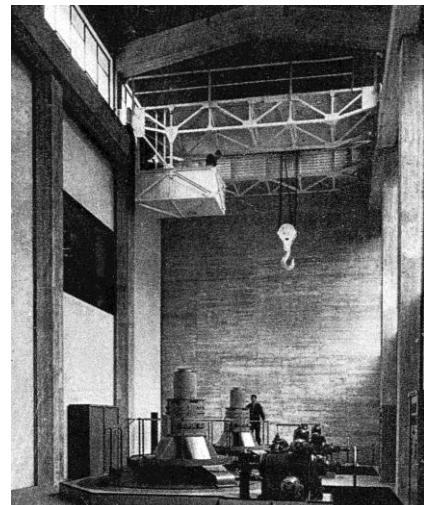
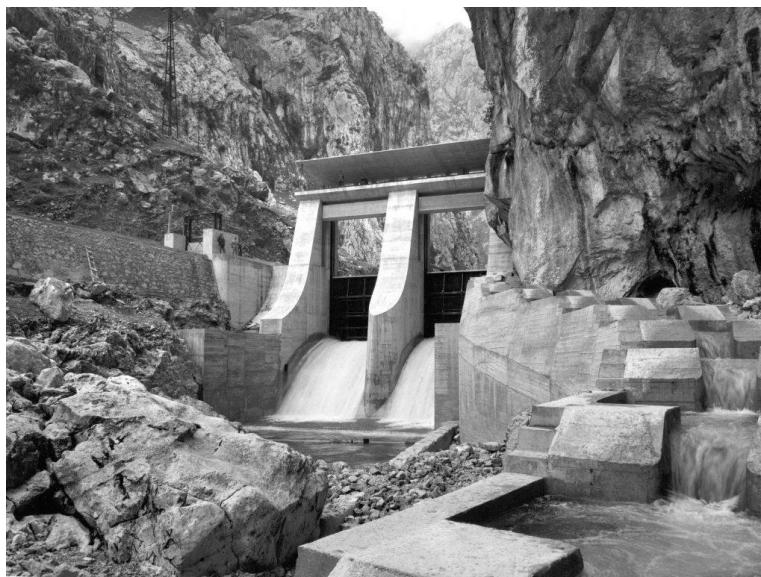
De izquierda a derecha
y de arriba abajo:

236- Vista interior de la entrada,
con la vidriera a la derecha
[Álvarez y Elorza 1962: 25]

237- Vista de la sala de máquinas
[Álvarez y Elorza 1962: 25]

238- Presa de Poncebos
[Álvarez y Elorza 1962: 23]

239- Vista de la sala de mandos
[Archivo Viesgo]



2.4.2. Presa de Doiras y central de Silvón

El primitivo salto de Doiras fue construido sobre el río Navia entre 1929 y 1934. La intervención de Castelao y Elorza consistió en el recrecio de 4 metros de la presa original (sustituyendo los antiguos pináculos historicistas por unos atrevidos voladizos que rematan las antiguas pilastras que las sirvieron de base) (Aguiló 2005: 66), la reforma de la antigua central (en la que se creó una nueva entrada con una interesante escalera helicoidal), y la construcción de una nueva central al pie de la presa original. En cuanto a la primitiva central, Castelao realiza una actuación muy sutil: adosa al cuerpo original un nuevo acceso en hormigón con un gran ventanal de vidrio que recorre la fachada de arriba abajo. Se trata de un volumen que no intenta mimetizarse o copiar a lo ya existente, sino que, por el contrario, se adhiere a él con su nuevo lenguaje moderno, categorizando y dando valor al conjunto (fig. 241).

Por otro lado, en la nueva central (fig. 240) se vuelve a optar por el hormigón visto pero la solución constructiva resulta ser más osada que en Arenas de Cabrales, puesto que los muros de carga, ejecutados con un sistema análogo al del tapial sustituyen a los clásicos pórticos que han de soportar el puente grúa. Así, "los encofrados sirven de andamio y permiten el vertido del hormigón con carretillas. Con ello y con la modulación de los tableros se consiguió una gran economía de madera." (Álvarez y Elorza 1960: 344)

El resultado final es un contenedor, una caja, un paralelepípedo deformado por la cubierta inclinada en forma de V que enfatiza su carácter funcional y recio, con un interior amplio, limpio y sencillo. La decoración es extremadamente sobria y se limita a elementos muy puntuales. En el interior de la sala de máquinas, en el testero oriental, aprovechando los mechinales que dejan los encofrados al hormigonar, se introducen en esta retícula unas luminarias que constituyen un auténtico *muro de luz*, de tal manera que la pared queda iluminada por 42 lámparas de color negro que tienen forma de V, como la cubierta (fig. 243).

En la pared contraria, que se abre hacia el oeste, encontramos de nuevo una obra de Antonio Suárez (fig. 242): una enorme e impactante vidriera abstracta realizada con nervios de hormigón y plástico¹⁵¹ sobre la carpintería existente. Ocupa todo el alto

¹⁵¹ La vidriera se ejecutó in situ por el elevado coste que suponía su transporte hasta un lugar tan alejado y poco accesible. El plástico que se utilizó

de la sala de máquinas (unos 15 metros), y está dividido en dos por la viga de hormigón del puente grúa. La sensación que produce es la de encontrarse ante la vidriera de una iglesia, una auténtica *catedral de la energía*, donde la composición se llena de aristas y ángulos rectos para combinar los colores (azul, rojo, amarillo, verde), con una gran energía y expresividad (Gago 2008: 67), utilizando grandes gamas de azul y verde en el centro (fig. 244) y reservando el rojo, desmembrado a base de diagonales, para los extremos (Tielve 2011: 130).

Suárez también participó en la central diseñando una escultura de la Virgen de Nuestra Señora de la Luz con varillas metálicas dobladas para el vestíbulo de la sala de control y con un *friso* (sería más bien un zócalo o un rodapié) que rodea la sala de máquinas en sus lados largos (norte y sur). Esta obra, de sintasol pegado a madera, está formada por fragmentos de colores vivos y contrastados en una combinación cromática en su tiempo violenta y a propósito disonante,¹⁵² pero que hoy está deslucida debido al deterioro causado por la humedad y la falta de mantenimiento, y que queda parcialmente oculta por la diversa maquinaria que allí se acumula.

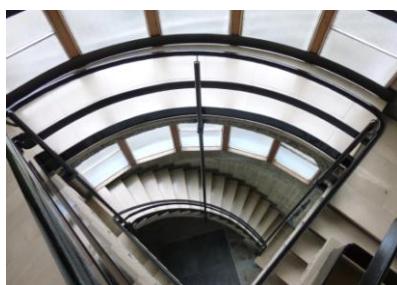
Estas son las únicas concesiones a la decoración en un edificio donde se busca que el hormigón en bruto, con sus aristas y sus texturas sea el gran protagonista.¹⁵³

Al igual que en Arenas, la sala de mandos es un volumen diferenciado que se vincula al cuerpo principal de la sala de alternadores (fig. 245). En este caso, la cubierta en forma de V se repite, pero se ejecuta perpendicular al lado corto, con lo que el aspecto de gaviota que alza el vuelo es muy acusado, más teniendo en cuenta que se trata de un volumen que se construye en voladizo sobre el canal de desagüe de la presa.

provenía de Bélgica, en un intento por parte de Suárez de innovar en el uso de nuevos materiales (Gago 2008: 67)

¹⁵² El tratamiento compositivo dispone tramos en los que se unen trozos con diferentes tonalidades de un mismo color junto a otros en los que destaca el contraste entre colores complementarios. Además, la estructura se potencia por el uso de las diagonales (Gago 2008: 66)

¹⁵³ Es tal la importancia de este edificio, que se trata de la única central española seleccionada por la Commissioner Research Bureau of Reclamation, Dept. of the Interior, de Washington, como una de “Catedrales de la Energía” (San Marcos y Siñeriz 1983: 10)



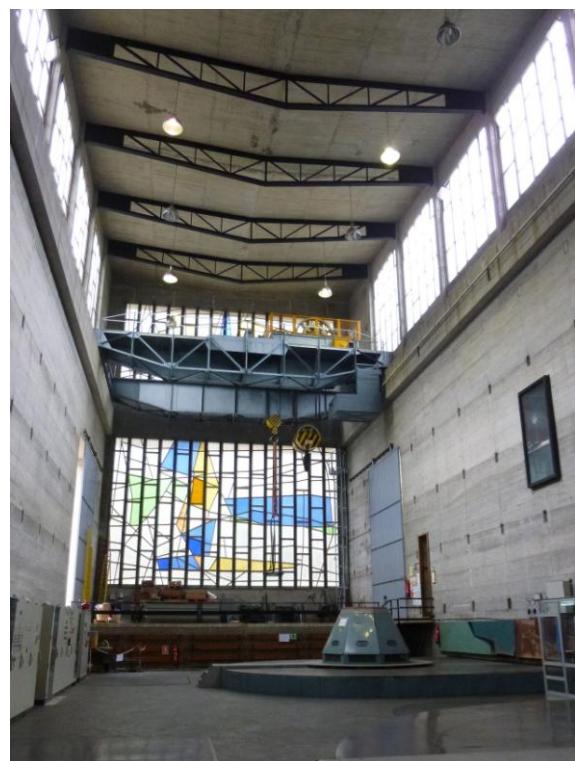
En esta página
 De izquierda a derecha
 y de arriba abajo:

- 240-** Central de Silvón, vista exterior desde el suroeste.
241- Escalera de entrada a la antigua central de Doiras
242- Dibujo coloreado de la vidriera interior de Silvón.
 [Reelaboración Archivo Viesgo]



Página siguiente
 De izquierdo a derecha
 y de arriba abajo:

- 243-** Vista testero este.
 Las lámparas ya no
 funcionan
244- Vista testero oeste,
 con la vidriera de
 Antonio Suárez
245- Alzado norte. La
 fachada de la sala
 de mandos se
 reviste con gresite,
 como en Arenas,
 pero de color
 marrón oscuro. Al
 fondo puede verse
 la presa de Doiras
 recrecida con los
 nuevos miradores
 de hormigón.



2.4.3. Central de Arbón

En la construcción de este salto, Castelao y Elorza recogen toda la experiencia asimilada en los anteriores encargos, llegando a una pureza de las formas y una simplicidad asombrosas. Se trata de un auténtico ejercicio de estilo, de un edificio Racionalista de manual (fig. 247). Por su adaptación formal, la disposición e interrelación de los volúmenes, la magistral distribución de los huecos, los materiales empleados, los grandes paños acristalados, las cubiertas planas, la abstracción figurativa... podemos ver un repertorio formal con claras referencias a la obra de Mies (García-Pola 1997: 95). El hormigón bruñido, el gresite blanco, el vidrio, la carpintería metálica pintada y la madera se combinan en un contraste de texturas perfectamente modulado que armoniza el conjunto.

La sala de control es un volumen alargado y liviano, con grandes ventanales de cristal orientados al paisaje, elevado en altura a modo de pasarela entre la sala de alternadores y las dependencias auxiliares, al que se sube por un pequeño pabellón de cristal con una escalera exenta de madera (recurso ya utilizado en Arenas de Cabrales), y que se relaciona físicamente con la sala de alternadores mediante un gran ventanal situado al fondo de la sala de mandos.

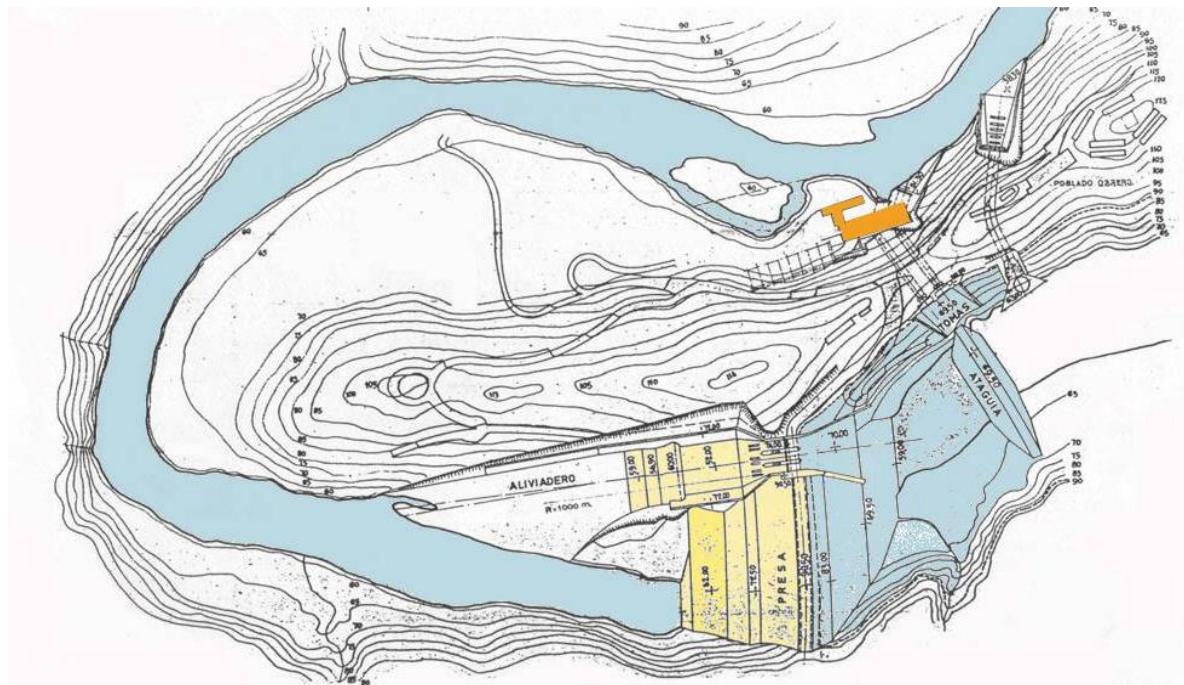
La sala de máquinas es una nave única de 60 m de longitud cubierta por medio de una sucesión de bóvedas de hormigón, en cuyos extremos se colocan vidrieras por las que penetra una luz lateral difusa. La fachada está compuesta por unas singulares piezas verticales de hormigón plegadas en ángulo de 120° con forma de "v" invertida colocadas en forma cóncava o convexa¹⁵⁴ y desplazadas en su eje horizontal para permitir aberturas de luz indirecta (fig. 248), consiguiendo una iluminación interior homogénea (García, Landrove y Tostoes 2005: 134). Este mismo modelo de pieza a otra escala sería utilizada por Castelao para diseñar todo el espacio exterior adyacente a la central, desde las jardineras hasta el vallado de la finca. Al fondo de la sala, rompiendo la sobriedad del muro ciego de hormigón, un gran ventanal se abre hacia el paisaje de ribera que rodea el salto.

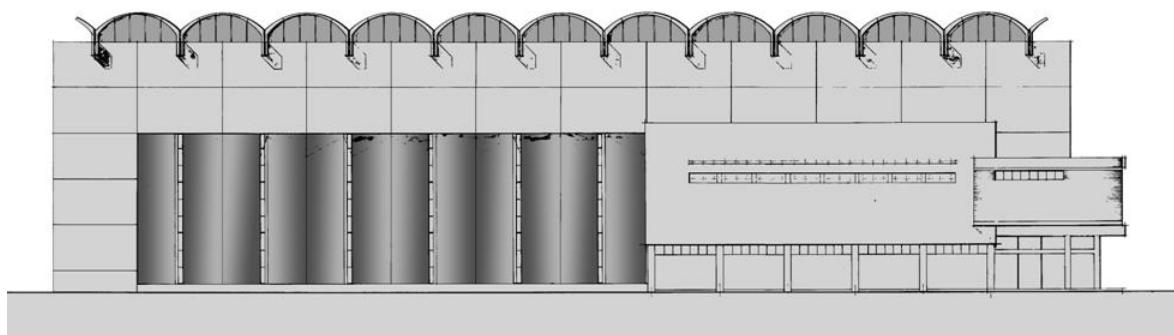
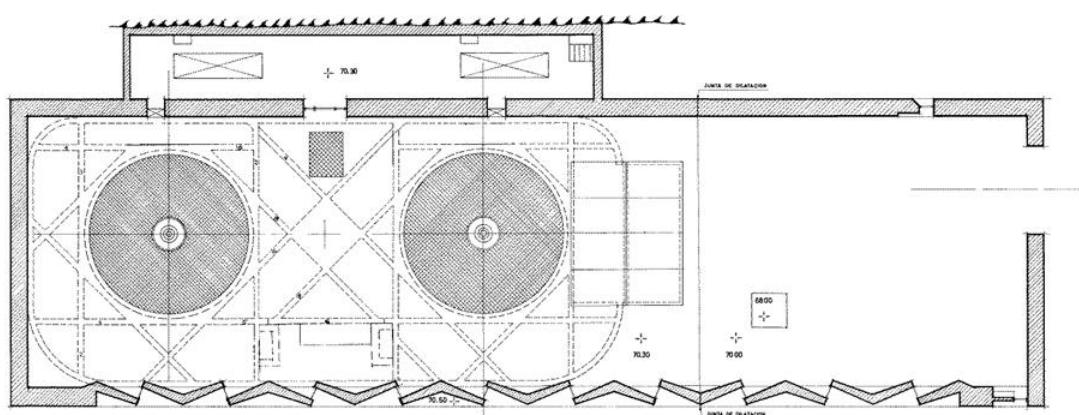
¹⁵⁴ Curiosamente, estos elementos prefabricados son muy parecidos a los que utiliza Miguel Fisac para la fachada de su edificio de oficinas IBM en Madrid. Ambos proyectos son casi simultáneos, por lo que es casi imposible determinar si uno de los dos copió al otro.

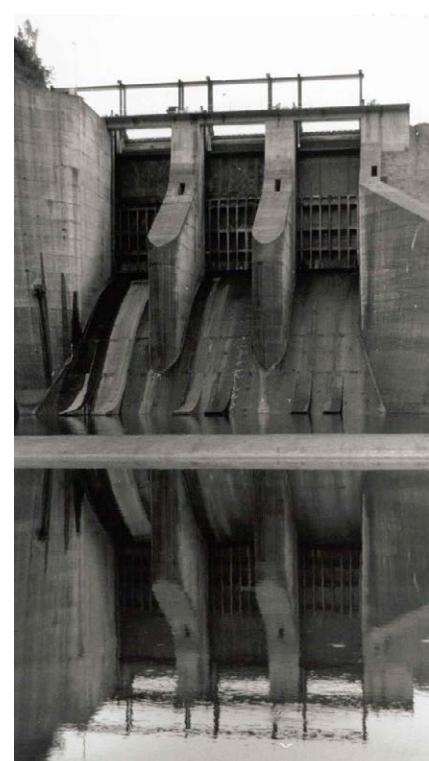
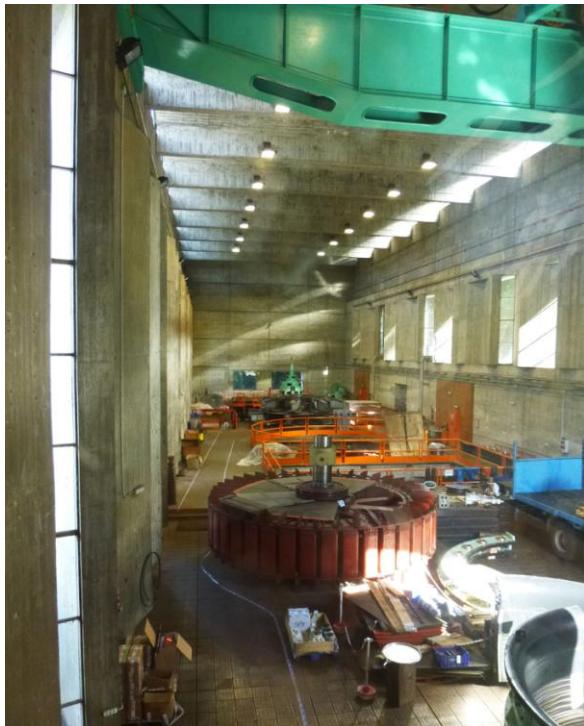
La sala de turbinas (fig. 249) es otro de los elementos singulares de esta central. Debido a la poca altura del salto, los grupos disponen de un eje intermedio que permite ganar más altura y potencia. De esta manera, la sala situada bajo los alternadores tiene una excepcional altura de casi nueve metros (de las mayores del mundo), donde las turbinas quedan embebidas dentro de esbeltos pilares de hormigón en forma de columnas con capiteles campaniformes (fig. 250). Estas formas recuerdan a las que utilizó Frank Lloyd Wright en el S. C. Johnson and Son Company Administration Building, construido entre 1936 y 1939 (García, Landrove y Tostoes 2005: 134).

Es un lenguaje formal mucho más cercano a Louis I. Khan o al Le Corbusier brutalista, por el tratamiento del hormigón y las posibilidades que ofrece la iluminación como medio para generar emociones. Como dice Miguel Ángel García-Pola: "La sensación de sacralización que propicia el interior de estos edificios industriales, verdaderos templos de la energía, donde la maquinaria se ensalza en vez de esconderse, se aprecia de manera especial en Arbón. [...] Todos los gestos expresivos dependen del tratamiento que recibe la luz natural y el diseño estructural de sus elementos." (García-Pola 2002: 99)

246- Planta de situación de la central de Arbón, a la derecha, en naranja. La presa está situada al otro lado del meandro, a la izquierda en amarillo.
[Reelaboración Archivo Viesgo]







Página anterior
De arriba abajo:

247- Central de Arbón,
fachada principal.

248- Planta y alzado de la
sala de máquinas de
la central de Arbón.
[Reelaboración
Archivo Viesgo]

En esta página
De izquierda a derecha
y de arriba abajo:

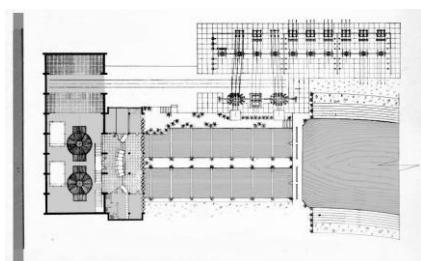
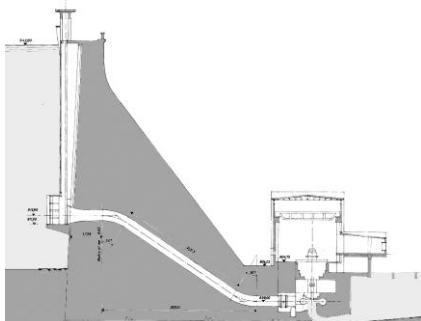
249- Vista de la sala de máquinas

250- Vista interior de la sala de
turbinas [Ángel Sanchís en
Registro del Docomomo
Ibérico: ficha AST.17.0]

251- Sala de mandos

252- Presa de Arbón
[Archivo Viesgo]

2.4.4. Central de Aguilar de Campoo



En esta página
 De arriba abajo:

253- Central de Aguilar de Campoo,
 sección de la presa y la central
 [Archivo Viesgo]

254- Planta de la central de Aguilar
 de Campoo
 [Archivo Viesgo]

255- Detalle de las cajas de hormigón
 armado con fibra de vidrio

Página siguiente
 De arriba abajo:

256- Vista exterior. Al fondo puede
 verse la pared de la presa, que
 ya estaba construida cuando
 se realizó la central.

257- Vista interior de la sala de
 máquinas

Nos encontramos ante una obra que parece haber sido injustamente olvidada, que apenas aparece mencionada en las notas a pie de página de libros y artículos. Sin embargo, es muy interesante el uso que Castelao y Elorza hacen aquí de los recursos estéticos y funcionales que ya aplicaron en sus proyectos anteriores. Así, de nuevo nos encontramos con temas recurrentes como el problema de la doble escala (el edificio de la central frente a la pared de la presa), el empleo del hormigón y el gresite, la sinceridad constructiva, el uso de la luz y el claroscuro entre los paños perfectamente modulados, etc...

Al igual que en Arenas, Silvón y Arbón, la central se compone de dos volúmenes, y la sala de control se adelanta respecto de la nave, con un voladizo sobre el canal de desagüe (fig. 256). El desplazamiento en planta entre los dos volúmenes y la situación de los accesos, frontales, cercanas al extremo y a distinta altura, producen una curiosa asimetría en el conjunto, acentuada por la dirección de las celosías y carpinterías (Arancón 1998: 256)

Pero lo más sorprendente de este edificio se halla en su interior, en su sala de máquinas donde, con unos mínimos elementos (los materiales: hormigón, ladrillo, vidrio; y la construcción: sencilla y sincera), se consigue una sensación espacial sobresaliente (fig. 257), sobre todo al contemplar los testeros cortos, unas altísimas paredes ciegas en las que se recrea un aparejo de sogas y tizones (donde éste sobresale generosamente de la vertical del muro), iluminados de forma indirecta por unos paralelepípedos de hormigón con fibra de vidrio girados 45 grados con respecto al eje vertical situados en la fachada a levante (fig. 255). El juego de texturas y de claroscuros demuestra que ésta es una actuación atrevida e inteligente, llevada a cabo con una escasez de medios que la hace aún más interesante.

Estos elementos prefabricados serán el *leit motiv* de este proyecto, puesto que además, serán utilizados para la fachada de la sala de mandos (aunque hoy día han desaparecido casi todos y sólo se conservan tres en el vestíbulo), y también para el tratamiento del espacio exterior (utilizándose como jardineras).

De este modo vemos, en la última colaboración entre Castelao y Elorza, cómo han conseguido una integración tan sutil de las Artes que no es necesaria siquiera la existencia de elementos decorativos y son los propios materiales y su capacidad plástica los que nos remarcan la contundente expresividad que pueden llegar a tener los edificios industriales.



2.4.5. Central de Aguayo

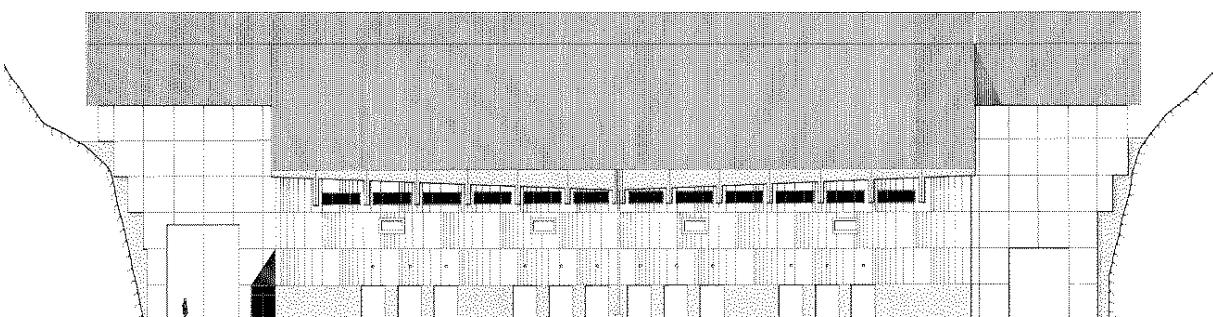
Esta central está situada en Cantabria (fig. 258), en los términos municipales de San Miguel de Aguayo y Bárcena de Pie de Concha. En la zona ya existía un embalse, el de Alsa, que daba servicio a la central de Torina.¹⁵⁵ El salto de Aguayo surge del plan de crecimiento del antiguo embalse de Alsa¹⁵⁶ en la cuenca del Besaya propuesto por la compañía concesionaria, Electra de Viesgo. La central reversible se construyó entre 1978 y 1982 y en ella, aparentemente, sólo intervino Juan José Elorza como diseñador en su calidad de Director de construcción de la compañía, en colaboración con el ingeniero Agustín Presmanes, Director Gerente de la Sociedad (Madrazo 1981: 171).

No se trata de un excepcional edificio industrial, pero su fachada norte tiene ciertos rasgos distintivos interesantes. La estructura de los muros exteriores es de hormigón armado, y se ha realizado el encofrado con tablas de madera y mechinales. Pero las juntas de dilatación no son continuas ni están ordenadas. De hecho, el diseño parece hecho realmente apostando para que no eso sea así, y esto es porque la fachada representan una serie matemática con la que se modulan los paneles de hormigón. De esta manera lo que sería una fachada industrial plana y rígida, adquiere cierto movimiento (fig. 259).

El aspecto final es curioso y atractivo, aunque no llega al nivel de excelencia de las centrales diseñadas por Castelao y Elorza. Aquí vemos un intento de generar, una idea, un *leit motiv*, como se había hecho en las demás centrales, pero sin mucho más recorrido. Por otro lado, se echa en falta el gusto por el diseño de los detalles: los espacios exteriores apenas están tratados, la escala del edificio no dialoga con la presa, torpemente recrecida, ni con el entorno, quedando éste empequeñecido frente a tamaña mole de hormigón. Tampoco es muy acertada la cubierta típicamente industrial de chapa plegada roja a dos aguas, que parece pesar más que el propio edificio y que se prolonga más allá del faldón plegándose para formar el alero.

¹⁵⁵ Construida en 1921, la central recibe las aguas del pantano de Alsa conducidas por un canal de 5 kms. de longitud con un desnivel de 456 metros. El edificio en sí representa una típica arquitectura industrial de ladrillo de comienzos del siglo XX.

¹⁵⁶ La presa se elevó unos 7 metros con un paramento de hormigón absolutamente anodino. Como la central se proyectó reversible, se construyó un nuevo embalse, el de Mediajo, de materiales sueltos, en una altiplanicie cercana, que sirviese de depósito superior (Elorza 1985: 369).



De todas maneras hay algunos elementos interesantes, como los ventanales corridos de la fachada sur, la viga colgada de la fachada norte con forma curva (representa el diagrama de momentos que generan sobre ella los esfuerzos, fig. 260), o la forma en que la central se adapta al terreno, con esas piezas prefabricadas de hormigón mostradas como escamas que se van deshaciendo para no llegar a tocar la montaña, formando una escalera perfectamente ordenada.

