G+I_PAI AULA DE FORMACIÓN: GESTIÓN E INTERVENCIÓN EN EL PATRIMONIO ARQUITECTÓNICO E INDUSTRIAL

SEMINARIO INTERNACIONAL G+I_PAI

3

Volumen I Actas

ENERGIA/ENERGY

INFRAESTRUCTURAS Y PATRIMONIO INDUSTRIAL

POLITÉCNICA

E.T.S. ARQUITECTURA /// E.T.S.DE INGENIEROS INDUSTRIALES /// U.P.M.

2016

ENERGIA

III SEMINARIO INTERNACIONAL SOBRE PATRIMONIO DE LA ARQUITECTURA Y LA INDUSTRIA

INFRAESTRUCTURAS Y PATRIMONIO INDUSTRIAL

III Seminario internacional G+I PAI.
"Energia" Infraestructuras y patrimonio industrial.

Edita: Aula de Formación: Gestión e Intervención en el Patrimonio Arquitectónico e Industrial.
ISBN: 978-84-617-8812-5
Fecha: 8/06/2016
Diseño y Maquetación: Álvaro Bachiller García / Jose Gabriel Bernabé

La presente publicacion contiene tres tipos de textos diferentes que suponen tres criterios de evaluación distintos. Aquellos que reflejan la conferencias invitadas por la coordinacion del Seminario del Aula G+I_PAI, los que son comunicaciones remitidas segun la condiciones de su "Call for papers" y que fueron evaluados por pares ciegos en un doble filtro -tanto en sus resumenes como en su texto definitivo- por el Comite Científico, aprobados y presentados públicamente, y aquellos que finalmente correspnden a la Convocatoria del Premio para la promocion de estudios en el Patrimonio Industrial y que fueron especificamente evaluados por un tribunal establecido al efecto

ÍNDICE

Introducción 1

Ponencias 5

Atlas de los paisajes de la energía 7
Rodrigo de la O / Concha Lapayese

Intervenir en centrales eléctricas: Valorar la identidad, respetar el paisaje. El sistema hidroeléctrico de Capdella. El conjunto productivo de la central térmica de la MSP en Ponferrada 17
Antoni Vilanova Omedas

Energía y poder. Historizando la Red Eléctrica Mundial 45
Marion Steiner

Límites y posibilidades de los paisajes industriales. El reto de planear el patrimonio 79
Esperanza Marrodán Ciordia

Comunicaciones

Sesión 01 101

Aprovechamiento hidroeléctrico: el salto del Molinar. Cuenca del Júcar. Villa de Ves. 1910. Paradigma de modernidad y avances técnicos en la península ibérica 103
Rocío Piqueras Gómez

De cómo un embalse contribuyó a afianzar la política agroindustrial mexicana y a modificar el paisaje comarcano: La presa Calles 123
M. A. Sifuentes / S. I. Martínez / A. Acosta / J. C. Parga

Obsolescencia y valor conmemorativo. El acueducto de Segovia 143
Álvaro Jesús Álvarez Gutiérrez

Energías extinguidas. Centrales térmicas del periodo de la Autarquía 163
Rafael García García

Sesión 02 187

La fuerza del agua 189
Cristina García Fontán / Camilo Blanco Pampín / Nuria Freire González

Gasómetros: una obsolescencia programada 207
Cristina Tartás Ruiz

La energía de la arquitectura 221
Andrés Cidoncha Marañón

Agua y Segovia. Diálogo para la comprensión del paisaje urbano segoviano 233
Álvaro Jesús Álvarez Gutiérrez

Energía termoeléctrica para el área metropolitana de Barcelona: la central de Fígols (1929) y la central de Cercs (1970) 253
Rosa Serra Rotés

Sesión 03 273

El molino de viento. El humilde patrimonio industrial de castilla-la mancha 275
Alba García Bernabé

Las subestaciones eléctricas del metropolitano de Madrid. Un primer acercamiento 299
Álvaro Bonet López

Gestión del patrimonio y paisaje cultural frente al impacto visual de los parques eólicos. El con-junto histórico de Uclés 321
Jesús Carlos Diego Rodríguez / Pilar Chías Navarro

Sesión 04 343

La arquitectura de la ingeniería de presas hidroeléctricas. Las primeras centrales integradas en el cuerpo de presa 345
Ana Berrocal Menárguez / Mercedes López García

La construcción de las centrales hidroeléctricas del tajo inferior: Valdecañas, Torrejón y Alcántara 361
Juan Carlos García Adán / César Pérez Díez