En definitiva, esta central es interesante por tratarse de un diseño del ingeniero del tandem Castelao-Elorza y nos permite ver hasta qué punto la otra parte, el arquitecto se involucraba en estos proyectos industriales y qué sucede cuando ya no colabora en ellos, como se pierde en gran parte la singularidad que preside al resto de centrales.

Central de Aguayo
(de izquierda a derecha
y de arriba abajo):

258- Vista de la presa y la central aguas abajo

259- Detalle de la fachada norte donde se puede ver el curioso despiece de los paneles de hormigón

260- Dibujo del alzado norte
[Archivo Viesgo]

2.5. MIGUEL FISAC: REINTERPRETACIÓN DE LA ARQUITECTURA VERNÁCULA EN CLAVE CONTEMPORÁNEA

Miguel Fisac (Daimiel, 1913 - Madrid, 2006), maestro e innovador en el uso del hormigón, pionero tanto en la incorporación de las últimas tendencias europeas al panorama español como en el relanzamiento de la nueva arquitectura española dentro y fuera de nuestras fronteras, destacó siempre por el extremado rigor y la simplicidad en la composición y profundizó en el estudio de la prefabricación y la industrialización como métodos de construcción más económicos y coherentes (Arqués 1996: 26).

La relación de Fisac (fig. 262) con el mundo de la industria proviene de su interés por el mundo científico, la investigación y la innovación. Sus primeros trabajos, para el Consejo Superior de Investigaciones Científicas, van a marcar el resto de su carrera profesional.¹⁵⁷ Además, a finales de los años 50 y comienzos de los 60 va a recibir encargos de edificios industriales para empresas farmacéuticas como Alter, Jorba o Farmabion, y estas construcciones van a ser el campo perfecto para la experimentación que Fisac llevará a cabo en el campo estructural con el hormigón, material que por entonces estaba empezando a despuntar por su cualidades plásticas y de maleabilidad. Fruto de esta investigación son las numerosas patentes industriales y sistemas constructivos¹⁵⁸ que desarrollará y que se apoyan en procesos industriales y en avances tecnológicos que trasladará a sus obras en todos los ámbitos (Peris 2015: 7).

En este sentido su obra más paradigmática será el Centro de Estudios Hidrográficos (1963), aquella en la que logrará una de sus más brillantes aportaciones no sólo al desarrollo de las estructuras armadas con las primera piezas de hormigón postesado de sus *huesos* (fig. 261) sino también al campo del tratamiento de la luz y el diálogo entre interior y exterior que generarán sus piezas. Como explica Arqués Soler, sus obras:

¹⁵⁷ La íntima relación que le unía con el director del CSIC, el edafólogo Albareda, le va a proporcionar acceso ilimitado a las instalaciones y las actividades del Consejo y a sus diferentes proyectos (Peris 2015: 7)

¹⁵⁸ Destacan las patentes para ladrillo hueco en cerramientos exteriores, las vigas hueso y sus estudios sobre estructuras pretensadas y postesadas.



De izquierda a derecha:

261- Centro de Estudios
Hidrográficos, vista interior
[Cedex]

262- Fotografía de Miguel Fisac,
obra de Jaime Villanueva
[El Mundo]

Son construcciones sin concesión alguna al decorativismo o a la presunción estilística, que no nacen ni del capricho ni de la moda [...] sino que están inspirados en [...] un acercamiento a las formas orgánicas [...] y crean un nuevo lenguaje algo estricto y reducido, en parte ligado a la propia naturaleza del material y en parte ligado a la geometría (Arqué 1996: 30).

Además, Fisac también mostrará un especial interés por el proceso evolutivo y constructivo de la piel de sus edificios, buscando así en todo momento el aspecto "táctil", de textura, de la superficie. Rechazará, por tanto, problemas de tipo formal, lingüísticos o de estilo y se decantará por una "complejidad conflictiva" producto de tres conceptos, invariantes en toda su obra: estructura, construcción y materia (Arqué 1996: 30).

Y es en sus edificios industriales¹⁵⁹ donde las soluciones estructurales innovadoras encuentran su lugar para la experimentación, categorizando espacios neutros en los que la estructura y la luz adquieren un especial protagonismo. Y junto a ésto, el desarrollo de patentes le va a permitir además colaborar activamente con ingenieros en la resolución de problemas de dimensionamiento y cálculo estructural y en la adecuación de sus ideas a proyectos arquitectónicos reales (Peris 20015: 8).

¹⁵⁹ Otras obras de tipo industrial destacadas son el edificio de oficinas para SEAT (1950), los laboratorios Jorba (1965), el edificio IBM (1967), las Bodegas Garvey (1968), o el edificio Dólar (1973).

2.5.1. Central y presa del contraembalse de Ip

La construcción del Salto de Ip comienza en 1945, cuando le es concedida a la Sociedad Electra Jacetana la autorización para el aprovechamiento hidroeléctrico del caudal procedente del barranco de Ip,¹⁶⁰ en el término municipal de Canfranc (Huesca), muy cerca de la frontera francesa.

Aunque se realizaron entonces algunas obras auxiliares para la ejecución del salto (fundamentalmente explanaciones en la montaña para dar acceso a los ibones),¹⁶¹ las obras se paralizaron por diferentes dificultades técnicas y climáticas (García, Landrove y Tostoes 2005: 110) y no fueron retomadas hasta años después, cuando a mediados de la década de los 60 la Sociedad presenta un proyecto¹⁶² que contemplaba la construcción de dos embalses: el superior, utilizando el ibón de Ip con el que regular las aportaciones naturales de la pequeña cuenca (incluidas las aguas del cercano ibón de Iserías); y el inferior o contraembalse, sobre el río Aragón, que permite almacenar el agua ya turbinada para su posterior bombeo (Sancho 1970: 553).

Se trata por tanto de un aprovechamiento “reversible” o de acumulación por bombeo en el que el agua se reutiliza constantemente¹⁶³ y que fue finalmente ejecutado por la empresa Eléctricas Reunidas de Zaragoza quedando finalizadas las obras en el año 1970 (Biel 2011a: 52)

Se construyeron dos presas, la superior llamada de Ip y la inferior, el contraembalse de la Espelunga (Peris 2015: 113), comunicados mediante una galería de presión y tubería forzada para el retorno del agua. La dirección de las obras corrió a cargo del ingeniero Conrado Sancho Rebollida.

¹⁶⁰ En origen se trataba de un caudal de 300 l./seg.. La concesión se amplió posteriormente a 1500 l./seg., con utilización de 927 m. de desnivel a unos 2200 m. de altitud (Sancho 1970: 553).

¹⁶¹ En el Pirineo Aragonés, a los lagos de alta montaña se les denomina *ibones*. En el Pirineo Catalán se les llama *estanys*.

¹⁶² Este proyecto, con fecha de mayo de 1965, consta de tres planos: una planta de situación, una sección longitudinal del salto y una planta general en la que se pueden ver la ubicación de la presa y de la central respecto al río y al pueblo. No están firmados. Fuente: Acciona a través del archivo histórico de la Sociedad Electra Jacetana en Endesa

¹⁶³ Este tipo de aprovechamiento hidráulico, que se repite, por ejemplo, en las centrales de Bolarque (Guadalajara) y Aguayo (Cantabria), es el único de su categoría construido en la zona. Fuente: Inventario del Patrimonio Industrial y de la Obra Pública de Aragón. www.sipca.es



La presa de Ip tiene 31 metros de altura y es de materiales sueltos, con núcleo de arcilla para adecuarse al terreno formado por una capa de gran espesor de derrubios. Esta tipología se repite mucho en otras presas de alta montaña de la zona (sistemas de presas del Cinca y el Gállego), por su facilidad para integrarse en el entorno. El aliviadero es un morning-glory (pozo vertical con embudo de sección Wagner en coronación) (Sancho 1970: 555), muy sobredimensionado respecto a los caudales máximos de la cuenca. Destaca por su sobria ejecución y su localización en un entorno aislado y poco antropizado.

La presa de la Espelunga (fig. 263) está situada al sur del núcleo de población, junto a la central y a la entrada del túnel de Somport, que comunica España con Francia. Es una presa de contrafuertes y 27 metros de altura. Las presiones del hielo (las nevadas son continuas en invierno), y el hecho de que los promotores quisieran dar a esta obra un carácter singular, determinaron su pequeño espesor y la ejecución de unos contrafuertes ligeramente curvados con un aspecto muy expresivo y que a su vez sirven también de aliviadero, descargando el agua lejos de la cimentación. La imagen se asemeja a las cárcavas erosionadas en el macizo rocoso (García, Landrove y Tostoes 2005: 110) y recuerda a otras presas, salvando las escalas, como las de Aldeadávila (Salamanca) o Anchuricas (Jaén) por la rotundidad de su propuesta estética, donde los aliviaderos parecen estar rasgados en la misma pared de hormigón como prolongación de la roca.

263- Presa de la Espelunga,
vista aguas abajo



Central de Ip
 (de izquierda a derecha):

264- Vista desde el río del alzado oeste

265- Vista del alzado sur



Las dos presas y la central se sitúan en un paisaje singular, no sólo por la belleza de su entorno pirenaico sino también por encontrarse en las inmediaciones de la Estación Internacional de Canfranc,¹⁶⁴ impresionante edificio ferroviario que sorprende tanto por su tamaño como por su localización.

Miguel Fisac participó en la construcción de la central (fig. 264) entre 1965 y 1971, pocos años después de haber proyectado en el mismo pueblo de Canfranc su nueva iglesia parroquial (1963). Fisac mostró siempre una especial predilección por el lugar: su mujer, Ana María Badell, era oriunda de la zona y en el propio pueblo edificó además una casita de veraneo que él mismo llamaba “el Pajar” (Prat 2010: 6)¹⁶⁵

El edificio de la central hidroeléctrica en sí es un gran volumen recio de porte majestuoso. De planta rectangular, con una

¹⁶⁴ Inaugurada el 18 de julio de 1928 por el Rey Alfonso XIII y el Presidente de la República Francesa Gaston Doumerge, esta ambiciosa línea ferroviaria pretendía servir como tercer eje de conexión ferroviaria España-Francia a través del Pirineo Central. La estación, de desproporcionadas dimensiones y estética clasicista más propia de una gran ciudad como Madrid, Barcelona o Valencia que del estrecho valle en el que se encontraba, ha sufrido lúgicamente el paso del tiempo, el abandono y la desidia en una línea ferroviaria clausurada el 27 de mayo de 1970 por iniciativa del gobierno francés al hundirse un puente en la vertiente francesa (Usón 2004: 129-130)

¹⁶⁵ “Mi familia veraneó siempre en Canfranc. Hacíamos excursiones muy simpáticas: comíamos avellanas, moras y frambuesas que llamábamos chordones (...) Hice una casa con tres muros y unos rollizos de madera. Compré yo el tejado de lajas de piedra, de una casa vieja antigua, no de pizarra sino de piedra. Hicimos una tapia preciosa de avellano y una verja de hierro para la entrada, pero al venderla, los nuevos propietarios quisieron darle más valor y modificaron lo más importante” (Roda 2007: 168, 272)



pronunciada cubierta asimétrica a dos aguas construida con estructura metálica y chapa de aluminio, su envolvente (fábrica de mampostería del lugar colocada a arista viva) es una referencia explícita a la arquitectura vernácula local de carácter pirenaico (muros gruesos de piedra, cubiertas con mucha pendiente para evacuación de la nieve, grandes aleros...), pero actualizada a un lenguaje contemporáneo (fig. 265).

Las fachadas longitudinales se subdividen en nueve vanos mediante unos pilares esbeltos de hormigón que marcan la estructura interior de pórticos y cerchas. El gesto de la lámina curva de hormigón en el testero oeste, que servía de entrada al garaje, y el ventanal corrido de la parte alta están directamente relacionados con una modernidad basada fundamentalmente en el diseño y composición de los huecos (Biel 2011a: 55). La fachada trasera, que da a la montaña, no tiene ningún tipo de tratamiento y es un simple muro de hormigón liso en el que se horadan tres ventanas cuadradas en su extremo meridional.

En los lados cortos destacan unos potentes y expresivos contrafuertes poligonales (fig. 266 y 267) que sobresalen como dientes de las fachadas y sirven para recalcarla el carácter rural de la construcción. En el lado norte son seis y entre los dos primeros se sitúa la entrada a la central, una pequeña puerta con tejadillo que desluce un poco la robustez de la fachada. En el lado contrario (fachada sur), sólo hay dos contrafuertes para permitir que entre medias se abra la puerta de acceso de la maquinaria pesada y sobre ella, como un retablo, hay un impactante paño de pequeños huecos cerrados con pavés que tamizan la luz de forma magistral en el interior.

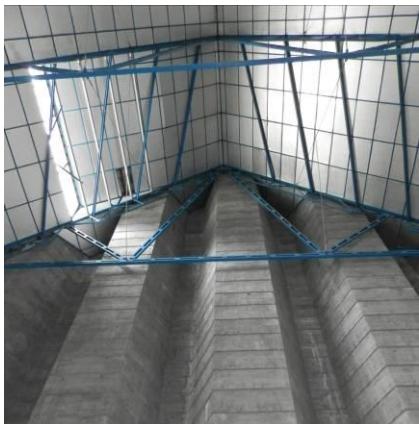
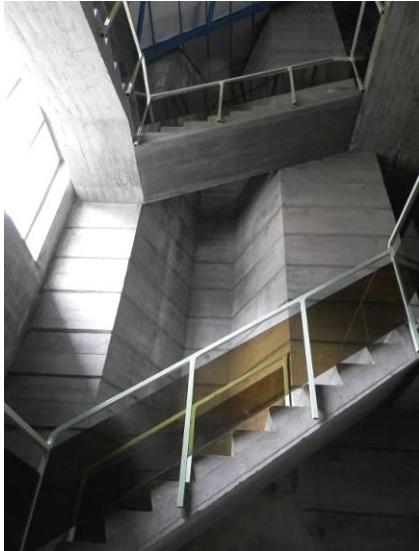


Central de Ip
(de izquierda a derecha
y de arriba abajo):

266- Fachada norte

267- Detalle de uno de los contrafuertes de la fachada

268- Lámina de hormigón plegada.
La puerta y las ventanas son
una adición posterior



Central de Ip
 (de izquierda a derecha
 y de arriba abajo):

- 269-** Detalle de la escalera
- 270-** Vista de la sala de máquinas.
 Al fondo se puede ver el muro de pavés
- 271-** Detalle de la estructura interior y de las cerchas de cubierta



Al entrar en el edificio podemos contemplar un drástico contraste: las concesiones a la arquitectura popular desaparecen y nos encontramos ante un espacio sobrio y funcional¹⁶⁶ donde Fisac, gracias a los materiales utilizados (hormigón, vidrio, acero), la inteligente disposición de los huecos y al uso de la estructura metálica de cubierta (que ya probara en la iglesia de Nuestra Señora del Pilar de Canfranc y en el Teologado de los Padres Dominicos de Alcobendas), demuestra su capacidad para manipular la luz (fig. 270)¹⁶⁷

¹⁶⁶ Se crea de esta manera un fuerte contraste entre unos exteriores vinculados a la arquitectura vernácula de la zona con el uso de las cubiertas inclinadas y el mampuesto de piedra con un frío y funcional interior en el que dominan los materiales industriales y la presencia de las máquinas. (Biel 2011a: 54).

¹⁶⁷ Este rasgo es constante en Fisac a lo largo de su obra, que trata los cielos rasos interiores como superficies tensas, vibrantes, que desprenden el tipo de luz o de sombra más adecuado para cada espacio, sea una iglesia o una fábrica, y "recorre un camino que va sin transición des de Santa Sofía o



El edificio se organiza en dos crujías paralelas al lado largo, de tal manera que en cada uno de ellas se resuelven los programas de maquinaria (sala de turbinas), y oficinas (sala de mandos), respectivamente.¹⁶⁸ Esta última se divide en tres plantas a las que se accede mediante una curiosa escalera que, debido a su disposición, recuerda a los dibujos de Escher, puesto que parece volver sobre sí misma sin aparente continuidad, y esto es así porque cada tramo es distinto (fig. 269).

Otro elemento muy interesante de su interior es su aspecto decididamente industrial y futurista, acentuado por el uso del color azul en los paramentos, por el carácter másico de los muros de hormigón (resultan ser un negativo de los contrafuertes de piedra del exterior, pero su acabado pulido y la junta horizontal de encofrado les confieren una mayor potencia visual como paramento ciego en un espacio cerrado), por la ligereza de la estructura (unas cerchas muy esbeltas con correas en celosía y atirantadas con perfiles aligerados que descansan en pilares metálicos formados por perfiles abiertos y éstos a su vez apoyados sobre los pilares de hormigón), por la propia cubierta y cómo se pliega en determinados puntos para dejar paso a la luz a través de nueve lucernarios muy discretos y

Central de Ip
(de izquierda a derecha):

272- Cubierta del edificio con la estructura de cerchas

273- Zona de trabajo en el lado oeste de la central, planta cuarta

Ronchamp, con sus cubiertas flotantes, hasta su culminación en sus cubiertas a base de jácenas en forma de hueso". (Prat 2010: 7-8).

¹⁶⁸ La buscada asimetría de la cubierta se justifica también por esta disposición de los espacios de trabajo: la sala de máquinas se concibe como un espacio unitario y simétrico mientras que el área de oficinas se proyecta como una prolongación hacia el exterior, hacia el río, del conjunto.

efectivos¹⁶⁹, y sobre todo por la capacidad del arquitecto para, con dos o tres tipos de hueco (la ventana corrida, el tragaluces, la ventana tradicional y, sobre todo, el impactante muro perforado con pequeños huecos de pavés que por fuera pasa bastante desapercibido pero por dentro resulta espectacular), iluminar de manera muy efectiva el interior, dando como resultado un espacio realmente interesante, sin duda una obra arquitectónica de un alto valor estético (Biel 2011a: 54), en la línea de la búsqueda continua por parte de Fisac de una identidad que nos muestra el rigor y la fidelidad a un programa establecido, a una racionalidad constructiva y a una expresividad plástica a la vez culta y popular, basada, en cualquier caso y según comenta Francisco Arqués en “un cuidadoso análisis del entorno, de la naturaleza donde va ser ubicado, del material y de las necesidades programáticas y funcionales” (Arqués 1996: 28)

En sus obras, Fisac siempre le daba mucha importancia al acabado de las superficies de cerramiento, planteando el problema de las texturas superficiales con una racionalidad constructiva que lo aleja de la ornamentación (Arqués 1996: 247). Como el mismo arquitecto afirmaba:

El espacio limitado, que es la arquitectura, necesita una limitación material y esa materia, como la de nuestro cuerpo, ha de tener una piel. Siempre me he interesado mucho por esa piel y su calidad. Siempre también, con el deseo de verdad, me ha parecido que esa textura, esa piel, si es posible, debería ser del mismo material limitante y destacando el color y la lisura más concordante con su intrínseca constitución molecular. Si, por ejemplo, se construye un muro de sillares de granito de Villalba, pongo por caso, la globulometría de este granito en concreto, queda muy bien patentizada si se hace una labra con bujarda de cinco dientes. Si la labra se hace con bujarda de siete dientes o con martillina, las caras labradas quedan mucho menos frescas, como machacadas; al no estar armonizada la herramienta con el material. Lo mismo se puede decir de otras piedras naturales y también de otros materiales artificiales como el ladrillo (Arqués 1996: 249)

Si sustituyéramos el granito de Villalba por la piedra autóctona podríamos estar hablando perfectamente de la central de Ip, donde el material y su tratamiento le dan carácter al edificio no sólo externamente sino también, y aunque quieran expresar

¹⁶⁹ En algún croquis inicial de Fisac la cubierta se resolvía de manera diferente, con un avance de la línea de encuentro de los dos faldones de tal modo que se creaban 5 tragaluces en la coronación (Peris 2015: 114)

conceptos distintos pero complementarios, en ese interior aséptico y maquinista.

Así, esta central hidroeléctrica se encuentra en la línea de otros edificios suyos posteriores como el centro de rehabilitación de la MUPAG, la fábrica Bioter o la editorial Dólar, obras acometidas en los años 70 y donde la piedra sin desbastar es sustituida por el hormigón con “encofrado flexible”,¹⁷⁰ llevando así hasta el extremo su investigación en las posibilidades arquitectónicas de las texturas con el fin de dotar a la piel del edificio de una flexibilidad y expresividad específicas, fruto de una preocupación plástica que responde en Fisac a “una transformación de la materia inerte en energía poética, y donde el concepto de superficie como un elemento abstracto e independiente a la estructura desaparece, para transmutarse en cualidad intrínseca del edificio” (Arqués 1996: 31)

Cercana a la central de Ip, subiendo por el norte hacia el pueblo se encuentra la Central de Canal Roya (fig. 274). Se trata de un pequeño edificio complementario construido en 1967 (pocos años antes de finalizar la central de Ip), formalmente deudor del edificio mayor proyectado por Fisac. Aunque su autoría no ha sido aún aclarada,¹⁷¹ las similitudes con la hidroeléctrica de Ip son demasiado grandes como para dejarlas pasar por alto:

El edificio tiene planta cuadrada y cubierta de chapa asimétrica de gran pendiente. Las ventanas son cuadradas y colocadas de manera asimétrica en la fachada. Lo que más llama la atención es que casi todo el edificio se recubre de paredes de hormigón

¹⁷⁰ Este sistema constructivo fue patentado por Fisac en 1970 (y mejorado en años posteriores: 1971, 1972 y 1975), con los números de patente: 0382096, 0421044 y E04G9/02 (Peris 2015: 152). Se trataba de dotar al hormigón armado de una textura y acabado que reflejara sus características de material blando y flexible. Como el propio Miguel afirmaba: “durante bastante tiempo he estado pensando cómo se podría conseguir una textura que dejara la huella de que aquello tenía antes un estado pastoso, que se vertió en un molde y procurar que el material flexible en el que se echara fuera muy pulido y completamente liso, como es una lámina de polietileno fill transparente G800. El resultado es una textura brillante realmente muy agradable y que se conserva en excelentes condiciones sin señales de envejecimiento durante más de 20 años como he podido comprobar” (Arqués 1996: 250)

¹⁷¹ Según D. José Luis Arranz, técnico responsable de ambas centrales, no se ha encontrado ningún documento en los archivos que pueda determinar que Canal Roya fuera o no proyectada por Miguel Fisac. Algunos compañeros suyos afirman que sí puede ser pero él personalmente lo duda. Debido a las similitudes entre ambos edificios no se puede llegar a una conclusión definitiva: puede tratarse de una imitación/homenaje de algún técnico anónimo o de una obra de Fisac que él mismo consideraría menor.

274- Central de Canal Roya, vista de la fachada principal



con junta horizontal menos la fachada de entrada (donde está el portón de maquinaria y orientada hacia el sur y la central de Ip), construida mitad en hormigón y la otra mitad exactamente como Ip, con piedra del lugar. La fachada que da al río tiene una ventana corrida justo debajo del alero, análoga a la de Ip y a la Iglesia parroquial de Canfranc. Sin embargo, los parecidos estéticos externos no se corresponden con un interior mucho más convencional. No parece haber una intención en el diseño de unos espacios excesivamente sencillos, ni siquiera en la típica estructura industrial de cubierta o en la relación de volúmenes entre la sala de máquinas y la de mandos, que por su sencillez y banalidad, resulta insignificante.

En el panel informativo colocado por el Ayuntamiento de Canfranc y firmado por María Pilar Poblador Muga se explica lo siguiente sobre la Central de Canal Roya:

[...] destaca por su estilizada volumetría, airosa asimetría y originalidad compositiva, evocando fórmulas empleadas por Mackintosh en la Escuela de Glasgow. Una acertada mezcla de funcionalidad y sencillez, propia de una obra de ingeniería; donde se combina la tradición local, inspirada en la pendiente de los tejados pirenaicos y en el acabado rugoso de la piedra recuerdo de los muros de mampostería; con la modernidad, por el uso del hormigón armado y el aluminio; a lo que se suma un profundo conocimiento de la historia del diseño.

Parece como si la autora quisiera explicarnos que el edificio es de Miguel Fisac pero sin llegar a nombrarlo (lo cual se hace evidente al comentar "el profundo conocimiento de la historia del diseño"). De cualquier modo, resulta bastante interesante cómo ambos edificios, la central de Canal Roya y la de Ip, se

relacionan visualmente y dialogan compositivamente entre sí y con el entorno: el río, las presas, el ferrocarril, la montaña...

En definitiva, siendo la central de Ip (fig. 275) una obra poco conocida del arquitecto, sin embargo ocupa un lugar clave en su trayectoria profesional, marcada por la continua búsqueda de las particularidades estéticas que fluyen desde lo Industrial hacia la Arquitectura, de la necesidad de adecuar ésta a las exigencias funcionales y de cómo la estructura y el detalle constructivo pueden llegar a subyugar y diluir lo "representativo". Así lo explicaba Juan Daniel Fullaondo cuando hablaba de "[...] el brutalismo de Fisac. A este respecto se puede hablar de una disociación entre la ligereza de sus cubiertas industriales y el isotopismo definitivo y medieval de la envolvente mural" (Fullaondo 1968: 93-108)

275- Central de Ip, vista general
desde la carretera al otro lado
del río



2.6. OTROS CASOS ESTUDIADOS

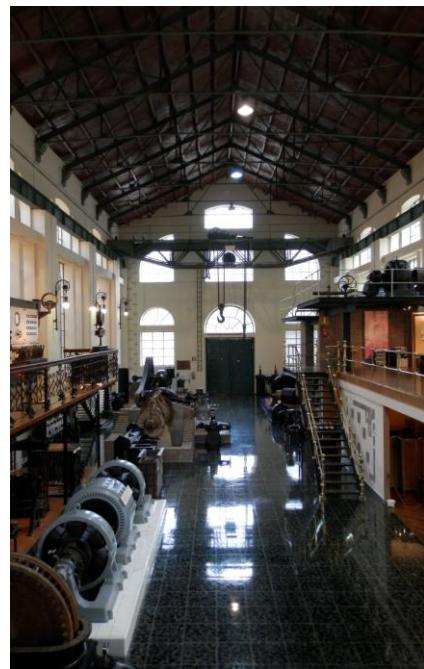
Aparte de los quince casos estudiados anteriormente con profundidad, existen otras centrales hidroeléctricas de interés en las que han participado arquitectos que, si bien no son tan relevantes como los ya citados, sí tienen alguna característica que los relaciona con los arquitectos inicialmente estudiados.

Una de las primeras presas que se construyó en los alrededores de Madrid para abastecer de energía eléctrica a la capital fue la de Bolarque (Guadalajara) en 1910. El diseño de su central (fig. 276) y del poblado que le daba servicio corrió a cargo del arquitecto **Manuel Ruiz Senén** (Cañizares 2005: 57). La sala de turbinas es un gran espacio de paredes enlucidas e hileras de ladrillo visto al que se adosan otros edificios secundarios. En el exterior, destacan las viviendas de los obreros, la casa-cuartel de la Guardia Civil, los edificios para oficinas, la escuela, la capilla con planta de cruz griega y diversas garitas de control a ambas orillas del río, de forma que todos los edificios quedaban hilvanados bajo esta arquitectura del ladrillo tan característica de las obras industriales de la época, y por el empleo de determinados sistemas compositivos comunes en toda la arquitectura de Senén, como puede ser el sistema de huecos, cuya exagerada proporción ancho-alto es muy peculiar.

La antigua central fue clausurada en 1954¹⁷² y se construyó otra, reversible, más cerca de la pared de la presa, la cual también se recreció para dar cabida al nuevo sistema. Acertadamente, la presa de hormigón se revistió con la misma piedra caliza original con la que se había construido la presa original y se añadieron unos arcos en la coronación que le dan cierto aire historicista (Aguiló 2005: 85)

La presa de Belesar (Lugo, 1959-1963), es obra de Luciano Yordi (considerado como uno de los pioneros ingenieros de presas bóveda en España) (Sáenz 2008: 417), si bien la torre de válvulas y el edificio de oficinas fueron proyectados por el arquitecto **Juan Castañón de Mena**. Su intervención consiste en el diseño de una serie de volúmenes acristalados que parecen flotar sobre el agua y que pretenden, valiéndose de transparencias y reflejos, permitir la visión a través de ellos y así no resultar excesivamente hirientes en el espectacular

¹⁷² Actualmente es un Museo de la Electricidad y en su interior podemos ver distintos objetos históricos provenientes de las centrales que la empresa Gas Natural Fenosa tiene alrededor del mundo.



entorno natural del río Sil. El resultado es un sorprendente conjunto de vidrio, acero y granito, abierto al paisaje y extremadamente moderno.¹⁷³ La sala de válvulas se apoya en el terreno del fondo del pantano por medio de una impresionante torre de hormigón de unos cien metros de altura (fig. 278), de tal modo que a embalse lleno la sensación es de liviana pureza, mientras que si el embalse está vacío, esta construcción puede recordarnos a los dibujos del futurismo italiano (García, Landrove y Tostoes 2005: 187).

El edificio de oficinas por otro lado, consiste en un gran prisma con dos caras cerradas y otras dos abiertas al paisaje. La idea de conseguir que la luz al traspasarla la hiciera más liviana, se convierte aquí en un juego de espejos y de voladizos que sobresalen sobre la carretera. El efecto de transparencia se consigue convirtiendo las fachadas que se levantan hacia el valle en gigantescos espejos que captan y multiplican las imágenes del entorno. Al contrario, en su fachada trasera, que se abre a la montaña y a la estación transformadora, deviene



De izquierda a derecha
y de arriba abajo:

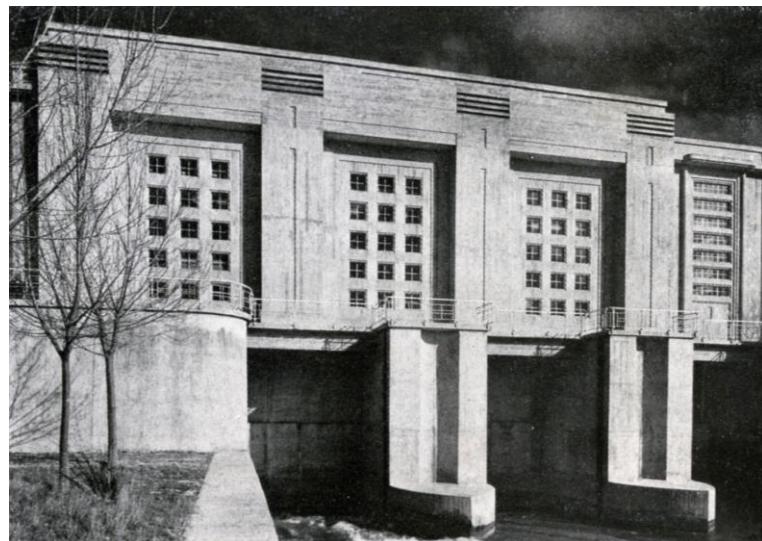
276- Central de Bolarque, exterior.

277- Central de Bolarque, interior
convertido en museo.

278- Torre de válvulas de la presa
de Belesar

¹⁷³ "Castañón -recordemos aquí que era un hombre de profundas convicciones conservadoras (llegó a ser Ministro del Ejército en los años sesenta)- se adhiere sin disimulos a los lenguajes de la contemporaneidad, distanciándose totalmente de los preceptivos cánones de la Arquitectura Oficial de su momento" (Lizancos 1998: 138)

279- Central de Almoguera,
vista exterior
[Temes 1954: 24]



opaca. Y la disparidad de caracteres que se lee en sus fachadas (cerrado y protector frente a transparente y abierto) se quiere subrayar también en lo material. Así, la trasera se reviste en granito de la zona en tanto que la frontal está exclusivamente protagonizada por el vidrio, sólo interrumpido por una ligera perfilería. En la fachada lateral, que quiere volar sobre el precipicio, este efecto se lleva al máximo, por eso los antepechos de sus grandes balcones llegan a desparecer transformándose en láminas de vidrio (Lizancos 1998: 138). La arquitectura de Belesar es hermosa porque ha sabido responder perfectamente a su programa y a su emplazamiento y además está muy bien construida. Es en su sencillez y su falta de pretensiones donde radica su interés, dándonos una lección de humildad y de saber colocarse en el territorio sin estridencias ni grandilocuencias.

El caso de **Fernando Chueca Goitia** en la central de Almoguera (Guadalajara) sobre el Tajo¹⁷⁴ es similar. En él encontramos ese deseo de crear espacios sosegados y sobrios que puedan albergar actividades industriales pero, al contrario que Mena, Chueca no utiliza elementos de vidrio y acero sino que opta por una arquitectura de hormigón en masa recia, con tres grandes ventanales y enormes columnas enmarcándolas que acaban en capiteles estilizados y modernizados, muy en la línea

¹⁷⁴ Construida entre 1943 y 1947, fue concebida como central hidroeléctrica para complementar a la de Bolarque, y como reguladora del caudal del río ante las posibles crecidas e inundaciones de las tierras. Pertenece a la compañía Unión Eléctrica Madrileña.



del clasicismo que aplicara Antonio Palacios en Mengíbar, pero a una escala mucho mayor (Temes 1954: 24) y con ciertos aires de monumentalidad típicos del régimen en los años 40.

Por último, no podemos dejar de mencionar a **Arturo Rebollo**, ingeniero y arquitecto. La presa de Susqueda fue concebida, diseñada, calculada, dirigida y controlada por un único responsable, él mismo, en la que siempre se ha considerado una *presa de autor*. Esta bóveda con aliviadero central sorprende por el cuidado con el que se han diseñado todos sus elementos, desde las torres de toma (que recuerdan a las de Kaufmann para la presa Hoover), hasta la escalera helicoidal de la sala de control. Destacan también por su rotundidad plástica las salas hipóstilas con pilastras hiperboloides situadas en los estribos de la bóveda. Como dice J. Torán: "Rebollo consigue que su obra hable [...]. Él entiende el lenguaje en que la presa y la naturaleza circundante manifiestan su vida" (Rebollo 1972: 5)

En la central, subterránea, Rebollo utiliza una serie de elementos de diseño para crear un discurso coherente sobre las artes en la ingeniería. Destaca cómo reproduce la sección o la planta de la presa en los pomos de las puertas o en las luminarias o en las grandes curvas que definen las paredes de la sala de máquinas y tras las cuales se esconden los tubos que producen una luz indirecta. En el frente de la sala de mandos encontramos un pequeño mural de carácter abstracto primitivista (se asemeja a unas pinturas rupestres) que nos explica la construcción del Salto (fig. 280).

En definitiva, en Susqueda se cumple a la perfección la máxima de Galnares: "La presa es un objeto de uso, cuya forma y materia vienen determinadas por su función, pero a la vez es un objeto de expresión, fruto del pensamiento de un ingeniero" (Galnares, García y Gutiérrez 1996: 90), y en este caso más que nunca, de una única persona, Arturo Rebollo.



De izquierda a derecha:

280- Central de Susqueda, sala de máquinas

281- Presa de Susqueda, sala hipóstila en el estribo izquierdo aguas abajo. Columna con forma de paraboloide hiperbólico

3. La Arquitectura en las presas y centrales

La vista aísla mientras que el sonido incluye; la vista es direccional mientras que el sonido es omnidireccional. El sentido de la vista implica exterioridad, pero el sonido crea una sensación de interioridad [...] Oír estructura y articula la experiencia y la comprensión del espacio. Normalmente no somos conscientes del significado del oído en la experiencia espacial, a pesar de que el sonido a menudo provee el *continuum* temporal en el que se insertan las impresiones visuales [...] El espacio que traza el oído en la oscuridad se convierte en una cavidad esculpida directamente en el interior de la mente [...] Un espacio se entiende y aprecia tanto por medio de su eco como por su forma visual, pero el precepto acústico normalmente permanece como una experiencia inconsciente de fondo.

Juhani Pallasmaa

Los Ojos de la Piel: la arquitectura y los sentidos.

2010. Barcelona: Gustavo Gili. pp. 50, 51, 52

Si la arquitectura no puede ser aprehendida ni comprendida en su totalidad si no es a través de los cinco sentidos, en el caso de la arquitectura industrial y más concretamente para las centrales hidroeléctricas es aún más necesaria la conjunción de vista, oído, olfato, tacto y sabor para entender de una manera completa la experiencia que supone adentrarse dentro de un complejo hidráulico: desde la aproximación al objeto a través del paisaje (la distancia a partir de la cual somos conscientes del pesado muro que cierra el valle y que crece paulatinamente a medida que nos acercamos hasta llenar todo el campo de visión), hasta la comprensión del espacio interior de la sala de máquinas (iluminación, volumetría, decoración y construcción).

Precisamente por eso, cuando nos acercamos al estudio de la arquitectura hidroeléctrica, debemos hacerlo desde diferentes niveles de conocimiento: desde el detalle más pequeño hasta la relación con el paisaje y cómo el embalse genera un nuevo territorio que puede extenderse incluso más allá del horizonte.

La luz es el elemento primordial con el que se puede diseñar una estancia. La manera en que el proyectista puede manipular las entradas de luz que permiten dejar lugares en sombra y otros iluminados determina el concepto que el arquitecto tiene del espacio que va a representar. En las centrales hidroeléctricas serán fundamentales el modo en que la luz penetre en la

estancia (de manera directa, difuminada o dirigida hacia un punto concreto) y qué elementos estarán directamente iluminados, como los alternadores, los murales decorativos, el panel de control, etc. para caracterizar y categorizar el conjunto.

El volumen entendido como el vacío generado dentro del contenedor es otro de los aspectos a tener en cuenta. La forma industrial, casi siempre resulta ser, como afirmaba Auguste Choisy, "consecuencia lógica de la técnica, de las relaciones entre la forma y la idoneidad de los materiales, respecto a la función que deberían desempeñar" (Phillips 1993: 8). Pero las arquitecturas que estamos estudiando están llenas de detalles y sutilezas que nos permiten distinguirlas del resto de industrias.

También la construcción de estos saltos se aleja en gran medida de los preceptos canónicos establecidos en la edificación de presas, lo que da una idea de la importancia de estos conjuntos en el marco de la hidroeléctrica española. Esto se comprende mejor si recordamos que la colaboración con ingenieros audaces como Mendoza, Yordi o Elorza ha sido muy estrecha. Las soluciones constructivas aplicadas en, por ejemplo, Jándula (con la central encajonada a pie de presa), Salime (con el aliviadero justo encima de la central), o Silvón (con su innovador sistema de encofrado) sin llegar a ser pioneras ni revolucionarias, sí han sabido concretar y sintetizar de manera magistral el concepto arquitectónico que se quería expresar.

Por último, el paisaje se configura como una herramienta más de diseño. Al igual que hacía Le Nôtre en Versalles, los ejes visuales se extienden horizontalmente hacia el infinito, hacia un valle o una corriente de agua sin fin, o verticalmente hacia la enorme pared que cierra el embalse y que, desde un punto de vista diminuto, se nos ofrece en su total inmensidad. Desde el pie de una presa se pueden tener a la vez estas dos sensaciones basadas en los ejes de coordenadas, y el cuerpo de la central hidroeléctrica puede acompañar a esta visión (si se sitúa pegado a la presa o en un lateral), negarla (si se coloca delante impidiéndonos la visión) o contribuir a engrandecerla (si desde la central y a través de, por ejemplo, amplios ventanales, podemos observar una imagen "enmarcada" del paisaje).

Es, pues, en estos cuatro factores: luz, arquitectura, construcción y paisaje, desde lo más pequeño a lo más grande, de lo particular a lo general, en los que se va a basar el estudio comparativo que se ha llevado a cabo de las presas y centrales hidroeléctricas objeto de estudio.

3.1. LUZ

La iluminación es un elemento fundamental para la caracterización de los espacios industriales.¹⁷⁵ Son los propios materiales (fundamentalmente el hormigón o la piedra con sus múltiples facetas y acabados, pero también el vidrio, el gresite, la madera, el acero...) los que determinan con su forma y posición cómo se va a iluminar, casi siempre de manera indirecta, pero siempre con una clara intencionalidad, cada estancia. La forma en que se filtra (directa, tamizada, natural, artificial...) y el lugar por el que penetra la luz en la sala de máquinas van a ser determinante para poder comparar entre sí los ejemplos estudiados.

En sus centrales de principios de siglo, Antonio Palacios opta por una iluminación sencilla y uniforme basada en grandes ventanales que se disponen en los testeros longitudinales de la nave de la sala de máquinas. La proporción de hueco difiere dependiendo del lugar en el que se ubique la central: mientras que en Mengíbar son ventanas alargadas y estrechas formando un ritmo acompañado de marcado carácter moderno, en Tambre se trata de huecos más convencionales y achatados con arcos de medio punto en los dinteles, verdaderas *ventanas medievales*, con una escala más acorde al paisaje gallego de bosque atlántico, es decir, busca integrarse en la arquitectura vernácula más que sobresalir como templo de la industria y la energía.

Sin embargo, su discípulo Casto Fernández-Shaw, más interesado por los movimientos vanguardistas, busca una iluminación más basada en puntos focales y ejes de visión,¹⁷⁶ lo cual formula claramente en sus obras más expresivas (Jándula y Encinarejo), mientras que en El Carpio y Alcalá del Río, lastrado por un excesivo revisionismo de las convenciones historicistas árabes y medievales, investiga soluciones más formales que le acercan al concepto espacial de su maestro, Antonio Palacios. En El Carpio las ventanas cuadradas, ordenadas de tres en tres entre cada machón, están situadas únicamente en la fachada aguas abajo del río, generando así una iluminación interior bastante sencilla, aunque el balcón del que

¹⁷⁵ Alberto Campo Baeza, en la monografía dedicada a su obra editada por Munilla-Lería (1996), defiende un tratamiento certero de la luz y su consideración como un material más, “quizá el más grande de la Arquitectura”.

¹⁷⁶ Quizá influido por los conceptos de fuerza y movimiento, exterioridad e interioridad, expuestos por Wassily Kandinsky en su obra *Punto y Línea sobre el Plano* (1926).



cuelga el “elefante de vapor” resulta ser un recurso estético muy acertado, que nos “guía” desde la sala de máquinas hacia unas vistas privilegiadas del río. También son muy interesantes las bóvedas “sasánidas” que ocupan los extremos del edificio y que se iluminan con unas ventanas altas que producen una marca de luz continua que se va moviendo por la sala durante todo el día. De esta manera nunca llegamos a experimentar estas amplias estancias de grandes techos del mismo modo dos veces seguidas

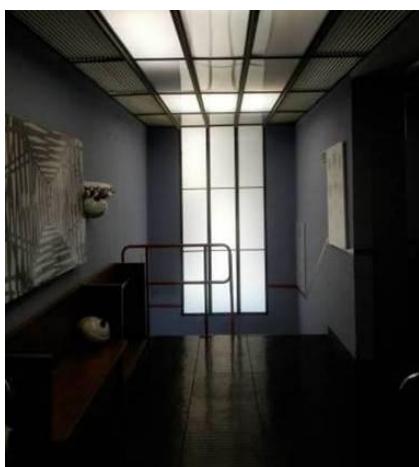
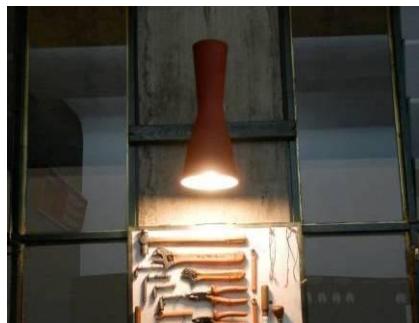
Alcalá del Río es la única central en la que Casto coloca ventanas a ambos lados longitudinales de la central, jugando de nuevo además con el número tres (todas sus composiciones tenían relación con algún múltiplo de este número primo impar), y con el tamaño de los huecos, considerablemente desigual entre la fachada a la carretera (ventanas minúsculas, como troneras de castillo) y la fachada al río Guadalquivir, más abierta y diáfana.

Pero es en Jándula donde mejor quedan resueltos los juegos de luces: el espacio interior de la sala de máquinas se ilumina como una iglesia románica (incluso el techo es una bóveda de cañón como en las iglesias medievales) donde la iconografía cristiana es sustituida por el culto a la imagen del alternador (fig. 282), mientras que Encinarejo resulta ser una especie de submarino futurista donde espacios desproporcionadamente grandes se iluminan con ventanas deliberadamente pequeñas de proporción rectangular. También en el testero corto aparece otro ojo buey (como el rosetón de Jándula), pero cuya fuerza expresiva queda mejor demostrada en el alzado exterior que en un interior bastante más convencional.

De izquierda a derecha:

282- Central de Jándula, vista del interior de la sala de máquinas

283- Central de El Carpio, interior de uno de los palomares cubiertos con bóvedas “sasánidas”



De izquierda a derecha
y de arriba abajo:

284- Luminaria en Salime

285- Vista de las turbinas desde
la sala de mando en Salime

286- Lámpara a corriente
cotinua en Salime

287- Vestíbulo de la sala de
mandos en Miranda

Las iluminaciones indirectas a través de ventanas situadas en los testeros cortos de las centrales se repetirán también en las obras de Vaquero Palacios: en Salime, la única iluminación natural de la gigantesca sala de máquinas se realiza a través de huecos triangulares cerrados con pavés, que estéticamente parecen ser los espacios residuales generados entre la cubierta de la central y la pared de la presa (fig. 285). De esta manera, la iluminación del espectacular mural que preside la sala se confía exclusivamente a la luz artificial con unos potentes focos colgados a la altura de los alternadores. Del mismo modo se actuará en Miranda y Tanes, y más aún por tratarse de centrales subterráneas, de tal manera que el empleo de la luz artificial se convertirá en un elemento compositivo más, lleno de carácter y simbolismo.¹⁷⁷ Y esto tiene también su expresión también en el diseño de las luminarias, a las que Vaquero dotará de personalidad propia según el lugar o la central donde se coloquen. En Salime, las lámparas de los espacios comunes son formas curvas que expanden la luz en todas direcciones, mientras que las luminarias de la sala de control¹⁷⁸ son diábolos asimétricos de dos colores: los negros trabajan a corriente alterna y los rojos a corriente continua, de tal manera que si hay un apagón, éstas permanecerán encendidas. En Miranda, las

¹⁷⁷ En Miranda las falsas ventanas están retroiluminadas de manera muy inteligente para dar falsa sensación de encontrarse sobre rasante mientras que en Tanes se ilumina sólo un tercio de la bóveda por medio de una doble línea de tubos fluorescentes paralelos a la clave. Se busca así la sensación de encontrarse ante un cielo abierto que no tuviera fin.

¹⁷⁸ Esta sala también tiene una interesante iluminación indirecta mediante tubos situados en el falso techo de escayola, que curiosamente está inclinado y tiene varias franjas recortadas a distintas alturas.



lámparas son cilindros de chapa plegada que se confunden con la pared, chapada del mismo material. Así aumenta la sensación de creer estar dentro del truco de un mago, todo son trampantojos, desde el mural del fondo de la sala hasta las falsas ventanas, intentos de engañar al ojo y hacernos creer cosas que realmente no lo son. Las luces son casi todas indirectas, ocultas detrás de elementos constructivos, y en la sala de mandos la escalera se ilumina con un gran panel en la pared del fondo que gira y se convierte en lámpara en el techo.

En cuanto al tratamiento de la luz, Proaza es un caso aparte por tratarse del único edificio concebido exclusivamente de principio a fin por el arquitecto, y donde, retomando el recurso clásico de iluminación de la sala de máquinas por las fachadas longitudinales a través de grandes ventanales, le confiere sin embargo al conjunto un aire de extrema modernidad gracias al empleo de unas formas geométricas brutalistas más cercanas a la escultura posmoderna que a la concepción clásica de la ventana, la cual se desvanece y se confunde con la estructura y el cerramiento. Además, al encontrarse la sala de máquinas en un nivel inferior al de la calle, la luz se desliza, planea y se posa lentamente desde el piso superior, dando lugar a una estancia iluminada de manera clara y diáfana, sin estridencias ni puntos de inflexión. Hasta en los pequeños detalles encontramos la mano artística de Vaquero, de tal manera que la escalera de subida a la terraza se concibe como una chimenea de ventilación hueca iluminada por innumerables franjas verticales irregulares que bien podríamos haber encontrado en una vidriera de una iglesia moderna (fig. 290).

De izquierda a derecha:

288- Sala de máquinas de Proaza. La luz que se proyecta desde las ventanas parece señalar los murales de la pared

289- Lámpara en Miranda

Abajo:

290- Escalera en Proaza





Central de Aguilar de Campoo
(de izquierda a derecha):

- 291- Prismas huecos que dirigen la luz natural hacia las paredes de ladrillo
- 292- Acotación de vistas: la subestación en intemperie se convierte en el fondo de paisaje que se puede contemplar desde la sala de mandos



La arquitectura de la luz en Castelao y Elorza, coetáneos de Vaquero Palacios, alcanza, por otro lado, cotas sublimes de maestría en la manipulación de las luminarias (diseñadas además expresamente por ellos) y la iluminación natural. Así, nos encontramos ante la luz tamizada que atraviesa una vidriera en Silvón y Arenas o frente a la luz etérea que se filtra entre los módulos de hormigón seriados de Arbón y Aguilar, convenientemente distribuidos para que la iluminación siempre sea difusa. Además, las ventanas, con su proporción decididamente estrecha, vertical y contrapeada en las particiones entre distintos montantes, acentúan la sensación de encontrarse en un espacio funcional, pautado y rítmico como corresponde a una fábrica, pero sin perder nunca el altísimo sentido estético que alcanza en estas obras cotas de excelencia.

En cada una de sus centrales, Castelao y Elorza elaboran todo un discurso coherente y firme a través de la elección de un elemento compositivo primordial que se repite constantemente y, a través de la prefabricación, la seriación, y el empleo de dicho componente en lugares específicos perfectamente calculados, dan un sentido de unidad a sus proyectos difícil de superar en una obra industrial de estas características.

Así, en Arbón y en Aguilar el *leit motiv* es la pieza prefabricada de hormigón que ejecuta labores estructurales y sirve también como elemento tamizador de la luz, permitiendo que ésta penetre en la sala de máquinas siempre de modo indirecto. En Arbón nos encontramos con una pieza en forma de «V» que sirve tanto para cerrar las paredes de la central, generando así las piezas contrapeadas un hueco por el que se cuela la luz,

como de jardinera en el espacio exterior. En Aguilar sucede lo mismo, si bien el elemento repetitivo es un paralelepípedo hueco de hormigón colocado siempre girado unos 45 grados con respecto a los paramentos, muy parecido al que utiliza en sus viviendas “Serrucho” y Serruchín”, en Oviedo, lo que crea hermosos efectos de iluminación¹⁷⁹ y genera vistas soslayadas hacia espacios concretos que a Castelao le interesa mostrarnos.

Por otro lado, en Arenas y Silvón la búsqueda de la luz se hace a través de las vidrieras abstractas diseñadas por Antonio Suárez, y se diferencian entre sí fundamentalmente en la escala (Silvón es descaradamente más monumentalista que Arenas), y el lugar en el que se sitúan: en Arenas su relevancia es menor al haber sido relegada al vestíbulo de entrada a las oficinas, mientras que la de Silvón ocupa el lugar predominante de la sala de máquinas (fig. 293). Otro elemento que singulariza la central de Silvón es el empleo del propio hormigón estructural como elemento de entrada de luz. Los mechinales que se creaban al desencostrar los muros fueron aprovechados como minúsculas entradas de luz, de tal manera que ésta se filtra a través de infinidad de pequeños agujeros, como si el muro pudiera llegar a evaporarse y la luz lo atravesase sin obstáculos. Además, en la pared opuesta al gran muro cortina se reproduce una trasposición del muro de hormigón perforado longitudinal representado en un inmenso mural de luminarias negras¹⁸⁰ de luz artificial que proyectan una luz indirecta en una malla perfectamente ordenada y eminentemente industrial: nunca antes la sobriedad y la rectitud habían llegado a expresarse con tanta elocuencia y belleza en su descarnada desnudez.

En Arbón también es destacable la presencia de unos lucernarios esféricos en el techo de la sala de 50 KV (fig. 294) y la increíble cantidad de luz que entra en su sala de mandos, iluminada a través de un enorme ventanal que recorre toda la estancia de lado a lado y de arriba abajo, en una especie de adscripción al credo de la ventana rasgada de Le Corbusier.



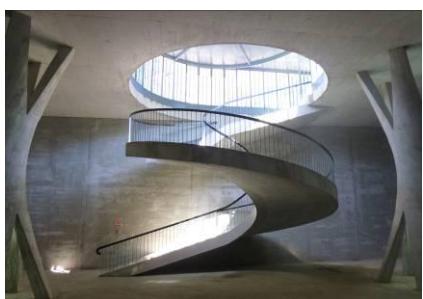
De arriba abajo:

293- Muro de luminarias negras retroiluminadas en Silvón

294- Sala de 50 KV en Arbón

¹⁷⁹ Sobre todo cuando esta luz indirecta incide contra la pared de ladrillo de los testeros cortos de la sala de máquina, creando un contraste de luz y sombra muy efectista.

¹⁸⁰ Las lámparas tienen forma de «V». Al igual que sucede en Arbón y Aguilar, esta forma se repite en otros lugares de la central, puesto que es una traducción a escala de la curiosa forma de la cubierta del edificio. Las jardineras exteriores también repiten este esquema, de tal manera que estructura, construcción, decoración y paisajismo quedan hermanados a partir de un sencillo elemento compositivo.



De arriba abajo:

295- Escalera en Ip

296- Vista interior de la sala de máquinas de Ip

297- Escalera helicoidal de acceso a la sala hipóstila en Susqueda

Casualmente, Miguel Fisac también diseñaría un edificio, al igual que Casterlao, en el que la fachada se componía a base de módulos prefabricados de hormigón en forma de V.¹⁸¹ Sin embargo, su trabajo para la central de Ip está mucho más cercano a la revisión regionalista en clave contemporánea de Antonio Palacios, al menos en sus formas exteriores, porque el interior es un alarde de tecnificación y construcción futurista, con referencias explícitas, entre otros, a Escher (§ 2.5.1.)

La central de Ip es sencilla en su planteamiento: un gran espacio a cuatro alturas que alberga las máquinas flanqueado a un lado por la sala de mandos y al otro por la montaña pirenaica. Sin embargo, el tratamiento que Fisac hace de las entradas de luz en distintos grados de intensidad convierten a este edificio en un cuidado ejercicio de arquitectura industrial donde todo parece encajar como en un engranaje de un reloj. Desde las ventanas cuadradas (tres, por cierto, como en la arquitectura de Casto Fernández-Shaw) de la fachada este, hasta la ventana rasgada de la fachada contraria que sirve también para iluminar la sala de controles, pasando por el impresionante muro de pavés que preside la fachada sur y que filtra la luz meridional o los nueve lucernarios de la cubierta en la fachada oeste (de nuevo una referencia al número tres), concebidos como trozos de cubierta que se levantan ligeramente del plano inclinado. Nada es casual en la arquitectura de Miguel Fisac y aquí mucho menos.

También en la presa y central de Susqueda no queda resquicio para el azar y Arturo Rebollo, muy consciente de la obra que estaba llevando a cabo, llenó las salas hipóstilas de los estribos de su presa de iluminaciones efectistas y sorprendentes. En el brazo izquierdo aguas abajo las columnas hiperbólicas abiertas en los extremos tienen dentro de ellas dos luces, arriba y abajo, para remarcar la forma de la estructura portante y aumentar la extraña sensación de encontrarnos en un espacio cerrado pero que se prolonga hacia el infinito. Además, la luz se desliza desde el exterior por la entrada, una escalera helicoidal sin apoyos intermedios que ejerce de auténtico pozo de luz.

¹⁸¹ Ha sido imposible determinar, comparando las fechas de ambos proyectos, cuál de los dos tuvo primero la idea de estas piezas de fachada. Probablemente no se copiaron, simplemente se les ocurrió este sistema constructivo a la vez (la distancia de ambos proyectos, Madrid y Asturias, y el hecho de que ninguno mencione la arquitectura del otro en sus escritos parece confirmar esta idea)



Presas de Susqueda
(de izquierda a derecha):

298- Sala en el estribo derecho aguas abajo, con la estructura de vigas cruzadas en el techo

299- Sala hipóstila en el estribo izquierdo aguas abajo

Abajo:

300- Cámara de válvulas de la presa de Belesar

En la otra sala, por el contrario, no hay ningún apoyo intermedio y la luz proviene de unos cilindros huecos de fibrocemento colgados de las paredes longitudinales y que iluminan por ambos extremos, generando un haz de luz que recuerda a la forma de la presa en planta. No es ésta la única referencia a la pared de la presa, puesto que los tiradores de las puertas, por ejemplo, también imitan esa forma curva. La estructura del techo, unas vigas de hormigón que se cruzan formando "x", se multiplican en luces y sombras cuando la luz de las lámparas incide sobre ellas e incluso parece que la propia forma de la estructura se hubiese posado sobre el suelo, como polvo arrastrado por el paso de los años (fig. 298).

En cuanto a la central, se opta por una iluminación indirecta basada en los elementos decorativos y constructivos, detrás de los cuales se ocultan los tubos fluorescentes, como ya hiciera Vaquero Palacios en la central de Miranda.

Por otro lado, la luz también es utilizada como medio para expresar ligereza o pesadez. Si estudiamos la torre de control de válvulas de la presa de Belesar, situada en medio del embalse, descubriremos cómo su cuerpo, al estar construido enteramente de cristal, parece liviano, casi inexistente. La luz lo atraviesa como si fuese ligera, acentuando esa idea que se quiere transmitir de que el edificio podría flotar sobre el agua.

En definitiva, como hemos visto, la luz, al iluminar o atravesar una estancia, al dejar elementos en sombra y otros remarcálos con insistencia... va a resultar un elemento imprescindible de diseño que va a ser utilizado como herramienta para crear efectos que atraigan o extrañen al espectador y en este sentido se puede decir que estas centrales estudiadas se desvelan como grandes aciertos arquitectónicos de sus autores.



3.2. VOLUMEN

Para Carlos Fernández Casado, "la fórmula de Le Corbusier para la arquitectura del arquitecto: «juego sabio, concreto y magnífico de volúmenes agrupados bajo la luz» es inadecuada para el ingeniero; no se trata de volúmenes sino de masas que pesan y resisten" (Fernández Casado 2005: 31)

La piedra o el hormigón en las presas es masa, tiene consistencia y fuerza y así se siente cuando se observan. Pero en las centrales puede haber otros factores determinantes: el vidrio es ligero, hace parecer flotar la arquitectura. Así se expresa en ciertas centrales, sobre todo las construidas después de la Guerra Civil. Si en Antonio Palacios y Casto Fernández-Shaw los edificios son recios, se imponen sobre el terreno, *pesan*¹⁸² y tienen forma de *caja*, en las centrales de Vaquero Palacios, Castelao y, sobre todo, Castañón de Mena, el uso de otros materiales como el vidrio o el acero, el empleo de formas audaces que parecen querer trascender el mero contenedor industrial y también un uso muy particular del hormigón, los convierten en construcciones que pretenden reflejar otra mentalidad, contraponerse a la masa del embalse y dialogar con la pared de la presa. Incluso cuando ésta es un arco de bóveda (Susqueda, Belesar), la propia forma curvada hace parecer al elemento más esbelto y menos pesado.