Central Tejo de Lisboa. Un ejemplo de industria termoeléctrica reconvertida en museo de la electricidad 381
Manuel Carreres Rodríguez

Sesión 05 399

La fotografía como instrumento del avance industrial en el siglo XIX: los álbumes de *Les travaux publics de la France* (1883) 401
Helena Pérez Gallardo

Aprendiendo del pasado. El aserradero de Ise en Japón 415
Paula Jaén Caparros

Estado actual del ramal ferroviario entre la fuente de San Esteban y Vega Terrón (la Fregeneda, Salamanca) y la actuación de la asociación de frontera Tod@vía 431
Javier Hernández Mercedes / Tod@vía

Grúas y norias, artefactos para un paisaje de la energía 446
Mercedes López García

Sin presentación en sesiones 465

Desmantelamiento de la central nuclear de Vandellòs-I. Estrategias de reciclaje industrial 467
Carlos Gonzalvo / Albert Samper

Puesta en valor del patrimonio arquitectónico industrial valenciano. El molino de agua de Blai en Massamagrell (Valencia)Autor 487
Matias Gisbert Vivó / Simeón Couto López

Introducción

Joaquín Ibáñez Montoya

Esta publicación es el resultado de los debates producidos durante el tercer seminario científico del Aula Gestión e Intervención en el Patrimonio Arquitectónico e Industrial. Aborda en este caso, tras las dos temáticas previas asociadas al transporte de las dos ediciones anteriores, al ferrocarril y al automóvil, una reflexión sobre el otro gran capítulo generador de la cultura industrial: la energía. Un concepto que, aun habiendo acompañado a la Humanidad durante toda su existencia sobre la Tierra, produjo con su aceleración y diversificación, el gran salto hacia la modernidad de los últimos siglos y, con ello, además, la construcción de un capitulo especifico patrimonial en su memoria colectiva cuyos perfiles son el objetivo de este texto.

No es el momento ni la intención, en esta breve introducción, de entrar en sus detalles. De evaluar sus conceptos o metodologías actuales se encargan, con gran atractivo, por cierto, las diversas investigaciones a continuación recogidas. Tan solo querríamos aquí acotar su tiempo, un tiempo muy concreto que se inicia, o que inicia, con la crisis del Antiguo Régimen, con los cambios que sus estrategias no solo de intensificación productiva sino de dialogo sobre la ordenación del territorio urbanizado producen en estos dos siglos últimos. Sus acciones pasan de estar inicialmente asociadas al yacimiento correspondiente a incorporarse a las periferias de las ciudades, a seguir después con su integración directamente en ellas para, en su fase más reciente, apoderarse de su protagonismo generando, desde la energía, incluso nuevos asentamientos y polos.

Las últimas décadas están siendo sin duda escenario de grandes cambios. Muchos de ellos en torno al papel de la energía. Cambios a los que lógicamente no son ajenos en absoluto a las situaciones geopolíticas. Ni siquiera en nuestra Europa. La transformación de estos parámetros no es siempre igual; las de la Europa del norte no tienen mucho que ver con las producidas en el sur del continente. Al menos en su velocidad. Fenómenos que se pueden extender en su variedad al resto del mundo, China, Brasil…los propios Estados Unidos. La energía marca muchos de los argumentos de nuestra cultura actual. Y de sus aspectos colaterales. Por ejemplo, con su sentido de limitación o con la deriva de sus efectos contaminantes.

El análisis es apasionante y casi infinito. Su enunciado es funcional por supuesto, pero aquí descubriéremos que, además hoy es ya profundamente cultural; propuso en su día una metodología innovadora para

habitar el espacio, pero también revisó nuestro modo de leerlo desde su dimensión temporal. Actualizar ahora por tanto sus potenciales contemporáneos durante los dos días de celebración del seminario a través de las conferencias magistrales expuestas o de las comunicaciones recibidas es su mejor verificación. Especialistas venidos de diversos lugares de España y de Europa comparten en estas páginas preguntas para revisar sus hipótesis. De eso se trata. De revisar las líneas de investigación de este capítulo del Patrimonio Industrial.