En Silvón, por ejemplo, la propia textura del material, su empleo junto a la gran vidriera de Antonio Suárez (verdadero protagonista del edificio) y el hecho de que esté continuamente perforado lo convierten en una especie de marco descriptivo, donde lo más importante no es el elemento portante sino el vacío que deja en su interior.

En Arbón, el empleo del vidrio en la sala de mandos es el que nos da la sensación de volumen frente a masa, mientras que en las centrales de Vaquero Palacios, mucho más afectadas por el sentimiento escultórico de su autor, se nos mostrarán como el vacío que queda en roca horadada varios metros bajo tierra (Miranda, Tanes), o como una piedra con oquedades debidas a la porosidad del mismo (Proaza).

El caso de Ip es más paradigmático, porque es una obra que, como ya hemos comentado (§ 2.5.1.), tiene dos caras bien

¹⁸² Mengíbar es una central de aires más modernos, pero Tambre, El Carpio, Alcalá del Río y Encinarejo, con sus aspecto medievalista hacen que predomine la masa sobre el volumen. Incluso en Jándula, donde el atrevimiento de Casto intenta ir más allá, las "formas hidrodinámicas" parecen agua, pero petrificada y solidificada, convertida en masa.

distintas: por fuera es una central más cercana a la arquitectura decimonónica de Palacios en Tambre¹⁸³ mientras que por dentro el edificio es inequívocamente moderno. Sorprende el volumen tan amplio, diáfano y perfectamente ordenado que se consigue en el interior y que desde el exterior se nos sugería como una abigarrada construcción pirenaica.

Sobre el proceso creativo afirmaba Louis I. Kahn:

La materia es la luz extinguida. Cuando la luz deja de serlo, se convierte en materia. El silencio tiende a expresar algo, la luz lo crea, le da forma. El genio creador posee dos aspectos, uno luminoso y el otro no. El luminoso se hace luz, llama, materia, de la que surgen los medios, las posibilidades y las evidencias. En consecuencia, las montañas, los ríos y el aire son luz extinguida. Nosotros mismos lo somos (Giurgola 1996: 16)

Es decir, para Kahn, la fuerza expresiva y creadora se unen formando la inspiración, de tal modo que se autoimpone una disciplina que consiste en utilizar la materia del mismo modo que lo hace la naturaleza.

Las formas de la arquitectura hidráulica no se comprenden con facilidad y rapidez, de un primer vistazo. Nos impactan y confunden con toda su crudeza, como todo aquello que se expresa por primera vez.

En Mengíbar sorprende el espacio interior, completamente abierto de lado a lado. Pero esto no era así en el edificio original (§ 2.1.1.) y eso nos provoca extrañamiento, esa sensación de que algo va mal y no sabes por qué, y en este caso es porque la central se vació entera por dentro en los años 60.

En Tambre, sin embargo, sí que todo está en su lugar. Pero esto no significa que los espacios interiores no sigan siendo altamente interesantes: las torres de ventilación, aparentemente potentes por fuera, resultan estar huecas para permitir el movimiento natural por convección del aire. La misma entrada del edificio es un alarde de composición espacial: se accede por un gran portalón que nos lleva a un espacio a doble altura (fig. 301), desde aquí debemos girar a la derecha y, a través de un pasillo corto y bajo, accedemos a la sala de interruptores, de nuevo a doble altura y con los cables que van de un lado a otro conformando una especie de cuadro neoplásticista (fig. 302). Y

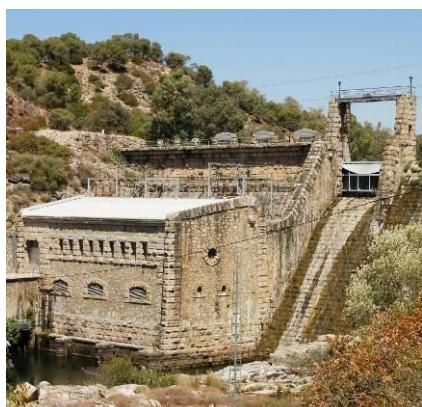
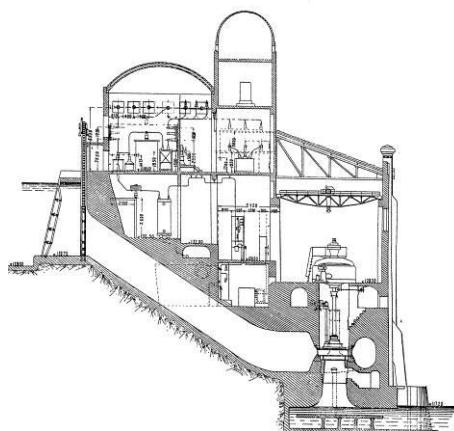


Central del Tambre
(de arriba abajo):

301- Vestíbulo de entrada

302- Sala de interruptores vista desde la planta baja

¹⁸³ La fachada es sobria, sin concesiones, a excepción de la lámina de hormigón curva que sobresale del alzado oeste en su extremo meridional y que ya debería darnos una pista de que nada es lo que parece.



De arriba abajo:

303- Sección de la central de El Carpio
[Mendoza 1923: 57]

304- Vista de la central de Encinarejo

305- Escalera en la central de Salime

de nuevo, tras otro pasillo, pasamos a la sala de máquinas con su luminosidad y su altura características. Al fondo, otro portalón nos conducirá de nuevo a la salida. Es en este juego de escalas, de la compresión y la expansión, donde descubrimos a un Palacios adelantado a su tiempo.

Y lo más importante es que no podríamos pensar, echando un vistazo al edificio por fuera, que ello fuese a ser así. En esta cuestión también resultó ser un maestro el discípulo de Palacios, Casto Fernández-Shaw. Sus centrales son mecanismos llenos de pequeños detalles que nos remiten, bien a otras épocas (las bóvedas neoárabes de El Carpio, las torres del homenaje medievales de Jándula y Alcalá del Río...), o bien a un futuro expresionista y simbólico (los interiores llenos de formas elípticas y ondulantes de Jándula, el alzado lateral de Encinarejo que nos recuerda a un submarino varado...). Y además juegan al doble juego de lo lleno y lo vacío, la masa contra el volumen:

En El Carpio, hasta el incendio que la destruyó por dentro (§ 2.2.2.) todas las salas interiores estaban físicamente comunicadas, creando un espacio fluido y unitario (fig. 303),¹⁸⁴ mientras que en Alcalá del Río la imagen exterior de fortaleza medieval es engañosa porque por dentro el edificio está prácticamente vaciado y es sólo el gran espacio de la nave cenital. Sin embargo, paradójicamente, es en Jándula y Encinarejo (fig. 304), sus obras más estéticamente osadas, donde el interior está más constreñido (en Jándula el poco espacio disponible fue un condicionante de proyecto muy serio) o es más convencional (es el caso de Encinarejo, en cuyo interior se echa en falta algún recurso manierista).

Joaquín Vaquero Palacios, como pintor y escultor que también era, crea espacios interiores fascinantes donde los murales de corte monumental se combinan con geniales detalles de diseño. En Salime, la escalera que comunica la sala de máquinas y la de control tiene una barandilla que es un hilo de cobre continuo que sube de planta a planta (fig. 305). Así, de un espacio enorme, excesivamente grande y ruidoso como es el de la sala de alternadores, presidido por ese mural casi asfixiante en su

¹⁸⁴ Por razones de seguridad, se tuvo que compartmentar y cerrar todos los espacios, para aislarlos en caso de incendio. Precisamente una de las causas de la repentina y fulgurante ruina del edificio fue precisamente el hecho de el fuego, originado en la sala de transformadores en el piso superior, pudo propagarse rápidamente a la sala de máquinas.

concepción como superlativa alegoría de la electricidad, pasamos, a través de este elemento recubierto de mármol rojo alicante, a un espacio de quietud y sosiego, presidido por "el refugio", ese pequeño mueble que sirve de insonorización y descanso. De nuevo dos mundos contrapuestos unidos por un elemento de macla, el núcleo de comunicaciones vertical.

En Miranda y Tanes el espacio interior de la sala de máquinas se concibe como un enorme escenario donde la turbina gira constantemente. Se crean murales y mosaicos que representan elementos naturales (el cielo abstracto de Tanes) o bucles geométricos sin fin (el hipnótico mural de Miranda) con la intención de provocar en el espectador una mirada curiosa, interrogante. Pero no hay respuesta y la turbina sigue girando.

Diferente, aunque no mucho, será Proaza, donde la máquina es concebida como escultura y todo a su alrededor gira en torno a la observación de ese pequeño trozo de progreso que es la turbina (fig. 306). La abstracción radical del espacio lleva también a idear unos murales que elevan conceptos teóricos de electrotecnia a la categoría de arte.

En las centrales de Castelao y Elorza, por el contrario, es más importante el espacio y los detalles arquitectónicos, es decir, el *concepto* del edificio, que la máquina en sí. En Arenas destacan las chimeneas exteriores de ventilación, muy cercanas a la Unidad de Habitación de Le Corbusier (fig. 307). En Silvón, los paramentos cortos de la central, presididos por la vidriera y la escultura a base de lámparas negras sobre fondo gris (§ 2.4.2.), son los verdaderos protagonistas, al igual que en Arbón es el elemento estructural repetitivo en forma de "V" o en Aguilar el prisma hueco girado 45°. Pero hay más elementos, como las jardineras de los espacios exteriores anexos a las centrales, los picaportes de las puertas (en Aguilar son antiguas traviesas de ferrocarril), las barandillas y cercas, los marcos de las puertas (que en Arbón se convierten también en rodapiés) o el diseño de las luminarias... Estos ejemplos ilustran la necesidad del arquitecto y del ingeniero de abarcar y comprender completamente el proceso creativo de sus edificios industriales.

En definitiva, el gusto por el detalle y un profundo conocimiento de los recursos estéticos de la arquitectura y la ingeniería son características comunes a todos ellos y les otorga ese *no sé qué* que Fisac pedía para todo edificio una vez se habían resuelto los problemas de localización, programa y construcción.



3.3. CONSTRUCCIÓN

Todos los ejemplos estudiados han presentado, en mayor o medida, en algún momento de su construcción, alguna innovación o singularidad que los diferenciaba de otras obras hidráulicas que se estaban realizando simultáneamente. Nos referimos a procesos constructivos o elementos estructurales que han resultado ser novedosos, pioneros o audaces a la hora de su puesta en obra.

En el empleo de materiales encontramos que se plantea siempre la necesidad de utilizar los elementos naturales cercanos a la central, en un intento de adecuar el edificio al entorno. En Tambre, Palacios reviste la central con granito rosa porriño, y además con una textura ruda, casi sin trabajar, para mimetizarse con el entorno de la roca de la montaña. Castelao, en Arenas, usa hormigón con árido del lugar (caliza gris con tonos ocres rojizos) por la misma razón y Fisac en Ip se vale de la pizarra autóctona para crear su imponente fachada de piedra. Carlos Fernández Casado lo expresaba así:

La gran presa de embalse es el más importante de los artificios que el hombre instaura en el mundo físico. Tiene categoría intermedia entre la obra a escala humana y la estructura montañosa [...] La construcción misma de la presa tiene la trascendencia de un acontecimiento natural. Cuando el material que se utiliza es el hormigón [...] grava y arena suelen proceder del mismo cauce o de sus laderas, de donde se arrancan para hacer un verdadero trasplante de materia (Fernández Casado 2005: 292)

Cuando Vaquero Palacios en Proaza crea su estructura de paneles prefabricados plegados, no es sólo el material el que pretende adaptarse al paisaje de cordilleras quebradas sino también la estructura misma del edificio, la cual se convierte además en la forma de la central, es decir, la estructura es la propia arquitectura, y lo demás es secundario, añadido.

El empleo del hormigón visto como material cuya expresividad plástica aporta importantes valores estéticos a las construcciones industriales no impide emplear otros materiales complementarios en el exterior¹⁸⁵ o para configurar los espacios interiores. En Aguilar de Campoo, por ejemplo, Castelao y Elorza deciden emplear ladrillo para crear una textura con volumen a través del empleo de un aparejo singular,

Página anterior
(de arriba abajo):

306- Alternador en Proaza

307- Chimenea de ventilación
en Arenas

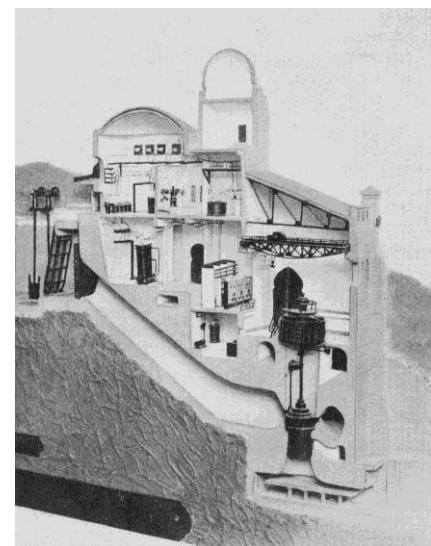
308- Cerca de protección en Arbón

¹⁸⁵ Castelao utilizaría en sus centrales el gresite de color (blanco, negro, marrón, rojizo en cada central era de un tono distinto) de manera sistemática, como contrapunto a la textura del hormigón.



generándose un rico contraste de luces y sombras en las paredes de la sala de máquinas. En Tanes, Vaquero Palacios reviste la roca desnuda de la caverna de la central con chapa metálica brillante para revalorizar el conjunto, y en Salime el empleo de materiales nobles como el mármol negro marquina (en la sala de alternadores), o el rojo alicante (en los núcleos de comunicación vertical), sirve para dar la relevancia necesaria al espacio revestido.

Otro de los factores iterativos es el cuidado diseño de todos los elementos decorativos del edificio, desde los tiradores de las puertas (en Aguilar, por ejemplo, son antiguas traviesas de un ferrocarril minero que existía en el lugar, mientras que en Susqueda los pomos metálicos tienen la forma de la presa en sección), hasta las luminarias de las oficinas (en Arbón se trata de globos montados sobre un sencillo bastidor metálico plano y rectangular pintado de rojo), vinculados además a la propia estructura del edificio y a la búsqueda constante de la sinceridad constructiva (por ejemplo, en Doiras la zanca de la escalera deja a la vista la pizarra, una piedra local, empleada como árido del hormigón). En Silvón las jardineras tienen forma de V (como la cubierta), así como en Arbón las vallas de protección exterior repiten la estructura de la sala de mandos o en Aguilar se utilizan para ordenar los jardines adyacentes a la central. Además, se repiten o reutilizan elementos compositivos, por ejemplo, en Silvón ya aparecen (en el vestíbulo de entrada a la sala de mandos) los mismos paralelepípedos que usaría en Aguilar para hacer sus *cajones de luz* (fig. 309)



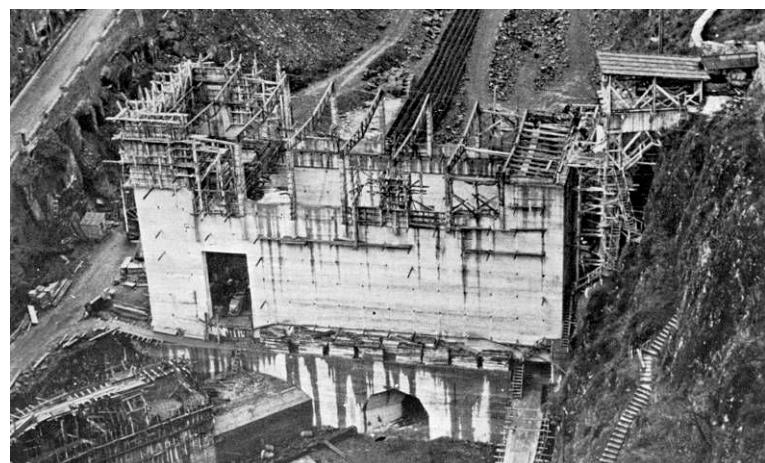
De izquierda a derecha
y de arriba abajo:

309- Detalles de la escalera de Doiras y el pomo de Aguilar.

310- Central de Aguilar Tratamiento de texturas en los testeros de la sala de alternadores.

311- Detalles de jardinería en Silvón y Aguilar

312- Central de El Carpio. Maqueta.
[cabrero y García 1999: 42]



De arriba abajo:

- 313-** Construcción de la presa de Grandas de Salime
[Informes de la Construcción]
- 314-** Construcción de la central de Silvón
[Castelao y Elorza 1962: 26]

Las circunstancias en las que se construyeron algunos de estos Saltos, por los condicionantes topográficos así como las condiciones de la cimentación y conjugadas con el aspecto económico y social de la construcción (Temes 1954: 22), han provocado que algunas de ellas en su día fueran pioneras en condiciones de construcción y puesta en obra. Por ejemplo, Salime fue una obra descomunal que empleó a una cantidad ingente de personal y que involucró a toda una región: iba a ser la presa más alta de España del momento (132 m. sobre cimientos), se construyó el teleférico más largo de Europa (desde el puerto de Navia, a 35 km. de la presa) y se alcanzó el récord de vertido de hormigón en un sólo día (§ 2.3.1.). También fueron pioneros en el empleo de adiciones de escorias de altos hornos al cemento, así como la utilización de vibradores para la colocación del hormigón (Aguiló 2005: 238).



315- Construcción de la presa de Jándula
[Archivo Docomomo]

Otro elemento que caracteriza a estos conjuntos hidroeléctricos es la sinceridad constructiva y estructural, y en ese sentido el empleo del hormigón en masa, texturizado por el encofrado, va a resultar ser un recurso muy habitual. En Arenas, Silvón, Arbón, Salime, Miranda y Proaza, es el material con el que se ejecutan casi todos los elementos mientras que en Alcalá del Río y El Carpio se utilizan bloques de cemento rejuntado con mortero que hacen referencia a la estructura de hormigón pero también al carácter pétreo de la presa, quedando así aquí perfectamente mimetizados con ésta y en el entorno (fig. 315). Así lo explicaba el propio Casto:

Toda la estructura [de El Carpio] es de hormigón armado; los paramentos, de bloque de cemento y arena [...] La estereotomía de los huecos se resuelve con facilidad. Un molde de madera y hormigón en masa [...] Hay sin embargo, una duda. ¿Quedará la obra de cemento sin revocar? [...] Han pasado varios años; el hormigón tiene ya un color propio fundido con el paisaje. Tiene calidad de material noble (Cabrero y García 1999: 42)

La central de Silvón supone además una aportación interesante a los sistemas constructivos en su novedosa manera de utilizar los encofrados: los muros de carga son ejecutados con un sistema similar al del tapial. Así, "los encofrados sirven de andamio y permiten el vertido del hormigón con carretillas. Con ello y con la modulación de los tableros se consiguió una gran economía de madera" (Álvarez y Elorza 1960: 344) (§ 2.4.2.). Algo parecido sucede en Jándula, donde el aparente sobrecoste de forrar de piedra el muro de la presa, se compensó con el ahorro de encofrado. Primero se construía el entrelazado de sillares y posteriormente se vertían las tongadas de hormigón,



Salto de Grandas de Salime
(de derecha a izquierda):

316- Construcción de la central [Archivo Docomomo]

317- Construcción de la presa [Archivo Docomomo]

Página siguiente
(de arriba abajo):

318- Secciones comparadas de las presas de Jándula y Salime

319- La presa de Salime desaguando durante la construcción [Informes de la Construcción]

320- Vaquero Palacios trabajando en las esculturas de la entrada a Miranda [Pico 1963: 57]



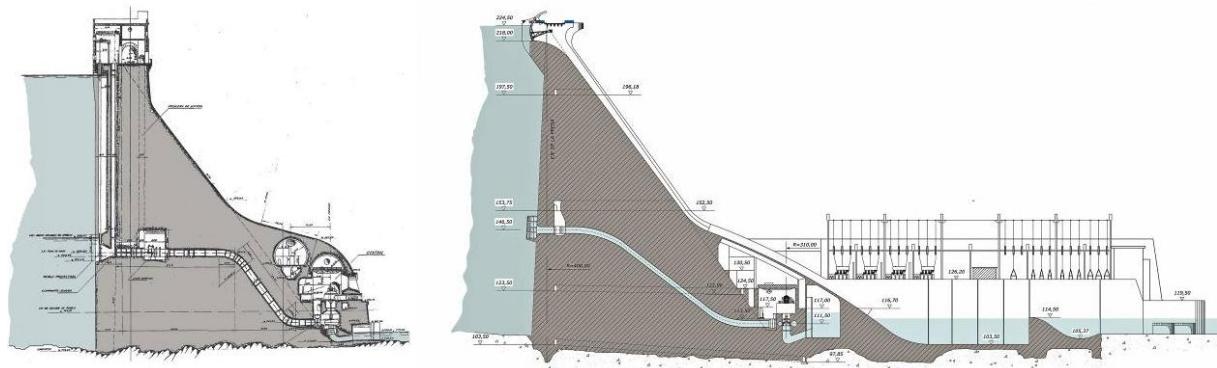
de tal manera que el propio revestimiento hacía de encofrado (Galnares, García y Gutiérrez 1996: 90).

A propósito de Jándula, Casto comenta:

Se utilizaron nuevas formas de ingeniería arquitectónica del más alto interés [...] pudiendo plasmar en las líneas de su central a pie de presa unas nuevas formas con superficies curvas de gran armonía, y que producen formas originales no utilizadas hasta entonces en la construcción (Fernández-Shaw 1999: 268).

Ciertamente se trata de una central diseñada en el límite, absolutamente ajustada en sus espacios y con unas formas de curvas y contracurvas que se enfrentan y generan esa sensación de movimiento difícilmente repetible. Además hay que añadir la audaz y arriesgada apuesta por situar la central pegada literalmente al pie de la presa y al muro de la misma. Este recurso no era la primera vez que se utilizaba,¹⁸⁶ ni tampoco sería la última (Cedillo, Contreras...), pero sí que fue pionera en el uso de esas formas hidrodinámicas que le confieren una estética especial al conjunto. El agua sobrante del embalse parece que fuera a resbalar por encima de la central y caer de nuevo en el río, pero no es así: el aliviadero se sitúa en un lateral excavado en la roca. Esta solución demostraba ciertas

¹⁸⁶ La presa de Gaitanejo (§ 1.2.), construida más o menos a la vez que Jándula también incorpora la central al muro, pero la escala es mucho menor (20 m. frente a los 90 de Jándula), y el resultado final es menos sugerente porque la central y la presa tienen la misma altura con lo que ambas se confunden y forman un único bloque.

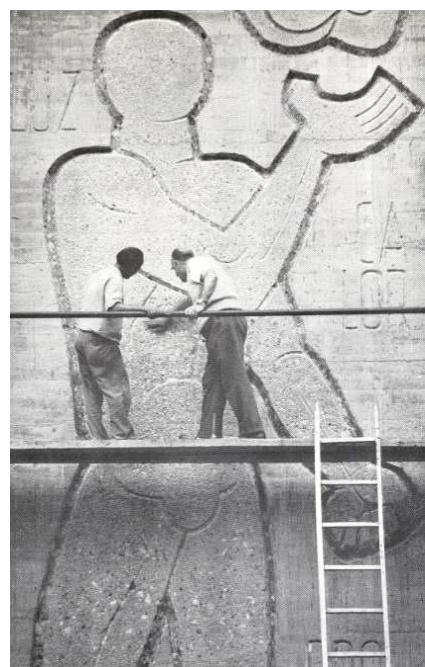
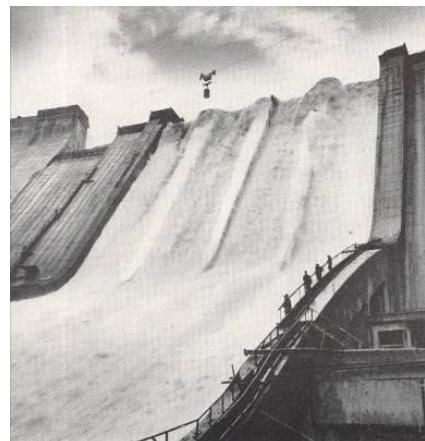


limitaciones tecnológicas que no se llegaron a solucionar hasta después de la Guerra Civil, cuando comenzaron a construirse presas con el aliviadero en coronación. De esta manera pudo Vaquero Palacios en Salime hacer propio el sueño de Casto y conseguir construir una central justo bajo el muro de la presa, al pie de la misma, y con el aliviadero en la cubierta de la central, de tal manera que en los momentos en que el agua cae por las compuertas el rugido del agua a extrema velocidad se deja sentir en el interior de la sala de máquinas y el techo vibra, se estremece, como nosotros al experimentarlo dentro de la central

Es Salime, por tanto, una central donde la experiencia sensitiva es total: desde la visión de los murales hasta el sonido del agua cayendo confundido con el de la turbina girando a toda velocidad, pasando por la textura de los materiales que al tacto resultan fríos (la piedra) o acogedores (el refugio).

Para Vaquero Palacios las texturas serán otro de los ejes alrededor del cual gire su concepción de la construcción y la estereotomía. Si en Salime los bajorrelieves de la fachada eran piezas colocadas a posteriori y sobresalían descaradamente de la misma, en Miranda el tratamiento será más sutil y las figuras decorativas de los pilones de entrada se esculpirán directamente en la roca, en la que se emplearon cantos rodados de cuarcita de diversas tonalidades que reflejan una extraordinaria sutileza.

En definitiva, en la construcción de estos Saltos confluyen varias voluntades: las del arquitecto interesado por el detalle constructivo y las capacidades tectónicas de los materiales, y las del ingeniero más inclinado hacia la resolución de problemas constructivos y estructurales, procurando la mayor economía de medios en el menor plazo posible y con las mejores calidades.



3.4. PAISAJE

Si la arquitectura se puede definir como "una práctica material fundamentada en las condiciones particulares del lugar, la construcción y los materiales" (Weston 2008: 190), es en las obras hidráulicas donde esta expresión cobra más sentido. No hay arquitectura que pueda estar más influida por el lugar, siendo éste realmente una creación humana a partir de la naturaleza. Es lo que Modesto Battle i Girona denomina "mobilario territorial", es decir, los elementos humanos que transforman el paisaje. Para él, las presas sólo pueden entenderse en la cerrada que ocupan, como por ejemplo Aldeadávila sólo puede entenderse entre los roquedales del Duero en el que está inserta (Battle 1988: 125).

La presa en el paisaje, de un modo estrictamente hídrico, se entiende como instrumento que armoniza las secuencias temporales de los flujos de agua naturales y de las demandas humanas (López 2001: 55)

Pero la construcción de un embalse es algo más que esto. Es levantar toda una comarca, un paisaje, un entorno, tanto física como psicológicamente y volver a reconstruirlo a imagen y semejanza de la tecnología humana. Nos deberíamos preguntar: ¿es útil, es provechoso? Por supuesto que sí, pero, ¿es hermoso?. Y la respuesta es: depende. Por eso en los casos estudiados la importancia de la adecuación de lo construido, de escala gigantesca, al paisaje existente o a la generación de un nuevo horizonte es tan importante o más como cualquier otro aspecto analizado hasta ahora. La obra permanecerá, suponemos que para siempre, y desde la lejanía podrá apreciarse y ser experimentada como algo positivo o no.

Miguel Aguiló lo explica así en las conclusiones de su libro *La Enjundia de las Presas Española*:

Presa y embalse suponen un cambio radical en el paisaje; modifican la escala, el carácter y la significación del lugar; trastocan los usos habituales de la comarca o región. Se trata de un cambio biológico y estético, con enormes consecuencias para el paisaje y para el hombre y, por tanto, su influencia no será percibida igual en todas partes ni tampoco permanecerá invariable en el tiempo (Aguiló 2005: 295)

La escala del paisaje también es tratada de forma análoga en todos los proyectos estudiados. Palacios, Casto, Vaquero, Castelao y Fisac, cada uno a su manera, tienen en cuenta desde los elementos más pequeños hasta la composición de los espacios más grandes. En todos los edificios siempre hay dos



De izquierdo a derecha
y de arriba abajo:

321- Elefante de vapor asomándose al río Guadalquivir.

322- Central de Ip y su relación con el entorno.

323- Central de Proaza, recortada delante de las montañas
[Archivo Docomomo]

volúmenes, la sala de control y la sala de máquinas que se relacionan entre sí mediante la escala, la proporción, los materiales, la decoración, la posición entre ellas, etc., y a su vez estos dos sólidos que conforman el cuerpo de la central interactúan con otro elemento muy potente, la propia presa.

La situación de uno respecto al otro determina el carácter de la intervención. En este sentido, se pueden producir cuatro situaciones: distanciamiento, cercanía, igualdad o unión.

Así, en primer lugar, en Tambre, El Carpio, Miranda, Proaza, Tanes, Arenas, Arbón e Ip el embalse no se encuentra junto a la central y el agua llega hasta ella por medio de tuberías forzadas, de tal manera que el edificio hidroeléctrico es una entidad por sí sola, no se relaciona con la pared de la presa, aunque sí con el paisaje próximo. Tambre e Ip pretenden integrarse en el entorno con una arquitectura regionalista y con el material autóctono como protagonista, mientras que El Carpio es un caso excepcional porque sus formas hacen referencia al pasado árabe andaluz pero también a la presa situada 1 Km. aguas arriba. En este caso el diálogo es con el paisaje de ribera del Guadalquivir



324- Centrales de Silvón y Aguilar vistas desde la coronación de la presa.

al que se asoma con la perfecta conciencia de ser un elemento que sobresale de él y se impone sobre el territorio. Por otro lado, Miranda y Tanes son ejemplos de central excavada en la roca donde la presencia del paisaje queda relegada al conocimiento implícito de la enorme masa de roca que el edificio tiene encima. Por último, Arbón, Arenas y sobre todo Proaza son edificios exentos, que tienen una idiosincrasia propia y que se definen como contendores industriales de alta calidad estética, abiertos al paisaje mediante grandes ventanales y que dialogan con los escarpados y salvajes picos de las montañas circundantes.