Como Director del Aula, en nombre de su Comité de Seguimiento y del Asesor, no me cabe otra cosa para finalizar que agradecer a todos los participantes su colaboración generosa. Y usted, lector, su confianza. Y por supuesto la de los coordinadores y del Comité Científico por su riguroso trabajo de doble filtrado que asegura la calidad creciente de estas reuniones. Naturalmente también la de las instituciones que lo promueven, la Fundación ACS, en primer lugar, con el apoyo permanente de la propia Universidad Politécnica de Madrid y del Instituto del Patrimonio Cultural de España; con las dos Escuelas Técnicas Superiores de Arquitectura e Ingeniería Industrial y sus servicios y espacios. Agradecer por supuesto la colaboración, específicamente en la gestión de los premios que lo promocionan, a la Comunidad de Madrid, a la Fundación DoCoMoMo y a las ediciones AV. Y por supuesto al TICCIH España, al Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid y a la Casa de Velázquez, así como al entusiasmo de la asociación cívica Patrimonio y Ciudadanía.

Como ya comentábamos en la introducción de la anterior publicación este Aula ha nacido para innovar, pero sobre todo para cooperar con quienes ya lo llevaban haciendo tiempo atrás. Insistimos en ello. Somos, queremos ser, una pieza más en la construcción colectiva de lugares para apoyar la comprensión y la mejor defensa de este patrimonio tan sensible y frágil. Y no en términos finalistas, sería un error, si no de manera abierta y perfeccionable. Con el espíritu de una vez más, para acabar, poder invitaros desde ahora mismo a participar en su cuarta edición, en febrero 2017, que aun será más interesante.

Joaquín Ibáñez Montoya.

Director del Aula G+I _PAI

Ponencias

Atlas de los paisajes de la energía

Rodrigo de la O
Concha Lapayese

Rodrigo de la O
Investigador Doctor Contratado
Grupo de Investigación Paisaje Cultural. E.T.S. de Arquitectura de Madrid. UPM
Concha Lapayese
Doctora. Profesora Asociada
Grupo de Investigación Paisaje Cultural. E.T.S. de Arquitectura de Madrid. UPM

Febrero de 2016

RESUMEN

La ponencia profundiza en los territorios para la producción de la energía en España, poniendo en valor su significación patrimonial desde una doble aproximación analítica y discursiva. Sintetiza la hipótesis, objetivos, metodología y resultados del proyecto de Plan Nacional de I+D+i "Paisajes Culturales de la Energía", una investigación que el Grupo de Investigación Paisaje Cultural (UPM) viene desarrollando desde 2012.

PALABRAS CLAVE

Territorio, paisaje, patrimonio, energía.

Energía y territorio son dos realidades que resultan indisociables en la sociedad contemporánea. Es innegable que la energía tiene una repercusión económica y social determinante, pero también territorial, puesto que los 5,93EJ de energía directa que fueron consumidos en España durante 2014 debieron producirse en alguna parte.[1] Desde el inicio de la industrialización española en los años cuarenta se ha producido un progresivo aumento de la demanda energética que ha ampliado radicalmente la presencia de grandes infraestructuras en el medio físico. Centrales térmicas, minas, oleoductos, cables de alta tensión, refinerías, puertos, centrales hidroeléctricas o campos eólicos se propagan por el paisaje tejiendo una densa red encargada de alimentar el entorno urbanizado, llegando a configurar algunos de los sistemas espaciales más complejos y relevantes del territorio. Son lo que podríamos denominar como *paisajes de la energía*, el negativo necesario para el funcionamiento de las ciudades y fábricas.

La ponencia sintetiza los resultados de la investigación y exposición Paisajes Culturales de la Energía. En ambos trabajos se trató de desvelar la significación patrimonial de estos territorios, imprescindibles para la sociedad postindustrial, desde una doble aproximación analítica y discursiva.[2] Analítica, presentando mediante cartografías los aspectos funcionales y geográficos que dibujan las redes y sistemas, así como sus datos técnicos, económicos, productivos o de uso del suelo. Discursiva, en tanto que se propone la re-construcción de su dimensión cultural, a través de la evocación de aspectos estéticos, sociales, culturales o políticos que emergen en los paisajes donde se genera la energía. La combinación de ambas formulaciones construye una suerte de atlas, un instrumento para la acumulación y organización de conocimiento, cuya virtud es deslizarse

[1] Observatorio de Energía y Sostenibilidad en España. Edición 2014. Cátedra BP de Energía y Sostenibilidad. Universidad Pontificia Comillas.

[2] Lapayese, C.; Arques, F.; de la O, R; Rodríguez, A. (2013). Towards a Spanish atlas of cultural landscapes of energy. In Sörensen, C; Liedtke, K.; *Specifics: Discussing Landscape Architecture*. Berlin: Jovis.

con intencionada incertidumbre entre lo mesurable y lo perceptivo, el dato y la sensación, la ciencia y el arte, como estrategia de aproximación compleja al paisaje.