Por otro lado, en Silvón y Aguilar la cercanía entre ambos elementos, presa y central, permite un juego de doble escala, desde lo más cercano a pie de presa hasta la línea del horizonte que se abre en el remate del muro (fig. 324). De este modo, desde la coronación de la presa se nos abre un paisaje infinito inabarcable, del cual participamos, nos sentimos parte de él, mientras que desde la propia central ,allá abajo, la sensación de empequeñecimiento no se puede obviar. Todo es grande, incommensurable, pero no podemos formar parte de él, se nos escapa. Por eso resulta paradójico cómo se puede cambiar la

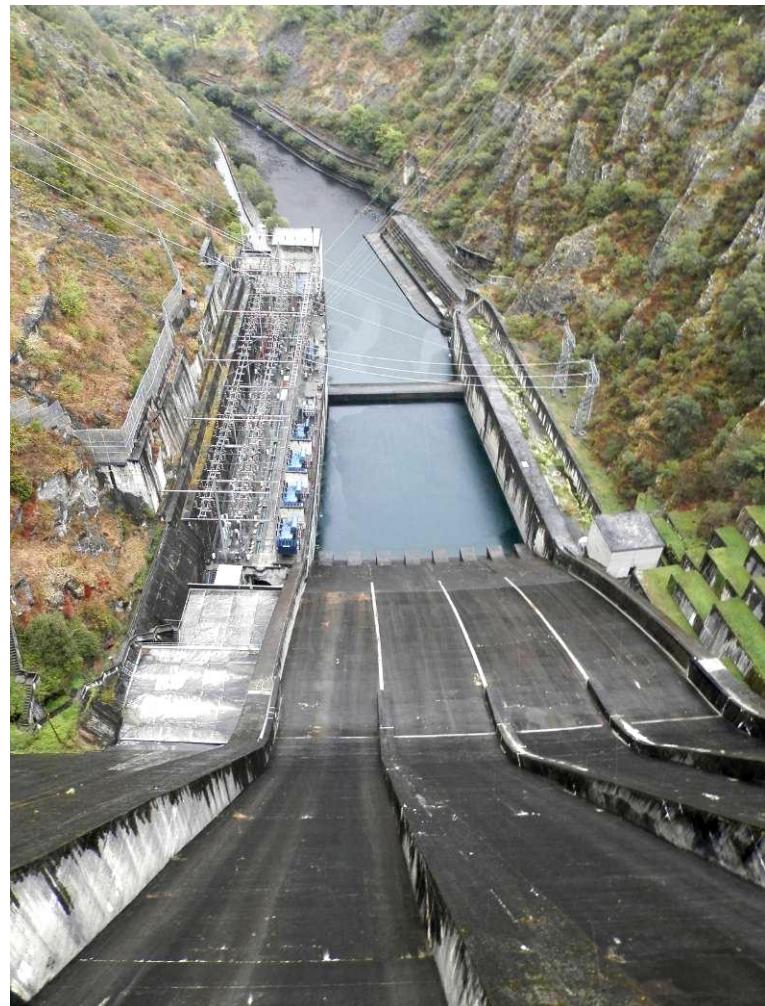


apreciación de un lugar descendiendo unos cuantos metros aguas abajo.

Otra posibilidad apuntada es que la presa y la central estén una junto a la otra, entonces la relación es más igualitaria y ambas se suelen diseñar conjuntamente con un criterio de unidad. Esto sucede en Mengíbar y Alcalá del Río, dos presas de compuertas emplazadas en pleno cauce del río. Si Mengíbar resulta ser un edificio de corte moderno con referencias al clasicismo de Otto Wagner (§ 2.1.1.) pero situado en un entorno natural con escasa presencia humana, Alcalá del Río (fig. 325) es una arquitectura historicista que imita a un castillo y sobre todo a la torre mudéjar de la iglesia del vecino pueblo. El diálogo que se establece entre ambos elementos es fascinante, porque la presa se encuentra a la entrada del pueblo, el cual está situado en una loma, de tal manera que desde cualquiera de los dos edificios (el histórico y el industrial), siempre se ve el otro (§ 2.2.4).

Un último supuesto sirve para categorizar las tres últimas presas estudiadas. Se trata de la posibilidad de que la central esté pegada al cuerpo del muro. En este caso la relación entre presa y central es aún más íntima, puesto que ésta se sitúa tan cerca de la presa que la toca (más allá del *punto de inflexión*, digamos) y ya forman un ente único que tiene en el paisaje infinito que se extiende delante de ellos su única limitación. No se pueden concebir ni experimentar como entidades separadas y en esto reside su atractivo. Las actuaciones que constituyen su establecimiento "trascienden sus límites físicos y conforman un paisaje que no es generado espontáneamente, sino por la naturaleza de las mismas" (Carbajal 2014: 99) y está

325- Presa y central de Alcalá del Río



De arriba abajo:

326- Presa de Salime aguas abajo

327- Presa de Jándula aguas abajo
[iaph]

perfectamente planificado. Este es el caso de los Saltos de Grandas de Salime, Jándula y Encinarejo, aunque éste último pudiera llegar a considerarse dentro de la segunda categoría porque, aunque no está completamente pegada la central a la presa, sin embargo sí que la toca. En cuanto a las otras dos, si en Jándula las formas expresan resistencia y firmeza, fluidez y dinamismo, contención y monumentalidad en un proyecto complejo donde Casto maneja de manera magistral el lenguaje alegórico, por el contrario Grandas de Salime se esconde bajo la presa, como un caparazón que protegiese u ocultase un tesoro, quizás una perla bajo la concha de la ostra. En Salime no existe una fachada para la central, porque la entrada corresponde al pasillo de transformadores. La verdadera importancia de este edificio no está en su expresión exterior, que no es más que una suave ondulación al fondo de la presa para poder aminorar la velocidad del agua al caer, sino en lo que esconde en su interior, todo un conjunto de artefactos artísticos concebidos para impresionar al espectador.

Existe otro factor a tener en cuenta cuando hablamos del paisaje en los embalses, y es la afección medioambiental. Es decir, la presa y su sistema hidráulico son tratados como elementos generadores de un nuevo paisaje radicalmente distinto a nivel territorial. Determinar hasta dónde llega la influencia de la presa en el paisaje, no sólo a nivel visual sino también físico, es parte de la labor del proyectista y depende de muchos factores. Cuando una presa cierra un valle no sólo anega un espacio físico, también inunda pueblos, caminos, campos de cultivo, pastos de animales, etc. De tal manera que no sólo las estructuras de la naturaleza son doblegadas por el ingenio del hombre, sino que las propias estructuras humanas preexistentes son sustituidas por otras nuevas de mayor envergadura.

En definitiva, resultan muy acertadas las palabras de Miguel Aguiló acerca de la estética de la presa en el paisaje:

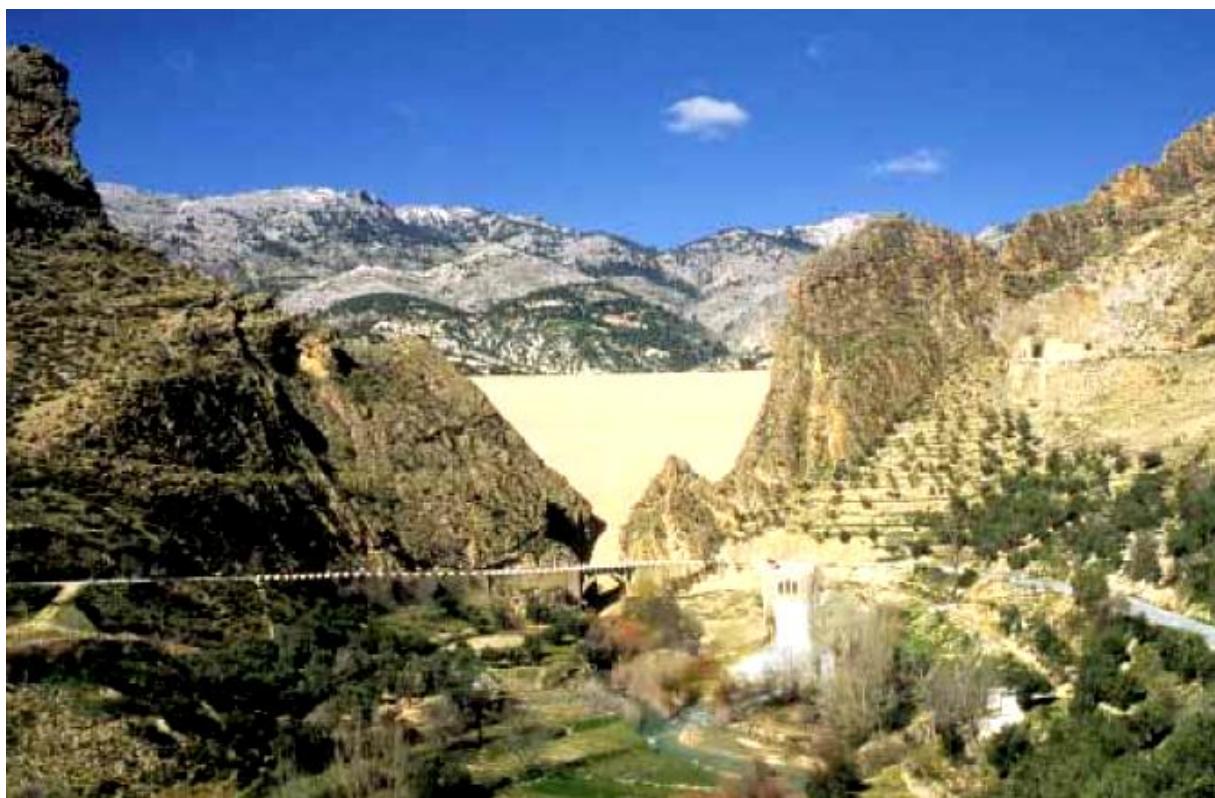
Las presas poseen un alto interés estético: son más verídicas, en cuanto es evidente su función de tapar la salida de agua; están muy en su sitio, completamente vinculadas a la cerrada; no ocultan nada, son una prolongación del obstáculo natural; son ejemplo de cómo el hombre está en este mundo, que es modificado con esfuerzo para su propia conveniencia como especie (Aguiló 2005: 296)



De arriba abajo:

328- Presa de Belesar

329- Presa de Susqueda





Página anterior
(de arriba abajo):

330- Presa de Silvón, vista del aliviadero en primer término desaguando en un meandro del río, alejado de la presa.
[Buil 2000: 60]

331- Presa del Portillo. Se integra en el paisaje como un garabato que hubiera emborroneado el fondo [Delgado y Aguiló 2003: 82]

En esta página
(de arriba abajo)

332- Central de Aguayo. Vista de los embalses superior e inferior y la tubería forzada entre ambas
[Buil 2000: 60]

333- Vista del contraembalse de Ip desde aguas arriba



CONCLUSIONES

El trabajo de investigación presentado en esta tesis ha abordado como cuestión principal el estudio de una serie de presas y centrales hidroeléctricas desde el punto de vista arquitectónico, su relación con el paisaje y la forma en que fueron construidas, poniendo en valor la participación de importantes figuras de la Arquitectura española del siglo XX en su diseño y construcción.

Las nuevas aportaciones al conocimiento actual sobre la materia se han ordenado por temas, contribuyendo con las siguientes conclusiones al correspondiente estado de la cuestión:

Consideraciones generales

Esta tesis supone el primer estudio completo, detallado y pormenorizado del repertorio de presas y centrales hidroeléctricas diseñadas por cinco arquitectos de reconocida importancia en la historia del siglo XX en España: Antonio Palacios, Casto Fernández-Shaw, Joaquín Vaquero Palacios, Ignacio Álvarez Castelao y Miguel Fisac, de tal manera que no se estudian únicamente como elementos independientes sino que son además comparados entre sí y con otros proyectos de sus autores y de otros arquitectos coetáneos.

El análisis exhaustivo efectuado a los ejemplos estudiados ha permitido un profundo grado de conocimiento de los mismos, previo a la búsqueda de relaciones e influencias en ellos, especialmente en lo que se refiere a la arquitectura industrial. Este examen se ha llevado a cabo buscando en la arquitectura objeto de estudio elementos de síntesis que nos indiquen invariantes en cuanto a sus características formales, constructivas, estructurales y paisajísticas.

Así, se han podido determinar los factores comunes a todos ellos que nos han permitido extraer las características esenciales que distinguen y singularizan a este tipo de arquitectura industrial: la existencia de un sello personal, de una vinculación que las señala como obras propias de cada arquitecto dentro de una línea temporal y la preocupación artística (que incluye las cuatro artes: pintura, escultura, arquitectura e ingeniería), que denota una especial sensibilidad que va más allá de la mera adecuación de espacios industriales.

También esta tesis aborda la necesidad de poner en valor la imprescindible colaboración entre arquitectos e ingenieros para, en un trabajo interdisciplinar a múltiples niveles, conseguir una obra que sobrepase estética, constructiva y paisajísticamente las simples formas de los contenedores fabriles.

Aportaciones al conocimiento del Patrimonio Industrial Hidráulico

Tanto el estudio del contexto histórico como los análisis de las tipologías, las cuencas hidrográficas donde se asientan y las empresas eléctricas que promovieron esto saltos nos ha permitido tener una visión global del momento y el lugar en el que surgen cada una de estas presas y entender por qué se realizaron de esa manera y cómo llegaron a construirse, como paso previo al estudio concreto de las particularidades de cada una de ellas, de su génesis y microhistoria y cómo los arquitectos que tomaron parte en ellas aportaron su personal y definitivo punto de vista.

El estudio de otros ejemplos de centrales y presas diseñadas por arquitectos en países europeos (Otto Wagner en Viena, Antonio Sant'Elia en Italia o Peter Behrens en Alemania), ha servido como antecedente para conocer las líneas de investigación aportadas por influyentes personalidades del mundo de la arquitectura europea. No cabe duda que las formas de clasicismo moderno de Wagner (§ 1.2.3.) influyeron a Palacios, mientras que las curvas de su presa Nussdorf en el Danubio pueden considerarse las precursoras de las "formas hidrodinámicas" de Casto, a quien también le influyeron en gran medida los dibujos futuristas de Sant'Elia, con sus enormes y monumentales ciudades iluminadas por las grandes centrales y presas de las que salían cables eléctricos hacia las nuevas urbes del futuro. Y sorprende también el parecido formal entre la presa de Klingenberg de Poelzig y la de Jándula de Casto, no sólo en el tratamiento que ambos hacen del material del muro de la presa, que en el primer caso parece chorrear y en el segundo saltar como poseído por la furia destructora del agua, sino que además ambos utilizan otros lenguajes más cercanos al historicismo o el regionalismo en las construcciones auxiliares (en el caso de Poelzig, la central es un trasunto de arquitectura popular bávara, mientras que Casto convierte la torre de toma en una atalaya medieval).

Por último, como aportación al conocimiento del Patrimonio Industrial, esta tesis ha podido estudiar el estado actual de los Saltos hidroeléctricos, algunos de ellos, como Jándula y El Carpio, declarados Bien de Interés Cultural. Se ha comprobado cómo, en la mayoría de los casos, su estado de conservación es bastante bueno y esto es debido a que son edificios que están en uso y cuya obsolescencia no parece cercana en el tiempo, porque son útiles (generan energía eléctrica), y fueron muy bien

diseñados (la flexibilidad de sus espacios les permite adaptarse a los cambios tecnológicos y normativos); y también gracias a la buena fe de algunas compañías eléctricas que han sabido comprender la importancia de este tipo de arquitectura y se han esforzado por mantenerla en el mejor estado posible, siempre intentando adecuar las mejoras técnicas en la maquinaria con la salvaguarda de la integridad física del espacio interior y de su imagen exterior. En este sentido resultan paradigmáticas las actuaciones que Endesa ha llevado a cabo en la central de El Carpio convirtiendo salas que ya no se utilizan en un Museo de la Electricidad (mientras que el resto de la central sigue en perfecto funcionamiento), o la de Gas Natural Fenosa haciendo lo propio con la antigua central de Bolarque.

Aportaciones al conocimiento de la obra de los arquitectos estudiados

El estudio comparado de los distintos complejos hidroeléctricos objeto de esta tesis ha permitido crear un discurso coherente sobre la trayectoria de cada arquitecto en relación a su posición frente a la arquitectura industrial y su relación con otros tipos de edificaciones realizadas por ellos o que les influyeron en su obra. También se ha podido determinar, en los casos en que ha sido posible, hasta qué punto intervino el arquitecto en el diseño de la presa y la central hidroeléctrica y en qué momento del desarrollo de las obras se incorporó, como proyectista o simplemente para rematar la decoración de la central. En este sentido se han aportado los siguientes resultados:

- Se han elaborado fichas descriptivas sintéticas de los edificios, se ha dibujado un plano de localización con todos los ejemplos estudiados y se ha descrito un cuadro cronológico comparativo de todas las obras y de otros edificios relevantes de sus arquitectos para poder en obtener una visión global del contexto histórico y estético en el que se ubican, además de poder ser así analizadas de un modo más interactivo y eficaz.
- Se ha creado un archivo fotográfico de las centrales estudiadas, con un criterio integrado de análisis arquitectónico, constructivo y paisajístico. La toma de imágenes se ha realizado con una finalidad concreta: el análisis arquitectónico de los mismos entendiéndolos como integrantes de un conjunto, para lo cual, se ha prestado especial atención a aquellos detalles que aportan un nexo de unión entre ellos.

- También se han elaborado (a través de la rectificación de fotografías actuales con programas de edición de imágenes), ortofotos de los módulos de fachada de algunos de estos edificios (por ejemplo, las centrales hidroeléctricas del Tambre y de Mengíbar de Antonio Palacios) con la intención de facilitar el estudio comparado del sistema compositivo de las fachadas y poder deducir así su metodología de trabajo.

Todos estos edificios industriales siguen una línea de coherencia con respecto al resto de la obra de cada uno de sus autores, no se trata de proyectos menores realizados sin pasión, sino que tienen un lugar importante en el conjunto de sus edificios y no deben por tanto ser desdeñados por su origen fabril. Estos Arquitectos se esfuerzan por hacer unas construcciones dignas, que tengan sentido en su línea de pensamiento y su forma de proyectar y se integren perfectamente en el conjunto de su obra.

Así, Antonio Palacios aplica en Tambre (§ 2.1.2.) los mismos criterios de diseño que en el Ayuntamiento de Porriño, reinterpretando la arquitectura vernácula en clave clasicista, mientras que en Mengíbar (§ 2.1.1.) su fascinación por las arquitecturas de Otto Wagner queda patente en el tratamiento de los paramentos exteriores y en la que podemos también observar ecos de otros edificios suyos emblemáticos como la Nave de Motores de Pacífico y los talleres del ICAI, con ecos de la arquitectura industrial de Tony Garnier (expresados en la sinceridad constructiva que se observa en las fachadas del matadero de Lyon (Phillips 1993: 8), por ejemplo).

Por otro lado, Casto Fernández-Shaw (§ 2.2.) lleva en sus centrales hidroeléctricas hasta el límite sus ideas visionarias, futuristas y expresionistas (deudoras de la estética de Sant'Elia y de la presa de Klingenberg respectivamente) que le acompañarían en todos sus proyectos inacabados y que lo relacionan también con su obra más conocida: la gasolinera de Porto Pi (Alberto Aguilera). Da una idea de lo importante que era para Casto la arquitectura industrial el hecho de que su primer proyecto nada más acabar la carrera fuera una presa, el Monumento a la Civilización (§ 2.2.1.). Aquí nos habla Casto de lo monumental, lo grandioso y también del arte, la ciencia, la técnica y la ingeniería. De hecho, el propio arquitecto afirmaba al final de su vida que "es por tanto mi proyecto de Monumento a la Civilización el proyecto más atrevido hecho por mí..." (Fernández-Shaw 1999: 299)

En Joaquín Vaquero Palacios (§ 2.3.) es donde mejor se aprecia la necesidad de dignificar la Arquitectura Industrial, introduciendo elementos escultóricos y pictóricos que convierten espacios en principio monótonos y alienantes en fascinantes retablos que nos muestran un espejo del momento social en el que se concibieron y que convierten a la máquina (en este caso el alternador), en una auténtica escultura dentro de su sala de exposiciones, que es la sala de máquinas, donde los murales ejercen de perfecto fondo didáctico sobre el mundo de la electricidad; y su concepto de la Obra de Arte Total, que aplicaría en todas sus obras encaja perfectamente en los preceptos de la ingeniería industrial, integrando las tres artes (arquitectura, pintura, escultura), con la ingeniería. De hecho, sus proyectos industriales son fundamentales para entender la obra de este singular arquitecto porque es donde mejor se expresa esa necesidad de fusionar todas las artes en una y con la ingeniería como una más de ellas.

Algo parecido sucederá con Álvarez Castelao (§ 2.4.), arquitecto adscrito al Movimiento Moderno y en el que también en sus obras industriales se pueden apreciar todos los rasgos que marcarían su carrera: la búsqueda del racionalismo, de las formas puras, la reducción de los elementos decorativos al mínimo imprescindible y siempre utilizados con una finalidad concreta, nunca porque sí, "basado en la lógica constructiva y tecnológica, donde la funcionalidad y la elementariedad primasen sobre la plasticidad" (Tielve 2007: 97). El empleo del hormigón como elemento fundamental del diseño, los grandes ventanales que se abren al paisaje, sus esquemas en planta, que son fruto de una interpretación de la planta libre de Le Corbusier... son todos elementos que nos hablan de un Castelao fascinado por la ingeniería, tanto es así que parece ser que él mismo pidió trabajar en estos proyectos e incluso sin cobrar honorarios (Arancón 1998: 256).

Por último, con Miguel Fisac se cierra el círculo: al igual que el maestro Palacios, Fisac, en su central hidroeléctrica de Ip (§ 2.5.1.) reinterpreta la arquitectura popular pirenaica en clave contemporánea, añadiendo elementos e ideas que aplicaría en todos sus edificios: la plasticidad del hormigón (expresada en el porche de entrada con una lámina curva que se pliega como una ola de agua, casi como Casto hacía también en Jándula con sus "formas hidrodinámicas"), el empleo de los materiales prefabricados e industrializados (en la cubierta del edificio), y sobre todo esa coherencia a la hora de abordar un proyecto

integrado en el imponente paisaje montañoso de Huesca. Podemos decir que en ningún otro proyecto industrial se hace más patente esa actitud previa que tanto se esforzó Fisac por difundir y explicar (Arqués 1996: 37, 38): el *para qué* (los espacios que exige el programa), el *dónde* (las circunstancias del lugar), el *cómo* (la concreción estructural, formal y constructiva), y ese *no sé qué*, que convierte una construcción técnicamente correcta en una obra de Arte, como pedía también Joaquín Vaquero en su momento integrando todas las Artes en un solo acto constructivo.

Se han estudiado también otros ejemplos en los que la arquitectura y la industria hidroeléctrica han coincidido. Estas obras, sin ser tan conocidas o importantes como las precedentes, sí que aportan nuevos puntos de vista sobre la relación arquitectura-ingeniería. Cuando hablamos de Arturo Rebollo y su 'presa de Susqueda' (§ 2.6.) estamos estudiando a un ingeniero que también era arquitecto, que conjuga en una sola persona las dos especialidades, pero que a la hora de afrontar una empresa de tal envergadura queda demostrado que su alma no es capaz de partirse en dos y prevalece una visión sobre la otra, sin que haya realmente una interacción complementaria entre ambas, como sí sucedía, por ejemplo, en las figuras de Elorza y Castelao.

Aportaciones documentales

La documentación inédita aquí recopilada y sistematizada resulta de especial relevancia sobre todo en los aspectos relativos a la planimetría original de las presas y centrales hidroeléctricas extraída de los archivos privados de las empresas que gestionan dichos Saltos, y que hasta ahora no había sido englobada en un estudio de investigación que las comparara entre sí, aportando así un material que era de muy difícil acceso al encontrarse en manos de compañías privadas.

Entre este material documental inédito cabe destacar todo el de naturaleza fotográfica y planimétrica que hemos podido obtener de los siguientes conjunto hidroeléctricos y que ahora, por primera vez, ve la luz:

- En el Archivo Histórico de Endesa en Linares se encuentra una cantidad ingente de documentación relativa a la central de Mengíbar: memorias, planos de ejecución, proyectos de reforma, obras de urgencia por avenidas, etc. De esta información se pudo obtener un

conocimiento más detallado de la historia del edificio que nos permitió entender las diferencias entre la construcción original y la que actualmente está en uso.

- En cuanto a las centrales de Casto Fernández-Shaw para Mengemor en Andalucía, ya existía abundante documentación gráfica en las diferentes publicaciones que sobre dichos edificios se habían realizado, pero en nuestro caso obtuvimos de los archivos de Alcalá del Río planos detallados de la obra (plantas, alzados y secciones), fechados en marzo de 1930 en los que se puede consultar desde la instalación de maquinaria hasta el detalle de la carpintería metálica de las puertas de la nave.
- En el caso de Joaquín Vaquero Palacios, mientras que sus dos obras más conocidas, Salime y Proaza, están muy documentadas, sin embargo sí se han conseguido planos de plantas y secciones de las salas de máquina y control de Miranda y Tanes, antes desconocidas y que se encontraban entre los planos de trabajo que manejan los operarios en las propias centrales.
- La consulta al Archivo Histórico de Viesgo resultó ser la más fructífera de todas, puesto que se encontró información gráfica y fotográfica de todas las centrales proyectadas por Ignacio Álvarez Castelao y Juan José Elorza, lo que nos han permitido analizarlas de un modo más profundo y sistemática del realizado hasta ahora. Además, hay que señalar como muy importante toda el material obtenido de Aguilar de Campoo y Aguayo, centrales éstas que nunca habían sido tenido en cuenta a la hora de estudiar el repertorio de sus autores.
- La visita a los archivos que Acciona heredó de Endesa cuando adquirió sus activos en los Pirineos nos ha permitido encontrar documentación muy poco publicitada de planos de situación, plantas, alzados y secciones de la central que Miguel Fisac diseñó en Canfranc. La información ha sido completada con la obtenida en la Fundación Fisac, que incluye dibujos de soluciones iniciales y detalles de elementos constructivos, como la barandilla de la escalera o las puertas de la sala de máquinas.

El estudio, análisis y síntesis de toda esta información inédita, junto con otra que puede ser más accesible por encontrarse en

archivos de fundaciones (Fundación Miguel Aguiló, Registro del Docomomo ibérico...), se ha acompañado de un trabajo exhaustivo de elaboración de nuevo material: planos redibujados a partir de los originales con clara intencionalidad de análisis de los elementos arquitectónicos (por ejemplo, se ha creado un alzado sombreado de Arbón a partir del original para explicar cómo se ilumina el interior de su sala de máquinas), esquemas, dibujos de detalle y reportajes fotográficos de los distintos saltos hidroeléctricos (con sus correspondientes fichas descriptivas), y sus edificaciones auxiliares, para poder tener una visión inequívocamente completa de cada uno de ellos.

Líneas de investigación abiertas con este trabajo

Tomando como base el presente trabajo de investigación sobre la arquitectura de las presas y centrales hidroeléctricas españolas, se abren las siguientes vías de estudio:

- Los Arquitectos y la Arquitectura Hidroeléctrica. Estudio de casos europeos**

El análisis que se ha llevado a cabo en esta tesis, delimitado al ámbito español, se puede extrapolar a otros países europeos. Por ejemplo, sólo en Portugal el Registro Docomomo Ibérico tiene catalogados hasta 15 conjuntos hidroeléctricos de interés.

Otra línea de interés bosquejada en esta tesis hace referencia a la posibilidad apuntada de ampliar el estudio de las figuras de arquitectos relevantes españoles e incluir artistas europeos y americanos vinculados a proyectos industriales e hidroeléctricos, tales como Otto Wagner, Hans Poelzig, Gordon B. Kaufmann, Tony Garnier o Peter Behrens.

- Los Arquitectos y la Arquitectura Industrial. Estudio de casos españoles**

El estudio de la arquitectura hidroeléctrica de cada uno de estos arquitectos puede ampliarse a las centrales térmicas que sus autores proyectaron y que aquí han sido brevemente comentadas debido a la acotación temática que limitaba el análisis a la Arquitectura Hidroeléctrica. Es muy sugestiva la relación entre edificios como las centrales hidroeléctricas de Vaquero Palacios y su central térmica de Aboño. También sería interesante comparar las centrales de Castelao con la

térmica de Soto de Arriba o la Nuclear de Garoña. O estudiar la relación de Antonio Palacios con el Metro de Madrid y los edificios auxiliares industriales que diseñó para la Compañía Metropolitana Alfonso XIII, sobre todo la central térmica de Pacífico.

Consideraciones finales

Una de las conclusiones fundamentales de este trabajo de investigación es que estos edificios no habrían sido tan interesantes si no hubiera intercedido el trabajo de un arquitecto y sobre todo de unos proyectistas tan reconocidos como éstos, con una obra construida tan importante y que están considerados por todos los historiadores y entendidos de la materia como grandes figuras de la Historia de la Arquitectura. Las características intrínsecas de una obra industrial: funcionalidad, sencillez, tecnología y la importancia del contenido frente al continente (que se concibe como mero contenedor de lo verdaderamente importante, que es la máquina), en manos de estos maestros se convierten no en una dificultad o un obstáculo sino en una oportunidad para explorar nuevos caminos y aplicar a un tipo de construcción radicalmente distinta a lo que ellos estaban acostumbrados a realizar sus ideas sobre cómo se debe entender el oficio de proyectar.

Pero tampoco debe olvidarse ni obviarse la participación de los ingenieros en estas obras. Sin el trabajo de figuras clave de la ingeniería de presas del siglo XX junto con estos arquitectos estos edificios no existirían ni serían como son ahora. Carlos Mendoza junto con Antonio Palacios primero y después al lado de Casto Fernández-Shaw, quien también trabajó junto a Rafael Benjumea en Jándula; Juan José Elorza en su tandem con Ignacio Álvarez Castelao; o Luciano Yordi trabajando junto a Juan Castañón de Mena son algunos de los ejemplos estudiados en esta Tesis de cómo es necesaria la colaboración de un equipo multidisciplinar que lleve de la mano una obra unitaria.

Todas estas circunstancias terminaron traduciéndose en la culminación de obras industriales de extraordinaria singularidad, y de una belleza y modernidad incuestionables que continúan vigentes casi cien años después de su construcción y pueden y deben ser reivindicadas como una parte substancial de la Historia de la Arquitectura y del Patrimonio Industrial en España. Contemplar hoy estas imponentes obras de arquitectura que son las centrales de

Mengíbar, Tambre, El Carpio, Alcalá del Río, Jándula, Encinarejo, Salime, Miranda, Proaza, Tanes, Arenas de Cabrales, Arbón, Silvón, Aguilar de Campoo o Ip, nos hace evocar las palabras de Filippo Tommaso Marinetti cuando, en su obra *La Splendour Géometrique et Mécanique*, señala:

Nada en el mundo es más bello que una central eléctrica en funcionamiento, que retiene las presiones hidráulicas de toda una cordillera montañosa y la energía eléctrica para todo un paisaje, sintetizadas en cuadros de mando en los que surgen palancas y brillan los interruptores (Marinetti 1914)

Cuadro resumen con la documentación encontrada en el estudio del estado de la cuestión y la documentación inédita aportada en este trabajo de investigación.

Arquitecto / Ingeniero	Central hidroeléctrica	Documentación publicada	Documentación inédita aportada
Manuel Ruiz Senén	Bolarque	Alzados de la presa recrecida y la central Bolarque II [Temes 1954: 28-29]	Solicitud al Archivo de Gas Natural Fenosa, sin contestación
Antonio Palacios	Mengíbar	-	Proyecto original completo con plantas, alzados y secciones y proyecto de remodelación (año 1963) [Archivo histórico de Endesa en Linares]
	Tambre	-	Solicitud al Archivo de Gas Natural Fenosa, sin contestación
Casto Fernández-Shaw / Carlos Mendoza	El Carpio	- Sección transversal de la presa y por sala de bóvedas [Sobrino 1999: 42-43] - Sección transversal de la central [Mendoza 1923: 57]	Plantas de situación. Plantas, alzados y secciones de la presa y plantas de la central [Archivo histórico de Endesa en Pedro Abad]
	Jándula	-Ficha AND.1.0 del Registro del Docomomo Ibérico. -Plantas, secciones transversales y longitudinal y alzados laterales de la central [Sobrino 1999: 49-50] -Sección transversal de presa y central [Aguiló 2005: 224] - Documentación sobre el poblado de obreros auxiliar [Carbajal 2014]	-
	Encinarejo	Planta y alzado lateral de la central [Sobrino 1999: 47]	-
	Alcalá del Río	- Secciones transversal y longitudinal de la central [Sobrino 1999: 44-45] - Alzados exteriores y detalle del pavimento de la sala de máquinas [Aguiló 2005: 116]	Proyecto original completo con plantas, alzados, secciones y detalles constructivos [Archivo de Endesa en Alcalá del Río]
Joaquín Vaquero Palacios	Grandas de Salime	-Ficha AST.4.0 del Registro del Docomomo Ibérico. - Secciones de las salas de control de los aliviaderos [Pérez Lastra 1992: 204-205] -Plantas, alzados y secciones de la central [Tielve 2007] - Alzado de la presa aguas abajo [Temes 1954: 37]	Planta y perfil de la presa completos con toma, desagüe, central y subestación [Archivo Mancomunidad HC y Viesgo, Salto del Navia]
	Miranda	-Ficha AST.10.0 del Registro del Docomomo Ibérico.	Alzado exterior, planta y sección de la sala de mandos de la central subterránea [Archivo HC]
	Proaza	-Ficha AST.18.0 del Registro del Docomomo Ibérico. - Plantas, alzados y secciones de la central [Pérez Lastra 1992: 218-219]	Proyecto original completo con plantas, alzados, secciones y detalles constructivos [Archivo HC]
	Tanes	Croquis para la pintura mural de la bóveda de la sala de máquinas [Pérez Lastra 1992: 238-239]	Secciones longitudinales y transversal de la sala de máquinas [Archivo HC]

Arquitecto / Ingeniero	Central hidroeléctrica	Documentación publicada	Documentación inédita aportada
Ignacio Álvarez Castelao / Juan José Elorza	Arenas de Cabrales	-Ficha AST.6.0 del Registro del Docomomo Ibérico.	Proyecto original completo con plantas, alzados, secciones y detalles constructivos y de diseño interior de la central y la presa [Archivo Viesgo]
	Silvón	-Ficha AST.8.0 del Registro del Docomomo Ibérico.	Proyecto original completo con plantas, alzados, secciones y detalles constructivos y de diseño interior de la central, el aliviadero y la torre de toma de aguas [Archivo Viesgo]
	Arbón	-Ficha AST.17.0 del Registro del Docomomo Ibérico.	Proyecto original completo con plantas, alzados, secciones y detalles constructivos y de diseño interior de la central y la presa [Archivo Viesgo]
	Aguilar de Campoo	-	Proyecto original completo con plantas, alzados, secciones y detalles constructivos y de diseño interior [Archivo Viesgo]
Juan Castañón de Mena / Luciano Yordi	Belesar	- Planta de situación, sección de la presa y plantas de la central subterránea [Yordi 1964: 299-300, 310]. - Plantas, alzados y secciones del edificio administrativo [Lizancos 1998: 139]	-
Ignacio Rebollo	Susqueda	-Ficha CAT.15.0 del Registro del Docomomo Ibérico. - Publicación completa del proyecto por el propio autor [Rebollo 1972]	-
Miguel Fisac	Ip	- Sección transversal de la central [García, Landrove y Tostoes 2005: 110]. - Plantas, alzados, secciones y detalles de diseño interior [Fundación Miguel Fisac]	Proyecto original completo con plantas, alzados, secciones y detalles constructivos [Archivo Acciona]

Fuentes

Nota: Créditos de las fotografías. Salvo cuando se indique lo contrario, las fotografías, planos y dibujos han sido realizados por el propio autor.

BIBLIOGRAFÍA

AGUILAR CIVERA, Inmaculada

- 1999 *El patrimonio arquitectónico industrial.* Madrid: Instituto Juan de Herrera.

AGUILÓ ALONSO, Miguel

- 2001 "Naturaleza, paisaje y lugar: estética de la obra y su entorno". *Revista O.P. Ingeniería y Territorio*, nº 54, pp. 28-35.
- 2005 *La enjundia de las presas españolas.* 2ª ed. Madrid: ACS.
- 2006 *La pujanza de la energía eléctrica en España.* Madrid: ACS.
- 2008 "Estética y paisaje de las presas españolas", en Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos (editor). *Las Presas en España.* Madrid. pp. 377-392.

ÁLVAREZ CASTELAO, Ignacio y Juan José ELORZA

- 1960 "Salto de Silvón y Salto de Arenas". *Cuadernos de Arquitectura*, nº 41, pp. 343-345.
- 1962 "Saltos de Arenas de Cabrales y Silvón". *Arquitectura COAM*, nº 47, nov., pp. 23-26.

ALONSO PEREIRA, José Ramón

- 1985 *Madrid 1898-1931 de corte a metrópoli.* Madrid, Comunidad de Madrid, Consejería de Cultura.
- 2009 "El Patrimonio Industrial en Galicia en los albores del siglo XXI". *Liño, Revista anual de Historia del Arte*, nº 15, pp. 139-147.

ALZOLA Y MINONDO, Pablo

- 1979 *Historia de las Obras Hidráulicas en España.* Madrid: Colegio Oficial de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.
- 2000 [1892] *El arte industrial en España.* 2ª ed. Madrid: Colegio Oficial de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.

ANASAGASTI, Teodoro

- 1914 "El arte en las construcciones industriales". *Revista de Arquitectura y Construcción*, nº 263, abril, pp. 150-155.

ARANCÓN, Gerardo

- 1998 "Viviendas de la Eléctrica de Aguilar de Campoo" en GARCÍA BRAÑA, Celestino y Fernando AGRASAR QUIROGA (eds.), *Arquitectura Moderna en Asturias*,

Galicia, Castilla y León. Ortodoxia, Márgenes y Transgresiones. Gijón: Colegio Oficial de Arquitectos de Asturias. pp. 256-257.

ARENILLAS PARRA, Miguel

- 1995 "La presa romana de Almonacid de la Cuba y otros aprovechamientos antiguos en el río Aguasvivas". *Revista de Obras Públicas*, nº 3345, julio. pp. 43-66.
- 2003 "Presas romanas en España". *Revista O.P. Ingeniería y Territorio*, nº 62, pp. 72-79.
- 2008 "Presas Antiguas" en Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos (editor). *Las Presas en España*. Madrid. pp. 43-64.

ARÉVALO CARTAGENA, Juan Manuel

- 1999 *Arquitectura y Escultura en la obra de Antonio Palacios y Ángel García*, Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Madrid, Escuela Técnica Superior de Arquitectura.

ARMERO, Jacobo y Gonzalo ARMERO (coord.)

- 2001 *Antonio Palacios, constructor de Madrid: [exposición celebrada en el Círculo de Bellas Artes de Madrid, noviembre 2001 - enero 2002]*. Madrid: La Librería.

ARQUÉS SOLER, Francisco

- 1996 *Miguel Fisac*. Madrid: Pronaos.

ARROYO ILERA, Fernando

- 2007 "Territorio, Tecnología y Capital. La regulación hidroeléctrica de los ríos españoles (1900-1970)". *Treballs de la Societat Catalana de Geografia*, nº 63, pp. 39-70.

ARTEAGA CARDINEAU, Carlos

- 2014 "Atlantropa: el sueño utópico de construir la 'Atlántida'". *Al Qantir*, nº 16, pp. 176-184.

ATIENZA SERNA, Luis

- 2010 "El sector energético en España". *Revista O.P. Ingeniería y Territorio*, nº 89, pp. 4-11.

BALDELLOU, Miguel Ángel.

- 2001 "Palacios antes y después" en ARMERO, Jacobo y Gonzalo ARMERO (coordinadores). *Antonio Palacios, constructor de Madrid: [exposición celebrada en el Círculo de Bellas Artes de Madrid, noviembre 2001 - enero 2002]*. Madrid: La Librería. pp. 283-287.

- BARRIONUEVO, Antonio
 1987 "La central hidroeléctrica del embalse de Jándula y Casto Fernández-Shaw". *Guadalquivir*, nº 6.
- BATLLE I GIRONA, Modest
 1988 "El mobiliario territorial". *Revista O.P. Ingeniería y Territorio*, nº 7/8, pp. 116-125.
- BAZTÁN DE GRANDA, José Antonio y Miguel Ángel TOLEDO MUNICIO
 2008 "Presas de hormigón y mampostería" en Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos (editor). *Las Presas en España*. Madrid. pp. 223-241.
- BERGA CASAFONT, Luis
 2008(a) "Las presas en España" en Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos (editor). *Las Presas en España*. Madrid. pp. 19-40.
 2008(b) "Forma y función en presas y embalses". *Revista O.P. Ingeniería y Territorio*, nº 81, pp. 80-85.
- BERNABEI, Giancarlo
 1984 *Otto Wagner*. Barcelona: Gustavo Gili.
- BERNAL, Antonio Miguel
 1993 "Ingenieros-empresarios en el desarrollo del sector eléctrico español: Mengemor, 1904-1951", *Revista de Historia Industrial* nº 3, pp. 93-126.
- BIEL IBÁÑEZ, Mª Pilar
 2011(a) "El paisaje de la electricidad en Aragón". *Revista e-rph*, jun. nº 8. pp. 36-58.
 2011(b) *100 elementos del patrimonio industrial en España*. Gijón: TICCIH España.
- BIRAGHI, Marco
 1992 *Hans Poelzig: architectura, ars magna*. 1869-1936. Venecia: Arsenale.
- BOFILL DE LA CIERVA, José Enrique
 2008 "Criterios técnicos, económicos y medioambientales para la elección del tipo de presa", en Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos (editor). *Las Presas en España*. Madrid. pp. 133-144.
- BUIL SANZ, Juan Manuel
 2000 "Los aprovechamientos hidroeléctricos". *Revista O.P. Ingeniería y Territorio*, nº 52, pp. 58-67.

BUIL SANZ, Juan Manuel y Arturo GIL GARCÍA

- 2008 "Hidroelectricidad" en Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos (editor). *Las Presas en España*. Madrid. pp. 161-174.

CABRERO GARRIDO, Félix y María Cristina GARCÍA PÉREZ

- 1999 *Casto Fernández-Shaw, Arquitecto sin fronteras. 1896-1978*. Madrid: Electa.

CABRERO GARRIDO, Félix

- 1980 *Casto Fernández-Shaw*. Madrid: Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid.

CAÑIZARES RUIZ, María del Carmen

- 2005 *Territorio y Patrimonio Minero-industrial en Castilla-La Mancha*. Cuenca: Ediciones de la Universidad de Castilla-La Mancha.

CAPITEL, ANTÓN

- 1996 "Joaquín Vaquero Palacios: tan Arquitecto como Pintor". *Arquitectos*, nº 141, pp. 52-53.
1997 "Expresiones Plásticas. Vaquero Palacios, Medalla de Oro de la Arquitectura". *Arquitectura Viva*, nº 52, pp. 70-71.

CARBAJAL BALLELL, Nicolás

- 2014 *El Salto del Jándula, Andújar, 1927. Casto Fernández-Shaw, Carlos Mendoza y otros*. Almería: Colegio Oficial de Arquitectos de Almería.

CASTRO, S.

- 1973 "Estética de presas: arte y naturaleza". *Revista de Obras Públicas*, nº 3098, junio. pp. 467-476.

CHÁVARRI PÉREZ, Susana

- 2010 *La construcción de los Saltos del Sil, 1945-1965*. Ourense: Diputación Provincial de Ourense.

CHUECA GOITIA, Fernando

- 1996 "Joaquín Vaquero Palacios: pintor infatigable". *Arquitectos*, nº 141, pp. 54-57.
2001 "Antonio Palacios" en ARMERO, Jacobo y Gonzalo ARMERO (coordinadores). *Antonio Palacios, constructor de Madrid: [exposición celebrada en el Círculo de Bellas Artes de Madrid, noviembre 2001 - enero 2002]*. Madrid: La Librería. pp. 279-282.

- CIFRES GIMÉNEZ, Enrique
- 2008 "Presas y regulación de recursos" en Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos (editor). *Las Presas en España*. Madrid. pp. 105-120.
- COELLO FERNÁNDEZ, Magín
- 2000 *Antonio González Echarte: el fantasma del metro de Madrid*. Madrid: Ederonio.
- COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS (ed.)
- 2008 *Las Presas en España*. Madrid: Colegio Oficial de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.
- COMPAÑÍA SEVILLANA DE ELECTRICIDAD S.A. (ed.)
- 1982 *Relación de Estudios y Proyectos Hidroeléctricos*. Sevilla: Compañía Sevillana de Electricidad.
- 1994 *Compañía Sevillana de Electricidad. Cien años de historia*. Compañía Sevillana de Electricidad.
- CUESTA RODRÍGUEZ, María José (et al.)
- 1998 *Guía de Arquitectura y Urbanismo de la ciudad de Oviedo*. Oviedo: Colegio Oficial de Arquitectos de Asturias.
- DARLEY, Gillian
- 2010 *La fábrica como arquitectura: facetas de la construcción industrial*. Barcelona: Reverté.
- DE FUSCO, Renato.
- 1992 [1975] *Historia de la Arquitectura Contemporánea*. Madrid: Celeste.
- DELGADO RAMOS, Fernando y Miguel AGUILÓ ALONSO
- 2003 "Trasunto estético de lo suelto: presas de tierra y escollera". *Revista O.P. Ingeniería y Territorio*, nº 62, pp. 80-87.
- DÍEZ-CASCÓN SAGRADO, Joaquín
- 2001 *Ingeniería de presas: presas de fábrica*. Santander: Universidad de Cantabria.
- 2003 "Las presas en el siglo XXI". *Revista O.P. Ingeniería y Territorio*, nº 62, pp. 4-9.
- DIRECCIÓN GENERAL DE ARQUITECTURA
- 1991 *Arquitectura y desarrollo urbano: Comunidad de Madrid*. Tomo IV. Madrid: Colegio Oficial de Arquitectos.

ECHENAGUSIA, Javier y María UNCETA

- 2005 *Madrid, la sierra del agua*. Madrid: Canal de Isabel II

EGAÑA CASARIEGO, Francisco

- 2010 "El Concurso Internacional para el Faro de Colón. El proyecto español premiado". *Goya: Revista de arte*, nº 331, abril-junio, pp. 158-177.

ELORZA, Juan José

- 1985 "Aguayo y su depósito superior". *Revista de Obras Públicas*, nº 3236, mayo-junio, pp. 369-372.

ESPAÑOL ECHÁNIZ, Ignacio

- 2008 "Las formas de la Obra Pública en el paisaje". *Revista O.P. Ingeniería y Territorio*, nº 81, pp. 94-101.

ESPINÓS SOLÍS, JAime

- 2010 "La energía eléctrica en España, presente y futuro". *Revista O.P. Ingeniería y Territorio*, nº 90, pp 24-27

ESTÉVEZ ORTEGA, Enrique

- 1920 "Paisanos ilustres. Antonio Palacios". *Vida Gallega*, nº 155, septiembre, pp. 7-9.

FERNÁNDEZ ALBA, Antonio.

- 1978 "Círculo en fuga", *El País*, 14 de Mayo.

FERNÁNDEZ BRAÑA, Alejandro

- 2009 *Asturias, Patrimonio Industrial*. Gijón: Nuevedoce.

FERNÁNDEZ CASADO, Carlos

- 1961 "Las presas romanas en España". *Revista de Obras Públicas*, nº 2954, junio, pp. 357-363.

- 1983 *Ingeniería hidráulica romana*. Madrid: Colegio Oficial de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.

- 1997 *Para la difusión y el progreso de la Ingeniería y la Arquitectura*. Madrid: Fundación ESTEYCO.

- 2005 [1975] *La Arquitectura del Ingeniero*. 2ª ed. Madrid: Colegio Oficial de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.

FERNÁNDEZ FERNÁNDEZ, José Carlos y Alfonso TORIBIO y Joaquín VAQUERO PALACIOS

- 1989 *Arquitectura-Arte-Ingeniería. La obra integradora de Joaquín Vaquero en Asturias*. Oviedo:

Hidroeléctrica del Cantábrico y Colegio Oficial de Arquitectos de Asturias.

FERNÁNDEZ ORDÓÑEZ, José A.

- 1984 *Catálogo de noventa Presas y Azudes Españoles anteriores a 1900*. Madrid: CEHOPU.
- 1999 "Don Casto", en CABRERO GARRIDO, Félix y María Cristina GARCÍA PÉREZ. *Casto Fernández-Shaw, Arquitecto sin fronteras. 1896-1978*. Madrid: Electa. p. 62.
- 2009 *Pensar la ingeniería*. Madrid: Colegio Oficial de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos y Fundación Juanelo Turriano.

FERNÁNDEZ PLASENCIA, Santiago y Gabriel CASTRO VILLALBA (coord.)

- 2011 *Centrales Hidroeléctricas del Pirineo Leridano*. Fundación Endesa.

FERNÁNDEZ-SHAW, Casto

- 1930 "Pantano de El Carpio (Córdoba)". *Arquitectura*, nº 132, abril, pp. 99 y 111-112.
- 1945(a) "Palacios ha muerto", *Revista Nacional de Arquitectura*, nº 47 y 48 extraordinario, noviembre-diciembre.
- 1945(b) "La obra del arquitecto Antonio Palacios", *Cortijos y Rascacielos*, nº32, noviembre-diciembre, pp. 30-36.
- 1999 "Culpen de mi muerte a la belleza" [autobiografía inédita] en CABRERO GARRIDO, Félix y María Cristina GARCÍA PÉREZ. *Casto Fernández-Shaw, Arquitecto sin fronteras. 1896-1978*. Madrid: Electa. pp. 265-300.

FUENTES QUINTANA, Enrique

- 1988 "Tres decenios de la economía española en perspectiva". En: GARCÍA DELGADO, José Luis (coord.), *España economía*. Madrid: Espasa Calpe. pp. 1-78.

FULLAONDO ERRAZU, Juan Daniel

- 1968 "Espagne 1968. Epigones et novateurs", *L'architecture d'aujourd'hui*, nº 139, septiembre, pp. 93-108.
- 1972 *Miguel Fisac*. Madrid: Servicio de publicaciones del Ministerio de Educación y Ciencia.

GAGO, Ana

- 2008 *El arte de Antonio Suárez aplicado a la Arquitectura.*
Gijón: Museo de Bellas Artes de Asturias y Museo
Casa Natal de Jovellanos.

GALNARES DEL COSO, Víctor M. y Nuria GARCÍA REDONDO y
Ángel GUTIÉRREZ ABAD

- 1996 "Presa del Jándula y Canalización del Guadalquivir".
Revista de Obras Públicas, nº 3356, julio-agosto, pp.
81-90.

GARCÍA ADÁN, Juan Carlos y César PÉREZ DE DÍEZ

- 2009 "Una aproximación a la fotografía histórica:
Hidroeléctrica Española e Hidroeléctrica Ibérica en
la década de 1920", *TST, Transportes, Servicios y
Telecomunicaciones*, nº 17, diciembre, pp. 134-153.

GARCÍA BRAÑA, Celestino, Susana LANDROVE y Ana TOSTOES

- 2005 *La arquitectura de la industria, 1925-1965: registro
DOCOMOMO ibérico.* Barcelona: Fundación
DoCoMoMo Ibérico.

GARCÍA BRAÑA, Celestino y Fernando AGRASAR QUIROGA
(eds.)

- 1998 *Arquitectura Moderna en Asturias, Galicia, Castilla
y León. Ortodoxia, Márgenes y Transgresiones.*
Gijón: Colegio Oficial de Arquitectos de Asturias.

GARCÍA DELGADO, José Luis (dir.)

- 1990 *Electricidad y desarrollo económico, perspectiva de
un siglo.* Oviedo: Hidroeléctrica del Cantábrico.

GARCÍA-GUTIÉRREZ MOSTEIRO, Javier y Francisco EGAÑA

- 2014 "En torno al anteproyecto de Luis Moya y Joaquín
Vaquero para la catedral metropolitana de San
Salvador (1953)". *Goya: Revista de arte*, nº 347,
abril-junio, pp. 158-177.

GARCÍA-POLA VALLEJO, Miguel Ángel

- 1997 "Asturias, la épica del desarrollo. La obra de Joaquín
Vaquero Palacios, Ignacio Álvarez Castelao e
Ildefonso Sánchez del Río". *Quaderns*, nº 215, pp.
92-121.
- 2002 "Arte, arquitectura, ingeniería y paisaje en las
centrales hidroeléctricas asturianas". *Ábaco*, nº 34,
pp. 93-102.

GAUSA, Manuel

- 1997 *Forma y plasticidad = Form and plasticity: [Sanmartín Ortiz - Torres Nadal - Vaquero Palacios]*. Barcelona: Col·legi d'Arquitectes de Catalunya.

GARNIER, Tony

- 1990 *Une Cité Industrielle*. New York: Rizzoli.

GERETSEGGER, Heinz y Max PEINTNER

- 1979 *Otto Wagner: 1841-1918: the expanding city the beginning of modern architecture*. Londres: Academy.

GERMÁN ZUBERO, Luis

- 2006 “Aprovechamientos hidroeléctricos en Aragón durante el siglo XX”, en ACÍN FANLO, José Luis, y Ricardo CENTELLAS SALAMERO y Javier SANCHO ROYO. *Aquaria. Agua, territorio y paisaje en Aragón*, Zaragoza: Gobierno de Aragón y Diputación de Zaragoza, pp. 295-310.

GÓMEZ-SANTOS, Marino

- 1969 *El metro de Madrid: medio siglo al servicio de la ciudad 1919-1969*. Madrid: Escélicer.

GONZÁLEZ AMEZQUETA, Adolfo

- 1967 “La arquitectura de Antonio Palacios”. *Revista Arquitectura*, nº 106, octubre.
1998 *Antonio Palacios: arquitecto 1874-1945[exposición]*. Santiago de Compostela: Xunta de Galicia, Consellería de Cultura e Turismo.

GONZÁLEZ MARTÍNEZ, Plácido

- 2010 “Atlantropa. Arquitectura y ciudad moderna para un sueño eléctrico del Mediterráneo”. *Cuaderno de Notas* nº 13, pp. 83-91.

GONZÁLEZ MARTÍNEZ, Plácido y Marta SANTOFIMIA ALBIÑANA

- 2009 “Elefantes de vapor. El patrimonio de la modernidad y su dimensión territorial en el valle del Guadalquivir”. *Revista ph* nº 72, noviembre, pp. 67-71.

GONZÁLEZ PAZ, JOSÉ

- 1970 "La significación del trasvase en nuestra política hidráulica". *Revista de Obras Públicas*, nº 3066, pp. 983-992.

GONZÁLEZ TASCÓN, Ignacio

1987 *Fábricas hidráulicas españolas*. Madrid: CEHOPU.

HERNÁNDEZ IBÁÑEZ, Santiago

2002 "Ingeniería y Arte. apuntes de una relación dual"
Revista O.P. Ingeniería y Territorio, nº 58, pp. 18-25.

HERNÁNDEZ FERNÁNDEZ, Santiago

1999 "Evolución del paisaje" *Revista O.P. Ingeniería y Territorio*, nº 48, pp. 88-93.

HERRERO MARÍN, Ramón

1987 "Cuatro arquitectos para un Madrid de principios de siglo" en Ayuntamiento de Madrid (ed.), *Arquitectura madrileña de la primera mitad del siglo XX*. Madrid. pp. 1-10.

IBERDUERO (ed.)

1987 *Aldeadávila*. Bilbao: Iberduero.

IBERDROLA (ed.)

2006 *Grandes Presas*. Madrid: Iberdrola.
2009 *Luces del Duero 1900-1970. Aprovechamientos hidroeléctricos de la cuenca hidrográfica del río Duero*. Valladolid: Iberdrola.

IGLESIAS VEIGA, Xosé M^a Ramón

1994 "Contenidos regionalistas en la arquitectura de Antonio Palacios en Galicia". *Espacio, Tiempo y Forma*, Serie VII, H^a del Arte, t.7, pp. 383-417.
1998 "Renovación e Tradición: Arquitectura de Antonio Palacios en Galicia", en GONZÁLEZ AMEZQUETA, Adolfo, *Arquitecto Antonio Palacios 1874-1945 [exposición]*, Santiago de Compostela: Xunta de Galicia, Consellería de Cultura e Turismo.
2001 "Antonio Palacios: arquitecto metropolitano y arquitecto regionalista" en ARMERO, Jacobo y Gonzalo ARMERO (coordinadores). *Antonio Palacios, constructor de Madrid: [exposición celebrada en el Círculo de Bellas Artes de Madrid, noviembre 2001 - enero 2002]*. Madrid: La Librería. pp. 203-228.

INZA, Francisco de

1966 "Algunas notas sobre Arquitectura e Industria". *Revista Arquitectura*, pp. 1-5.

- KLICZKOWSKI, H. (ed.)
 2002 *Otto Wagner*. Rivas-Vaciamadrid: Kliczkowski.
 2003 *Antonio Sant'Elia*. Barcelona: LOFT Publications.
- LÁZARO URRA, Juan
 1948 "El desarrollo industrial de la "Unión Eléctrica Madrileña" y sus nuevos elementos de producción y distribución". *Revista de Obras Públicas*, nº 2794, febrero, pp. 47-55.
- LE CORBUSIER y François PIERREFEU
 1942 *La Maison des hommes*. París.
- LIZANCOS MORA, Plácido
 1998 "Subestación del embalse de Belesar", en GARCÍA BRAÑA, Celestino y Fernando AGRASAR QUIROGA (eds.), *Arquitectura Moderna en Asturias, Galicia, Castilla y León. Ortodoxia, Márgenes y Transgresiones*. Gijón: Colegio Oficial de Arquitectos de Asturias. pp. 138-139.
- LÓPEZ MARTOS, Juan
 2001 "Las presas y el paisaje". *Revista O.P. Ingeniería y Territorio*, nº 55, pp. 32-37.
- LORENZO PARDO, Manuel
 1918 "El Pantano del Ebro". *Revista de Obras Públicas*, nº 2240, 2241, 2242, agosto-septiembre, pp. 433-465.
- MACHIMBARRENA, Vicente
 1924 "Arquitectura e Ingeniería". *Revista de Obras Públicas*, nº 2397, enero, pp. 17-21.
 1945 *Mendoza, vida ejemplar de un ingeniero*. Madrid: Asociación de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.
- MADRAZO FELIÚ, Baldomero
 1981 *Electra de Viesgo, 75 años*. Santander: Electra de Viesgo S.A.
- MARCOS FANO, José MARÍA
 2010 "El sistema eléctrico español". *Revista O.P. Ingeniería y Territorio*, nº 90, pp. 16-21.
- MARINETTI, Filippo Tommaso
 1914 *La splendeur géométrique et mécanique et la sensibilité numérique: manifeste futuriste*. Milán: Direction du mouvement futuriste.

MARTÍNEZ ARTOLA, Pedro

- 1962 "El salto de Aldeadávila". *Revista de Obras Públicas*, nº 2972, diciembre, pp. 793-803.
1963 "El salto de Aldeadávila, segunda parte". *Revista de Obras Públicas*, nº 2973, enero, pp. 13-22.

MARTÍNEZ CALZÓN, Julio

- 2007 "Arquitectura e Ingeniería. Una reflexión comprometida". *Revista O.P. Ingeniería y Territorio*, nº 78, pp. 6-13.

MATEOS, Abdón y Álvaro SOTO

- 1997 *El final del franquismo, 1959-1975. La transformación de la sociedad española*. Madrid: Historia 16 / Temas de Hoy.

MENDOZA Y SÁEZ DE ARGANDOÑA, Carlos

- 1920 *Canalización y aprovechamiento de energía del río Guadalquivir*. Madrid: Blass.
1923 "Salto de El Carpio en el Guadalquivir". *Revista de Obras Públicas*, nº 2383, mayo, pp. 54-58.
1926(a) "Idea general del proyecto de canalización y fuerzas del Guadalquivir". *Revista de Obras Públicas*, nº 2464, noviembre, pp. 461-465.
1926(b) "Idea general del proyecto de canalización y fuerzas del Guadalquivir. Segunda parte". *Revista de Obras Públicas*, nº 2465, noviembre, pp. 481-484.
1928 "Instalaciones auxiliares llevadas a cabo para la construcción de la presa del Jándula". *Revista de Obras Públicas*, nº 2504, pp. 233-236.

MONTANER MARTORELL, Josep María

- 1987 "Tony Garnier: la anticipación de la ciudad industrial". *Annals d'Arquitectura*, nº 4, pp. 81-92.

MORALES HORTELANO, Asunción y Antonio DE LAS CASAS GÓMEZ

- 2003 "Presas y patrimonio. Situación legal y práctica". *Revista O.P. Ingeniería y Territorio*, nº 62, pp. 64-71.

MOYA, Aurora

- 1990 *Metro de Madrid 1919-1989. Setenta años de historia*. Madrid: Metro de Madrid.

NANCLARES, Fernando

- 1983 "Ignacio Álvarez Castelao". *Obradoiro* nº 8, pp. 45-51.

- NANCLARES, Fernando y Nieves RUIZ
 2014 *Lo moderno de nuevo. Arquitectura en Asturias 1950-1965.* Madrid: Lamicro.
- NAVALÓN BURGOS, Baldomero
 2010 "El papel de la energía hidroeléctrica ¿Una energía madura o con porvenir?". *Revista O.P. Ingeniería y Territorio*, nº 89, pp. 60-63
- NAVARRO VERA, José Ramón
 1999 "Estética, literatura, ingeniería: poética de la modernidad". *Revista O.P. Ingeniería y Territorio*, nº 48, pp. 96-103.
 2011 "Los ingenieros de caminos y el patrimonio de la ingeniería: de Alejandro Millán a José A. Fernández Ordóñez". *Revista O.P. Ingeniería y Territorio*, nº 92, pp. 12-19.
- NAVASCUÉS PALACIO, Pedro
 2015 "El Ingeniero y arquitecto Lucio del Valle" en NAVASCUÉS PALACIO, Pedro y Bernardo REVUELTA POL (coord.), *Ingenieros Arquitectos.* Madrid: Fundación Juanelo Turriano. pp. 95-106.
- OLALLA MARAÑÓN, Claudio y Juan Carlos DE CEA AZAÑEDA
 2008 "Tecnología de presas españolas de materiales sueltos (1996-2006)" en Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos (editor). *Las Presas en España.* Madrid. pp. 245-261.
- OSENDE, J. y E. BOLOMEY
 1967 "Presa de Arbón, Prolongación de la presa de escollera mediante inyección de los aluviones". *Revista de Obras Públicas*, nº 3028, agosto, pp. 661-674.
- OTAMENDI, Miguel
 1902 "La instalación eléctrica del Excmo. Marqués de Santillana". *Madrid Científico*, nº 376, abril.
- OTERO CERDEIRA, Adolfo
 2004 *Santuario de la Vera Cruz de San Cibran del Carballino de Antonio Palacios: apuntes sobre la construcción del Templo. O. Carballino 1942-1962.* Santiago de Compostela, Xunta de Galicia, Dirección General de Patrimonio Cultural.

PALLASMAA, Juhani

2010 *Los ojos de la piel: la arquitectura y los sentidos.*

Barcelona: Gustavo Gili.

PÉREZ LASTRA, José Antonio

1992 *Vaquero Palacios, Arquitecto.* Oviedo: Colegio Oficial de Arquitectos de Asturias.

1996 "Joaquín Vaquero Palacios: una Obra Integradora". *Arquitectos*, nº 141, pp. 44-51.

1998 "Central de Proaza" en GARCÍA BRAÑA, Celestino y FernandoAGRASAR QUIROGA (eds.), *Arquitectura Moderna en Asturias, Galicia, Castilla y León. Ortodoxia, Márgenes y Transgresiones.* Gijón: Colegio Oficial de Arquitectos de Asturias pp. 92-97

PÉREZ ROJAS, Francisco Javier

1985 "Antonio Palacios y la Arquitectura de su época". *Villa de Madrid*, nº 83, pp. 3-20.

1987 "Antonio Palacios y Joaquín Otamendi" en Ayuntamiento de Madrid (ed.), *Arquitectura madrileña de la primera mitad del siglo XX.* Madrid. pp. 93-175.

PERIS SÁNCHEZ, Diego

2015 *Miguel Fisac: arquitecturas para la investigación y la industria.* Madrid: Bubok Publishing.

PERLA, Antonio

2001 "Antonio Palacios y la cerámica: luz y color en la arquitectura" en ARMERO, Jacobo y Gonzalo ARMERO (coordinadores). *Antonio Palacios, constructor de Madrid: [exposición celebrada en el Círculo de Bellas Artes de Madrid, noviembre 2001 - enero 2002].* Madrid: La Librería. pp. 289-300.

PEYROT, Arturo

1965 *Valdecañas.* Bilbao: Hidroeléctrica Española.

PHILLIPS, Alan

1993 *Arquitectura industrial.* Barcelona: Gustavo Gili.

PICO, José Luis

1963 "Decoraciones escultóricas para dos centrales eléctricas en Asturias". *Arquitectura COAM* nº 60, diciembre, pp. 54-59.

PRAT ORTELLS, Jaume

2010 "La Iglesia de Canfranc. Un lección viva del uso de la madera en arquitectura de Miguel Fisac". *Boletín de*

Información Técnica AITIM, nº 263, enero - febrero, pp. 6-10.

REBOLLO, Arturo

- 1967 “Presa de Susqueda. El proyecto”. *Revista de Obras Públicas*, nº 3028, agosto, pp. 777-792.
- 1969 “El tratamiento y la comprobación de la cimentación en la presa bóveda de Susqueda”. *Revista de Obras Públicas*, nº 3056, diciembre, pp. 967-986.
- 1970(a) “El comportamiento inicial de la presa de Susqueda”. *Revista de Obras Públicas*, nº 3067, noviembre, pp. 1071-1087.
- 1970(b) “El comportamiento inicial de la presa de Susqueda. Segunda parte”. *Revista de Obras Públicas*, nº 3068, diciembre, pp. 1185-1198.
- 1971 “El comportamiento inicial de la presa de Susqueda. Tercera parte”. *Revista de Obras Públicas*, nº 3069, enero, pp. 27-48.
- 1972 *La presa bóveda de Susqueda: proyecto, construcción y comportamiento*. Madrid: Instituto Eduardo Torroja.
- 1987 “El comportamiento de la presa de Susqueda durante el primer decenio. Hasta 1980”. *Revista de Obras Públicas*, nº 3257, abril, pp. 213-242.
- 1992 “El comportamiento de la presa de Susqueda durante su segundo decenio: 1981-1990”. *Revista de Obras Públicas*, nº 3315, noviembre, pp. 15-39.

RODA LAMSFUS, Paloma de

- 2007 *Miguel Fisac, Apuntes y viajes*. Madrid: Scriptum.

ROCHA ARANDA, Óscar Da

- 2009 *El modernismo en la arquitectura madrileña. Génesis y desarrollo de una opción ecléctica*, Madrid, CSIC.

ROMERO, Fernando

- 1987 “Centrales en el río Jándula y Encinarejo”. *Guadalquivir*, nº 6.

SÁENZ RIDRUEJO, Clemente

- 1999 “Ríos, presas, canales...”. *Revista O.P. Ingeniería y Territorio*, nº 49, pp. 12-23.

SÁENZ RIDRUEJO, Fernando

- 2008 "Ingenieros de presas" en Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos (editor). *Las Presas en España*. Madrid. pp. 409-424.

SÁNCHEZ I VILANOVA, Llorenç

- 1996 *La aventura hidroeléctrica del valle de Capdella*. Barcelona: Fuerzas Eléctricas de Cataluña S.A.

SÁNCHEZ LÁZARO, Teresa

- 1999 "Casto Fernández-Shaw. Arquitectura para el transporte. 1929-1958". *Revista de Obras Públicas*, nº 3385, marzo, pp. 47-54.

SANCHO REBOLLIDA, Conrado

- 1970 "El aprovechamiento hidroeléctrico de bombeo del salto de Ip". *Revista de Obras Públicas*, nº 3061, mayo, pp. 553-562.

SAN MARCOS ESPINOSA, Juan Ignacio y Julio SIÑERIZ TRIVIÑO

- 1983 *Ignacio A. Castelao, Arquitecto [catálogo exposición]*. Oviedo: Colegio Oficial de Arquitectos de Asturias.

SANT'ELIA, Antonio

- 1914 *Manifiesto por una Arquitectura Futurista*. Milán.

SCHNITTER, Nicholas J.

- 2000 [1994] *Historia de las presas: las pirámides útiles*. Madrid: Colegio Oficial de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.

SEBASTIÁ TALAVERA, Jordi

- 2007 *La belleza industrial. Historia de la fábrica y su estética*. Valencia: Fundación Bancaja.

SIN AUTOR

- 1916 "Inauguración de la Central Hidroeléctrica de Mengíbar por S.M. el Rey". *Revista de Obras Públicas*, nº 2151, diciembre, pp. 637-639.

SIN AUTOR

- 1957 "Aprovechamiento hidroeléctrico del río Navia". *Informes de la Construcción* nº 88, febrero, pp 59-68

SMITH, Norman A. F.

- 1992 [1970] *The heritage of Spanish dams*. Madrid: Colegio Oficial de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.

SOBRINO SIMAL, Julián

- 1989 *Arquitectura industrial en España: (1830-1990).*
Madrid: Banco de Crédito Industrial.
- 1996 *Arquitectura industrial en España: 1830-1990.*
Madrid: Cátedra.
- 1998 *Arquitectura de la Industria en Andalucía.* Sevilla:
Instituto de Fomento de Andalucía.
- 1999 "Casto Fernández-Shaw ¡Un arquitecto que proyecta presas!", en CABRERO GARRIDO, Félix y María Cristina GARCÍA PÉREZ. *Casto Fernández-Shaw, Arquitecto sin fronteras. 1896-1978.* Madrid: Electa.
pp. 34-50.

SUÁREZ ANTUÑA, Faustino

- 2008 *Análisis Geográfico y Patrimonio Industrial.* Gijón:
CICEES, INCUNA.

TEMES GONZÁLEZ DE RIANCHO, Vicente

- 1954 "La arquitectura en los aprovechamientos hidroeléctricos". *Revista Nacional de Arquitectura,* nº 147, marzo.

TIELVE GARCÍA, Natalia

- 2007 *El Salto de Grandas de Salime. Arte e Industria.*
Gijón: CICEES.
- 2009 *Arquitectura Moderna en la Central de Soto de Ribera. La obra de Ignacio Álvarez Castelao y Carlos Fernández Casado.* Gijón: CICEES.
- 2011 "Arte, diseño y arquitectura industrial en la labor de Joaquín Vaquero Palacios (1900-1998)". *NORBA, Revista de Arte.* vol. XXXI. pp. 111-131.

TIETZ, Jürgen

- 2008 *Historia de la Arquitectura Moderna.* Berlín: H f Ullmann.

TORÁN PELÁEZ, JOSÉ

- 1964 "Las grandes presas en España. Síntesis, 1964".
Revista de Obras Públicas, nº 2988, pp. 9-16.

TUSELL, Javier

- 1996 *La dictadura de Franco.* Madrid: Ediciones Altaya.

USÓN GUARDIOLA, Ezequiel

- 2004 *La estación internacional de Canfranc.* Barcelona:
Ambit.

VALERO BERMEJO, Gregorio

- 1961 "Centrales subterráneas españolas". *Revista de Obras Públicas*, nº 2954, junio, pp. 402-406.

VAQUERO PALACIOS, Joaquín

- 1970 "La central de Proaza". *Arquitectura COAM*, nº 137, mayo, pp. 54-57.

VAQUERO PALACIOS, Joaquín y Joaquín VAQUERO TURCIOS

- 1956 "Mural en la presa de Salime". *Revista Nacional de Arquitectura* nº 169, enero, pp. 16-20.

VAQUERO TURCIOS, Joaquín

- 1995 *Maestros subterráneos*. Madrid: Celeste.

VALLARINO CÁNOVAS DEL CASTILLO, Eugenio

- 2006 [1991] *Tratado básico de presas*. 6^a ed. Madrid: Colegio Oficial de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.

VITTORINI, R.

1998. "L'architettura delle centrali tra classicismo e funzionalismo". En PAVIA, Rosa (ed.). *Paesaggi elettrici, territori, architetture, culture*. Venecia: Marsilio.

VICENS GÓMEZ-TORTOSA, J. A. Y J. HERNÁNDEZ RUBIO

- 1949 "Los nuevos aprovechamientos hidroeléctricos de Almoguera y Zorita de los Canes, sobre el río Tajo". *Revista de Obras Públicas*, nº 2807, marzo, pp. 115-124.

WESTON, Richard

- 2008 *Materiales, forma y arquitectura*. Barcelona: Blume.

YORDI DE CARRICARTE, Luciano

- 1951 "Presa del Tambre". *Revista de Obras Públicas*, nº 2838, octubre. pp. 481-490.
- 1954 "Posibilidades industriales de Galicia". *Revista de Obras Públicas*, nº 2866, febrero, pp. 58-74.
- 1964 "Presa de Belesar. Bóveda de doble curvatura de hormigón en masa". *Revista de Obras Públicas*, nº 2988, abril, pp. 291-311.
- 1973 "Filosofía del emplazamiento de las presas de embalse". *Revista de Obras Públicas*, nº 3098, junio. pp. 581-592.

**FUENTES
DOCUMENTALES
Y DE INTERNET**

- Archivo General de la Administración Civil del Estado
- Biblioteca Nacional
- Hemeroteca ABC
- Hemeroteca Nacional
- Archivo Canal de Isabel II
- Revista de Obras Públicas
- Revista Guadalquivir. Compañía Sevillana de Electricidad
- Fundación Miguel Fisac
- Fundación Miguel Aguiló
- Inventario del Patrimonio Industrial y la Obra Pública de Aragón
- Plan Nacional de Patrimonio Industrial (IPCE)
- Fototeca del IPCE
- Seprem: Sociedad Española de Presas y Embalses
- Archivo No-Do
- Instituto Nacional de Industria (INI)
- Gaceta de Madrid. Boletín Oficial del Estado
- Semanario Blanco y negro
- Cuadernos de Historia del Guadalquivir
- Archivos y bibliotecas de los Colegios Oficiales de Arquitectos e Ingenieros de Madrid, Asturias, Andalucía, Galicia, Aragón, etc.
- Bibliotecas de las Escuelas de la Universidad Politécnica de Madrid: Arquitectura, Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Ingenieros de Minas, Ingenieros de Montes...
- Fundación DoCoMoMo Ibérico: registro de la industria.
- Archivo de los Ministerios de Fomento y de Medio Ambiente.
- Archivo de Ediciones La Librería.
- Instituto Eduardo Torroja.
- Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico

- Archivos de las principales empresas energéticas españolas: Endesa, Electra de Viesgo, Hidroeléctrica del Cantábrico, Iberdrola, Gas Natural Fenosa, etc.
- Archivos personales de los Arquitectos e Ingenieros estudiados: Joaquín Vaquero Palacios, Casto Fernández-Shaw, Antonio Palacios, Ignacio Álvarez Castelao, Arturo Rebollo, etc.

<http://www.edpenergia.es/es/>

<http://www.endesa.com/es/home>

<http://www.accionia.com/es/>

<http://www.gasnaturalfenosa.es/>

<http://www.viesgo.com/es/>

<http://www.chcantabrico.es/>

<http://www.chduero.es/>

<http://www.chebro.es/>

<http://www.chguadalquivir.es/>

<http://www.chj.es/es-es/Organismo/Paginas/Organismo.aspx>

<http://www.chminosil.es/es/>

<http://www.chsegura.es/chs/index.html>

<http://www.chtajo.es/Paginas/default.aspx>

<http://www.chguadiana.es/>

<http://aeternitas-numismatics.blogspot.com.es/>

<http://www.arquitecturaeindustria.org/>

<http://www.rtve.es/filmoteca/no-do/>

<http://www.iaph.es/web/>

<http://www.cuadernosdehistoria.org>

<http://www.arqueologiapatrimonioindustrial.com/>

<http://www.embalses.net/>

<http://www.seprem.es/>

<https://www.youtube.com/watch?v=tM25PTH9mJQ>

(“La Presa”: cortometraje documental dirigido por Jorge Rivero en el año 2009, relata la construcción de la presa de Grandas de Salime, a través de los recuerdos de Joaquín Vaquero Turcios)

Anejos y Apéndices documentales

ANEJOS

- Fichas de centrales hidroeléctricas
 - Reportajes fotográficos
 - Cuaderno de visitas
-
- 01.Bolarque
 - 02.Mengíbar
 - 03.Tambre
 - 04.El Carpio
 - 05.Jándula
 - 06.Encinarejo
 - 07.Alcalá del Río
 - 08.Grandas de Salime
 - 09.Miranda
 - 10.Proaza
 - 11.Tanes
 - 12.Arenas de cabrales
 - 13.Silvón
 - 14.Arboñ
 - 15.Aguilar de Campoo
 - 16.Belesar
 - 17.Susqueda
 - 18.Ip

APÉNDICES DOCUMENTALES

- Documentación inédita aportada
 - 01.Bolarque (no ha sido posible su localización)
 - 02.Mengíbar
 - 03.Tambre (no ha sido posible su localización)
 - 04.El Carpio
 - 05.Jándula (no se ha encontrado documentación inédita)
 - 06.Encinarrejo (no se ha encontrado documentación inédita)
 - 07.Alcalá del Río
 - 08.Grandas de Salime
 - 09.Miranda
 - 10.Proaza
 - 11.Tanes
 - 12.Arenas de cabrales
 - 13.Silvón
 - 14.Arбón
 - 15.Aguilar de Campoo
 - 16.Belesar (no se ha encontrado documentación inédita)
 - 17.Susqueda (no se ha encontrado documentación inédita)
 - 18.Ip
- Fichas del Registro del Patrimonio Industrial de la Fundación Docomomo Ibérico
 - Jándula (AND.1.0)
 - Grandas de Salime (AST.4.0)
 - Arenas de cabrales (AST.6.0)
 - Silvón (AST.8.0)
 - Miranda (AST.10.0)
 - Arбón (AST.17.0)
 - Proaza (AST.18.0)
 - Susqueda (CAT.15.0)

Anejos

Fichas de centrales hidroeléctricas

CENTRAL DE BOLARQUE

Localización: Río Tajo, Guadalajara

Arquitecto: Manuel Ruiz Senén

Ingeniero: Juan Ron.

Presa y Central hidroeléctrica: 1907-1910

Ubicación: alejado de la presa, sobre el río.

Altura de la presa: 24 metros

Unión Eléctrica Madrileña

Gestionada actualmente por Gas Natural Fenosa

Visita realizada el 22 de febrero de 2013



Arriba: Vista general de la central situada al lado del río

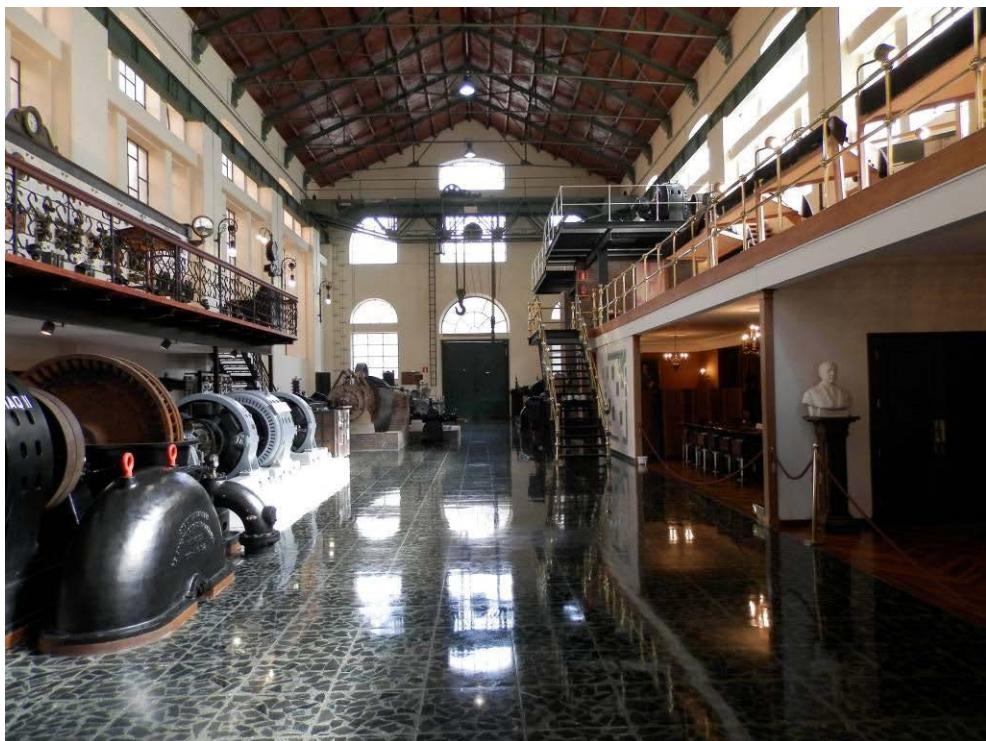
Izquierda: Fachada clasicista de entrada a la central

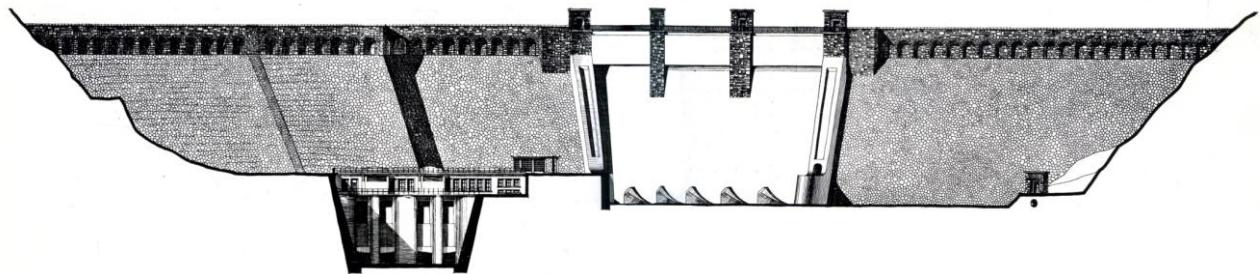
Derecha: Detalle de farola exterior

Abajo izquierda: Interior de la central, actualmente convertido en museo de la electricidad, sólo puede visitarse bajo cita previa



Abajo derecha: Detalle de las lámparas de forjado de diseño florido





Arriba: Vista general de la presa de Bolarque aguas abajo. En 1950 se recrece 10 metros sobre la cota original

Alzado de la presa de Bolarque ya recrecida. El añadido, de marcado carácter historicista, con unos arcos de ladrillo rojo de medio punto en toda la coronación, resulta bastante adecuado por el entorno y la elección del material

Descripción: El edificio de la central es una construcción separada de la presa varios centenares de metros. Se trata de un edificio de ladrillo con amplios ventanales y zócalo de piedra típico de la arquitectura industrial de principios del siglo XX con ciertas referencias al estilo neomudéjar. Los interiores son diáfanos y luminosos y el solado es de baldosa hidráulica con pizarra hecha in situ. Las cubiertas son cerchas metálicas roblonadas con techo de madera. Destaca el cuidado diseño de los detalles como las puertas, los tiradores, las lámparas, etc.

Estado de conservación: La central estuvo en funcionamiento hasta que se decidió el recrecimiento de la presa y también por motivos de seguridad puesto que la central se había inundado en varias ocasiones por las avenidas. En ese momento se clausuró y continuó en estado de semiabandono hasta que en 1977 se reabrió como Museo de la Electricidad. Allí se trasladaron piezas antiguas de otras centrales así como recuerdos fotográficos y documentos de la compañía Unión Eléctrica, actualmente fusionada dentro de la matriz Gas Natural Fenosa. El estado de conservación actual es muy bueno porque se mantiene gracias a su uso como museo, aunque por otro lado ha perdido parte de su encanto original al haber sido extraída la maquinaria.

CENTRAL DE MENGÍBAR

Localización: Río Guadalquivir, Mengíbar, Jaén
Arquitecto: Antonio Palacios Ramilo.

Ingeniero: Carlos Mendoza.

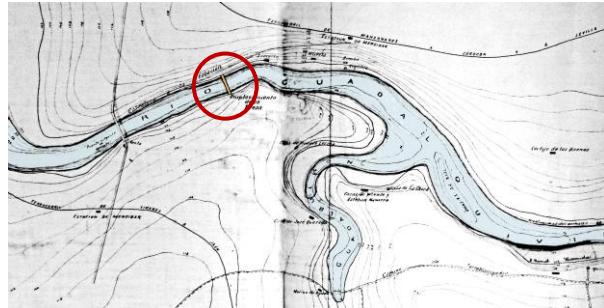
Presa y Central hidroeléctrica: 1913-1916

Ubicación: junto a la presa, sobre el río.

Altura de la presa: 8 metros.

Mengemor Gestionada actualmente por Endesa

Visita realizada el 24 de agosto de 2012



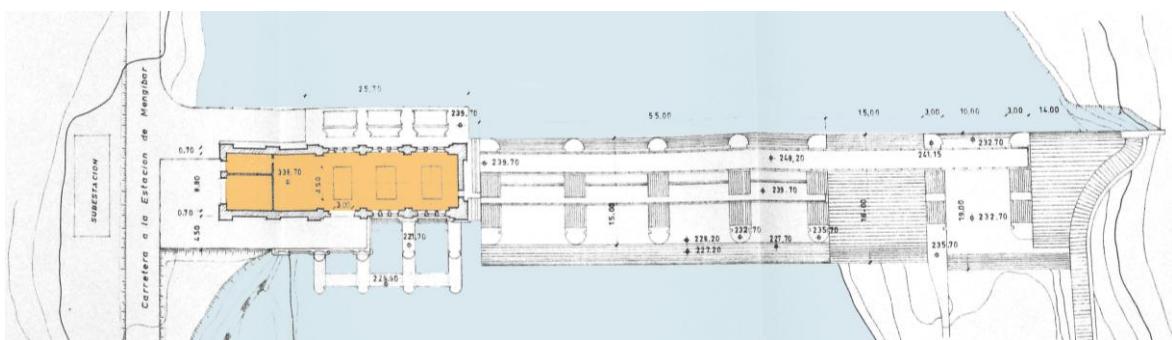
Arriba: Planta de situación [Archivo de Endesa]

Derecha: Interior de la sala de máquinas

Abajo: Detalle de escalera original de forja

Más abajo: Vista general de presa de compuertas sobre el río. Al fondo puede verse la central. En primer término, ampliación de la presa llevada a cabo en 1963, en la que se añadió un aliviadero más para paliar las crecidas del río





Arriba: Vista exterior del edificio de la central aguas abajo. Abajo: Planta general del conjunto de la presa y la central. La puerta de la fachada oeste de la central aún no había sido cegada. [Archivo de Endesa en Linares]

Descripción: El edificio se concibe alineado y como prolongación del conjunto de compuertas troncocónicas de los aliviaderos de la presa. El ritmo estructural modula la fachada y cada paño es subdividido en dos y tres partes que resaltan la verticalidad de los huecos, manifestando en fachada la gran altura del espacio interior y su carácter industrial. La decoración es de líneas limpias y armoniza con la configuración del conjunto. Se potencia el volumen de las esquinas y los machones de los parteluces ejecutándolos con fábrica regular de sillares de piedra y realizándose los entrepaños con mampostería concertada.

Estado de conservación: En origen, la central fue concebida y construida como dos volúmenes, el de oficinas, talleres y sala de mandos, con dos alturas, y la nave de turbinas, de mayor desarrollo longitudinal y de altura inferior, y ambas con entradas separadas, una en el frente principal y la otra en el lateral. Sin embargo, en 1963, se eliminó la puerta lateral y las dos alturas de la sala de mandos, de tal manera que actualmente el espacio interior es único, diáfano y fluido, aunque por el contrario ha dejado de entenderse por qué una de las piezas es sensiblemente más alta que la otra, pese a que las cubiertas quedan ocultas tras los petos de cornisa y los testeros. En esta reforma también se cambió el sistema de producción por turbinas inundadas, de modo que las salas destinadas al mantenimiento y acceso a las mismas fueron desmanteladas y se sustituyó el suelo y los alicatados originales.

CENTRAL HIDROELÉCTRICA DE TAMBRE

Localización: Río Tambre, Noia, A Coruña.

Arquitecto: Antonio Palacios Ramilo.

Presa: Barrié de la Maza (1951). Ingeniero Luciano Yordi.

La toma de agua original se hacía a través de un azud de derivación de 7 m. de altura sobre el río

Central hidroeléctrica: 1924

Ubicación de la central: 7 km. río abajo de la presa

Desnivel: entre el embalse y la central de 100 metros

Empresa: Sociedad General Galega de Electricidad

Gestionada actualmente por Gas Natural Fenosa

Visita realizada el 20 de agosto de 2013



Arriba: Detalles de elementos del interior de la central: barandilla metálica de forja y alicatados de paredes y suelo

Derecha: Fotografía de la central vista desde la cámara de carga, con las tuberías de conducción en primer término

Derecha abajo: Alzado rectificado de un módulo de fachada (orientación Este)

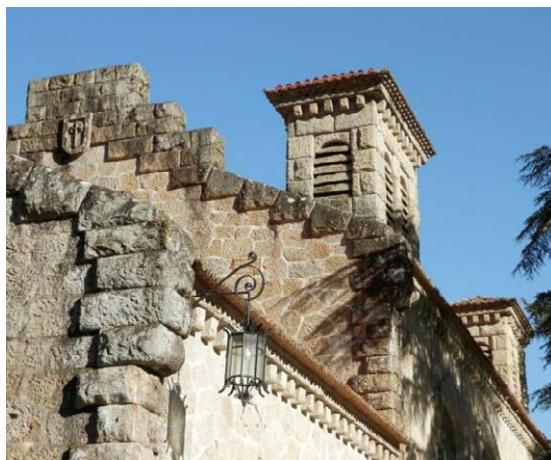
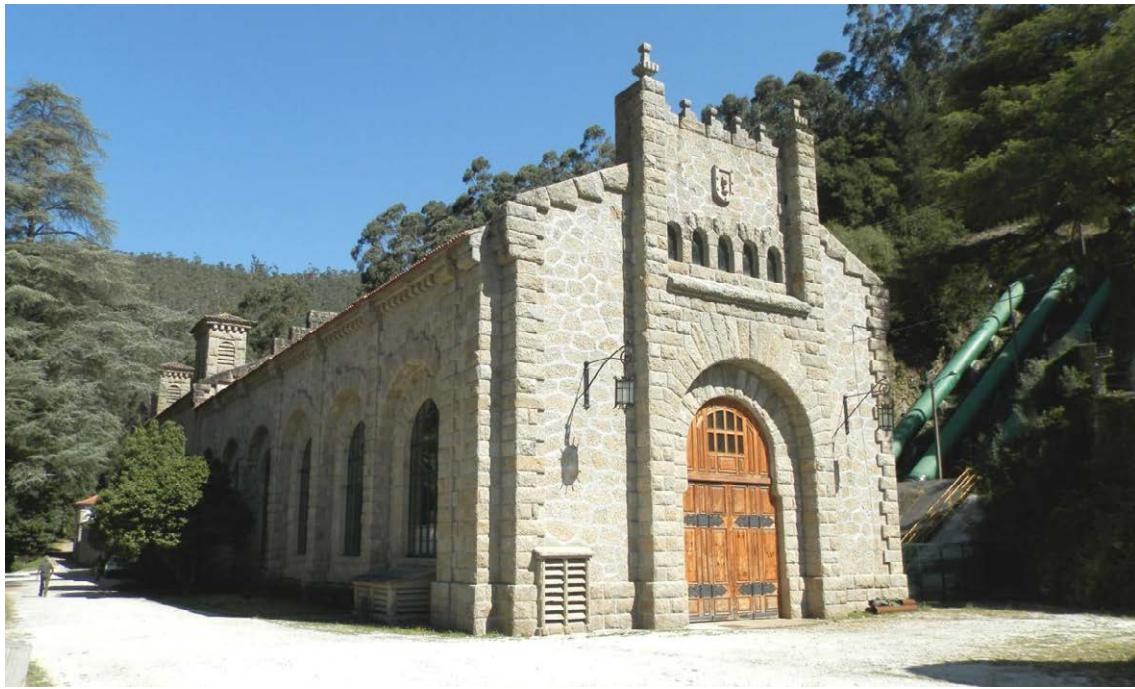
Abajo: Planta de situación [2010. Declaración Ambiental Central de Tambre-Ulla, p. 16. Gas Natural Fenosa]



Se trata de un edificio situado en plena naturaleza, en un meandro del río y rodeado por un espectacular paisaje de ribera y bosque atlántico.

La potencia de la piedra autóctona queda perfectamente reflejada en sus paramentos ásperos y duros. Parece que la fábrica fuera una continuación de la roca viva que se extiende en la montaña detrás de la central.





Arriba: Vista exterior del edificio de la central con las tuberías de conducción a la derecha. Abajo izquierda: Detalle de la fábrica exterior. En segundo término se pueden ver las torres de ventilación de los transformadores. Abajo derecha: Interior, sala de máquinas. Puede apreciarse la luminosidad del espacio.

Descripción: El aspecto general del edificio está más relacionado con una tipología religiosa (ermita o iglesia neorrománica), que fabril. El lenguaje historicista y regionalista se puede apreciar en el uso de la piedra autóctona casi sin tratar, las referencias a la arquitectura vernácula local (ventanas geminadas, arcos de medio punto, cornisas jaqueadas, o incluso la construcción de un balcón tradicional gallego para la salida de los cables transformadores), o la composición de elementos en la fachada principal. Los interiores destacan por su luminosidad. Se trata de espacios diáfanos, de líneas puras y mínima decoración

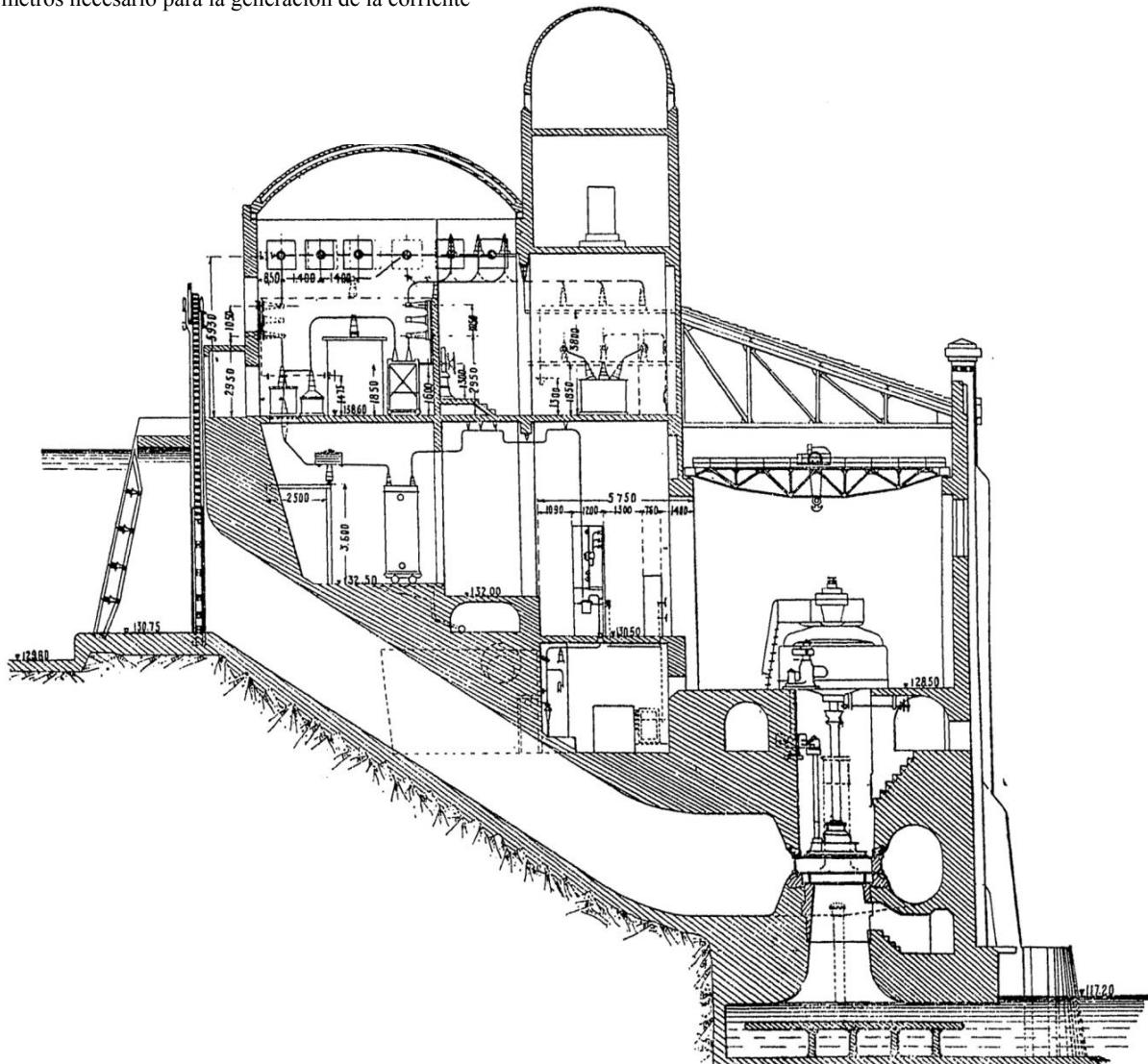
Estado de conservación: Se encuentra en buen estado de conservación gracias a que actualmente aún se utiliza como central hidroeléctrica y el mantenimiento es constante. Se han hecho algunas reformas que afectan sobre todo al interior: sustitución del suelo original hexagonal al cambiar los grupos de turbinas de 3 a 4 (en los años 40 del siglo pasado), cerramiento con un panel imitando madera de la sala de control (debido al ruido que generaban las turbinas), y renovación de las ventanas. Además, algunos espacios, como el centro de transformación, han perdido su uso. Las reformas no han alterado sustancialmente la imagen original (al menos exteriormente), del edificio.

CENTRAL HIDROELÉCTRICA DE EL CARPIO

Río Guadalquivir, El Carpio, Córdoba
Casto Fernández-Shaw y Carlos Mendoza (ingeniero)
Central: 1920-1922
Fecha declaración BIC: 29 de julio de 2003
Ubicación de la central junto al río
Altura de la presa: 20 metros
Mengemor, Gestionada actualmente por Endesa
Visita realizada el 22 de agosto de 2012

Derecha: vista de la central aguas abajo

La central y la presa no se encuentran situadas una junto a la otra, de tal manera que se aprovecha el giro del río en un acusado meandro para emplazarlas separadas 1 km. una respecto a la otra, unidas por un canal con una pendiente del 1,5 %. Dentro de la central se produce el salto de más de 25 metros necesario para la generación de la corriente



Sección transversal de la central hidroeléctrica de El Carpio.

Fuente: Archivo Endesa



Arriba: vista de la fachada aguas debajo, con la escultura del elefante de vapor en primer término
Abajo izquierda: detalle de la barandilla de remate de la cubierta. Abajo derecha: detalle de cúpula

Descripción: Se trata de un edificio de corte historicista que trata de asemejarse a una arquitectura mudéjar: petos de remate almenados, arcos de herrería, huecos geminados, cúpulas... todos estos elementos se combinan para dar una imagen de fortaleza árabe, de alcazaba. La fábrica, de bloques de hormigón, imita el despiece de sillería de la piedra caliza. En la sección transversal podemos apreciar cómo los espacios se relacionan entre sí en un continuo fluido que actualmente se ha perdido debido a cuestiones de seguridad. En la construcción de la central colaboró el escultor Juan Cristóbal, que realizó una cabeza de elefante situada en la fachada aguas abajo debajo de un pequeño balcón. Como decía Casto: “simbolizaría la energía de los 10.000 caballos de fuerza de la central, sería una nueva medida, el elefante de vapor”

Estado de conservación: Se encuentra en un aceptable estado de conservación gracias a que actualmente aún se utiliza como central hidroeléctrica y el mantenimiento es constante. En el año 2002 por motivo de un rayo de una tormenta eléctrica, la central sufrió un incendio y quedó totalmente destruida por dentro. La envolvente aguantó, así como las cerchas de la cubierta y los forjados, pero los acabados y todo el material desaparecieron. Actualmente se está reestructurando la antigua sala de alternadores para crear un museo de la electricidad y de la historia de Endesa

PRESA Y CENTRAL DE JÁNDULA

Río Jándula, Andújar, Jaén

Casto Fernández-Shaw y Carlos Mendoza (ingeniero)

Central: 1927-1930

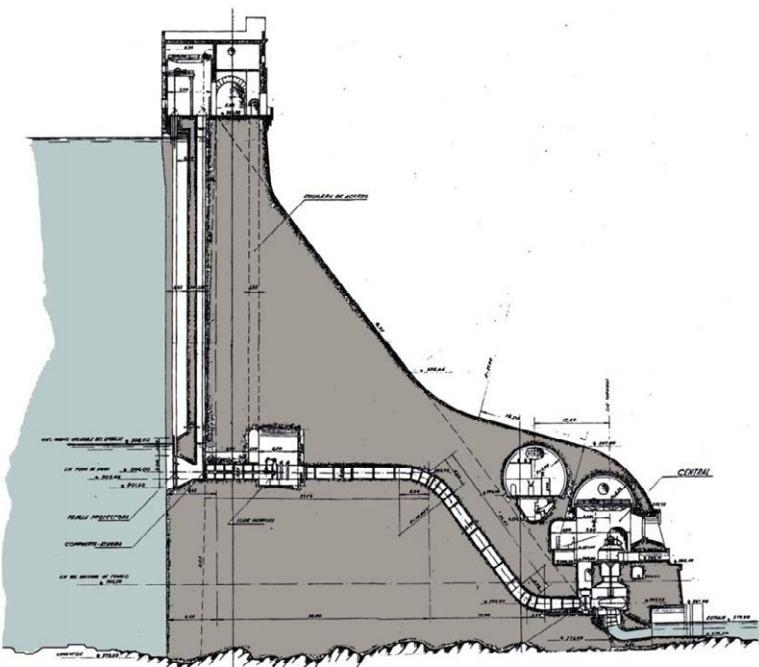
Fecha declaración BIC: 26 de febrero de 2006

Ubicación de la central pegada la presa

Altura de la presa: 90 metros

Mengemor, Gestionada actualmente por Endesa

Visita realizada el 23 de agosto de 2012

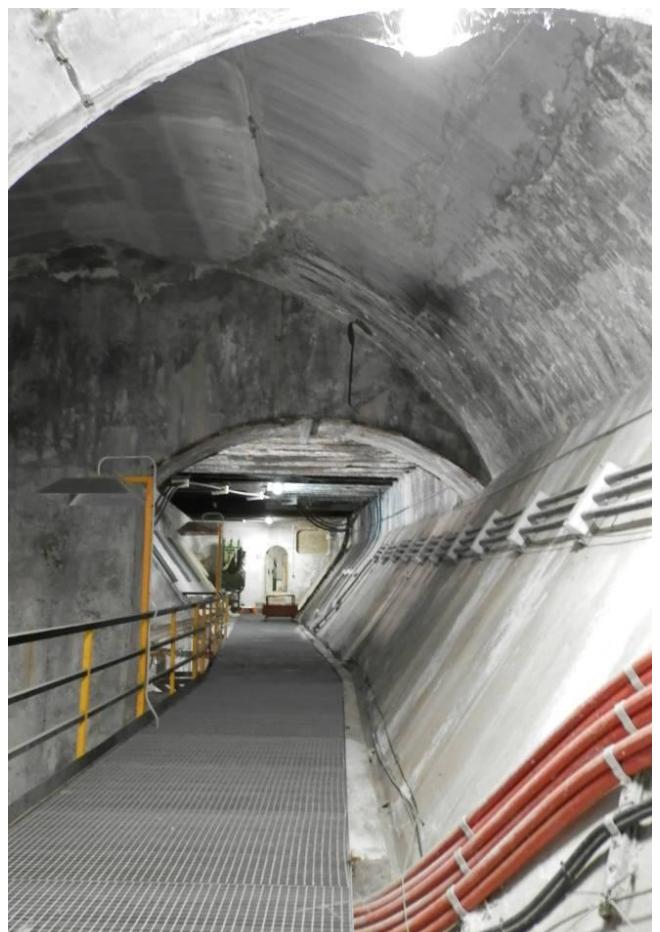


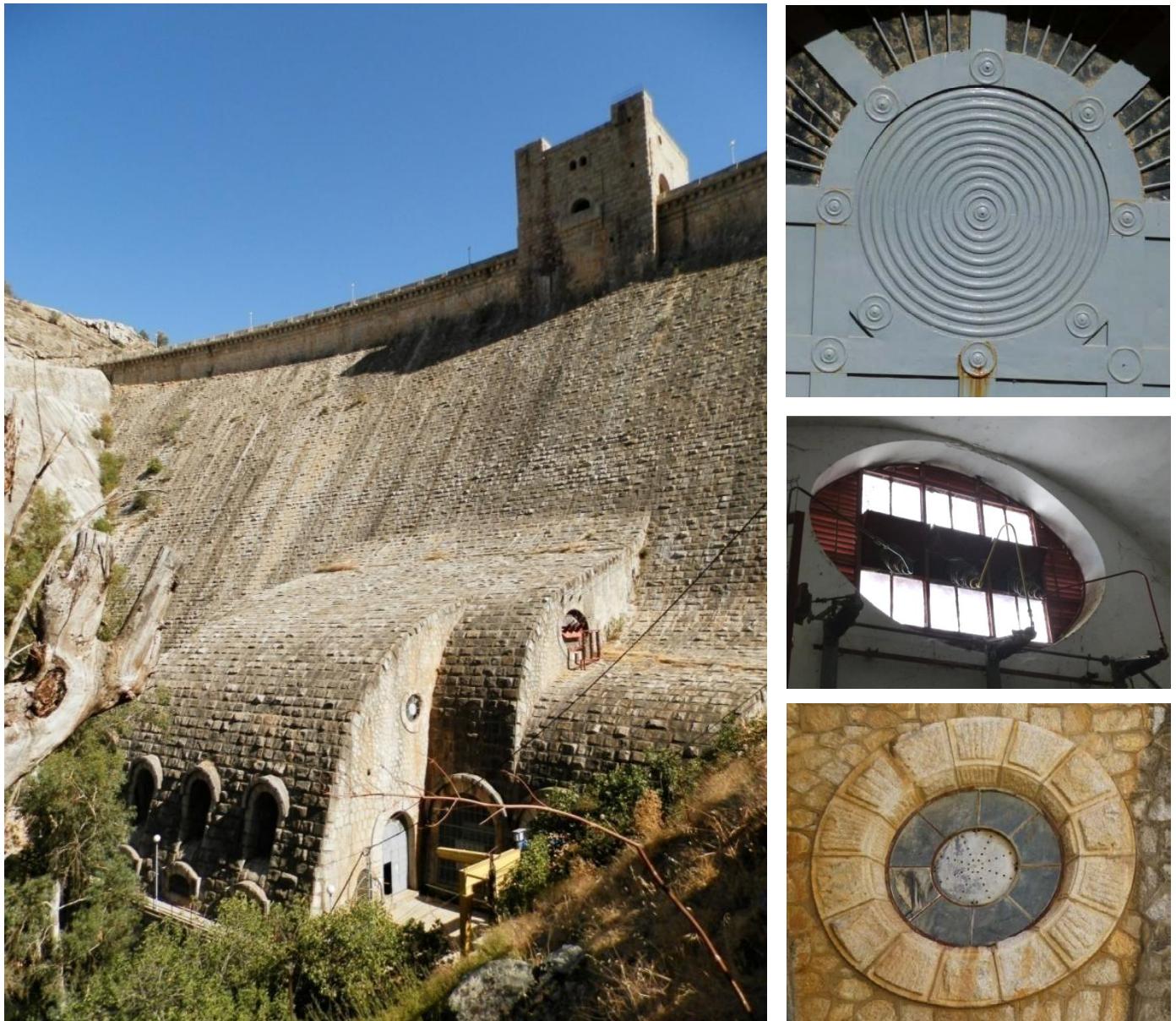
Arriba: sección transversal de la presa por la central [Archivo Endesa]

Arriba derecha: sala de máquinas de la central. El espacio es extremadamente estrecho y angosto, medido al milímetro

Derecha: sala de transformadores. Da la sensación de estar dentro de un espacio abandonado e inabarcable, casi laberíntico

Abajo: las "formas hidrodinámicas" de Casto son curvas que se solapan generando una extraordinaria sensación de movimiento





Arriba: vista de la presa aguas abajo. Puede apreciarse la diferencia entre el castillete historicista de la coronación y el mundo expresionista de la central

Arriba derecha: detalles de elementos curvos, recurrentes en la arquitectura de Casto Fernández-Shaw

Descripción: Auténtica obra de autor, esta presa será largamente recordada por su central a pie del muro y pegada literalmente a la fábrica; y por haber acuñado el término "forma hidrodinámica" para referirse a las curvas de la cubierta de la central que se funden con la pared de la presa, de gravedad con planta curva. En la coronación de la misma el lenguaje es, de manera similar a El Carpio o Alcalá del Río, sumamente historicista. Por eso sorprende más cuando, después de ver desde lejos el castillo de la torre de toma, uno llega a asomarse al precipicio y encuentra allá abajo, como en los infiernos, una arquitectura de semejante audacia y atrevimiento.

Estado de conservación: Se encuentra en un estado de conservación bastante precario. Pese a haber sido declarado BIC, las obras de mantenimiento son escasas y tienden a dañar la integridad espacial del edificio. Si bien por fuera el aspecto es bueno, por dentro se acumulan herramientas entre el desorden, la humedad, los desconchones, las grietas y el salitre del agua filtrándose por las paredes. Es muy palpable en algunas estancias, que casi no se utiliza, la sensación de estar en un lugar abandonado y lúgrube.

PRESA Y CENTRAL DE ENCINAREJO

Río Jándula, Andújar, Jaén

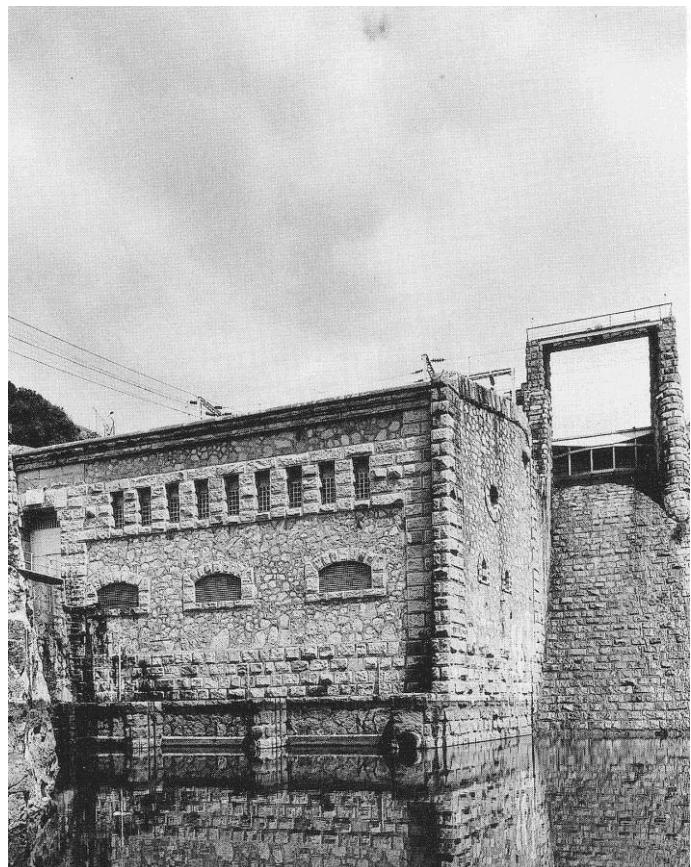
Casto Fernández-Shaw con Carlos Mendoza,
Antonio del Águila y Rafael Benjumea (ingenieros)
Central: 1927-1930

Ubicación de la central pegada a la presa

Altura de la presa: 30 metros

Mengemor, Gestionada actualmente por Endesa

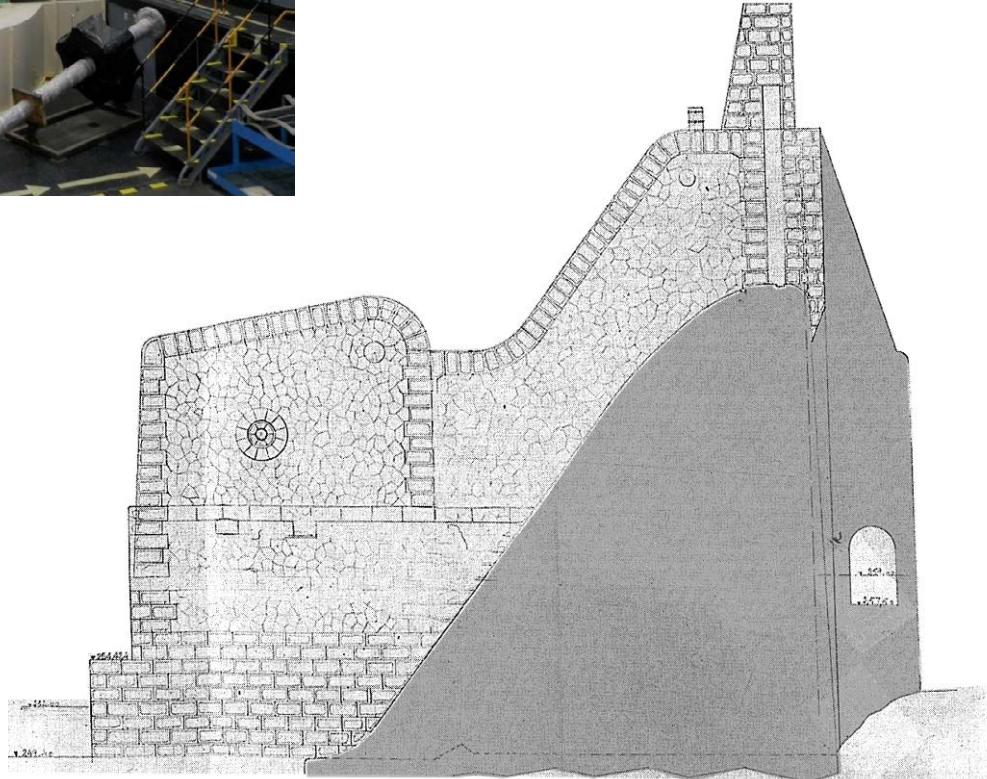
Visita realizada el 23 de agosto de 2012

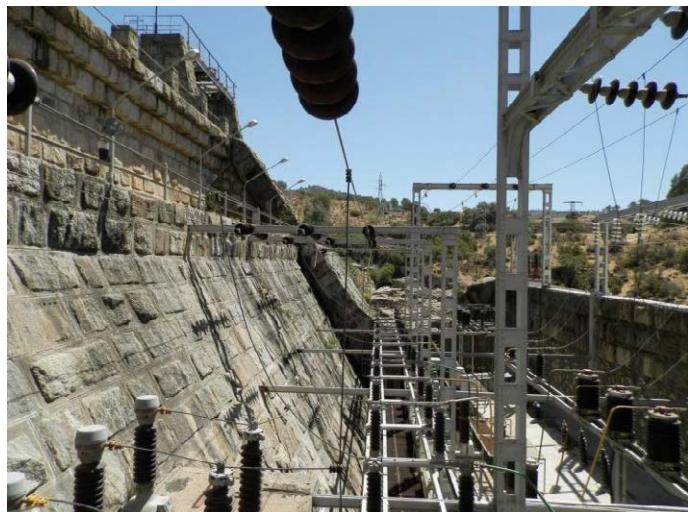


Arriba derecha: vista de la central aguas abajo. El aspecto exterior es muy parecido a un molino, sobre todo por las ventanas en forma de socaz de la planta de alternadores [Archivo Endesa]

Arriba: vista interior de la sala de máquinas de la central. Por dentro el edificio es más anodino

Derecha: sección coloreada de la presa. Al fondo se pueden apreciar las formas curvas de la central y su unión con la presa





Arriba: vista de la presa y la central aguas abajo. Se puede apreciar la proporción descompensada entre uno y otro
Abajo izquierda: en el encuentro entre central y presa se sitúa la subestación en intemperie.

Abajo derecha: sala de turbinas, con la cubierta en forma de bóveda de cañón. De nuevo las formas curvas.

Descripción: Construido al mismo tiempo que Jándula, aguas abajo del río para aprovechar los excedentes del embalse superior, la central de Encinarejo se vuelve pequeña ante el larguísimo muro de la presa, aunque el edificio es una mole de considerables dimensiones. Su aspecto externo oscila entre la fábrica de carácter másico más propia de una arquitectura historicista (en su fachada principal) y el lenguaje simbólico y futurista de su fachada lateral, más semejante a un submarino varado. De nuevo Casto juega al doble juego de las referencias y la búsqueda de la sorpresa en el espectador. El interior es bastante frío y seguramente sobredimensionado.

Estado de conservación: Al igual que Jándula, Encinarejo adolece de una falta de mantenimiento bastante grave, acusada en este edificio porque mientras en Jándula hay operarios, esta central ha sido automatizada completamente y allí no hay personal fijo en puesto de mando. La parte trasera, la que está en contacto con la presa y aloja la subestación en intemperie es la que se encuentra en peor estado, necesitando una limpieza y reforma urgentes.