Este atlas se manifiesta en la exposición a través de una mesa para la disección del paisaje, recordando ese concepto de «mesa» como «lugar privilegiado para recoger y presentar el (nuestro) troceamiento del mundo», propuesto por Georges Didi-Huberman.[3] Una manera de exhibición cuyo valor operatorio reside en «la posibilidad siempre abierta de modificarse, de producir una nueva configuración», permitiendo la continua disociación y redistribución de los elementos expuestos, dejando en manos del visitante el trazado de su propio recorrido. A lo largo de una mesa de 45 metros de longitud se han dispuesto colecciones de mapas digitales, cartografías táctiles, portadas de periódicos, maquetas, documentales, fragmentos de cine, fotografías, muestras materiales y registros sonoros clasificados según criterios propios. Relacionar, extrañarse, señalar y descubrir son los mecanismos que se proponen para dirigir una mirada al paisaje alternativa y complementaria a lo ya conocido.

EL MODELO ENERGÉTICO NACIONAL: DEL DIAGRAMA AL MAPA

En los últimos años la preocupación por la sostenibilidad del modelo energético ha llevado a impulsar notables iniciativas públicas y privadas para estudiar a fondo el sector. Investigaciones sobre su optimización económica, la posibilidad de una incierta capacidad de autoabastecimiento, la disponibilidad de recursos, las políticas de ahorro, el impulso a nuevas tecnologías o incluso de mejora en la balanza de entrada y salida de flujos sitúan continuamente al mundo de la energía en la primera línea de los medios de comunicación. Pero esta atención no se produce solo desde una perspectiva económica o tecnológica, sino también social, con temas como la transformación del extinto sector minero, o medioambiental, al considerar la emisión de contaminantes o la recuperación de determinados entornos.

El Informe sobre Energía y Sostenibilidad en España que elabora anualmente la Cátedra BP de Energía y Sostenibilidad de la Universidad Pontificia de Comillas retrata la totalidad del sistema nacional mediante el dibujo en abstracto de su diagrama de flujos energéticos, incluyendo en un mismo paquete electricidad e hidrocarburos. Se trata de un diagrama que permite observar la energía que entra en el sistema, tanto de origen nacional como importado, y cómo esta pasa por los diversos procesos de

[3] Didi-Huberman, G. (2010). *Atlas ¿Cómo llevar el mundo a cuestas?* Madrid: MNCARS.

transformación hasta llegar a los diferentes consumos finales.[4] La característica más singular del informe es la posibilidad abierta para realizar diagramas de flujos equivalentes, atendiendo a diferentes parámetros, desde el trazado inicial del diagrama de flujos energéticos. Así, a partir del diagrama originario de energía transformada y consumida, es posible obtener el diagrama de emisiones contaminantes y de flujos económicos, es decir, los julios de energía se transforman en toneladas de emisiones de CO_2 y en millones de euros de actividad económica. Estos tres diagramas –energía, contaminación y caudal monetario– responden a una misma estructura de funcionamiento (el trazado del diagrama es idéntico), variando tan solo para cada fase la cantidad del parámetro medido.

Flujos energéticos, de contaminación, y económicos son, ciertamente, imprescindibles para el análisis efectivo e integral de la energía en España. Sin embargo, cabría cuestionarse si, al igual que es posible construir esa equivalencia abstracta entre exajulios de energía, toneladas de CO_2 y millones de euros, el estudio de la sostenibilidad estructural del sistema energético debería considerar el territorio que ocupan y configuran dichos flujos. Es decir, introducir un nuevo diagrama de equivalencia que cuantifique la superficie ocupada por los diferentes procesos de transformación.

El estudio de este nuevo diagrama abre el campo a una aproximación renovada al concepto de sostenibilidad aplicado al modelo energético nacional. Si la hipótesis de partida es que la energía ocupa territorio y por tanto es conveniente estudiar la equivalencia ente exajulios de energía y hectáreas de superficie en las diferentes fases de la cadena productiva, la primera implicación que se deriva de tal diagrama es que la energía construye espacio. La cuantificación de uso del suelo, por tanto, solo puede ser un primer paso desde un modelo puramente abstracto a un modelo de cualidad espacial; es decir, exige un pensamiento espacial[5] que inmediatamente demandará el salto desde el diagrama, al mapa.[6]

TERRITORIALIDAD DE LA INFRAESTRUCTURA ENERGÉTICA NACIONAL

La territorialidad es la cualidad cultural específica del ser humano que conlleva la organización de un territorio al introducir un orden particular

[4] Observatorio de Energía y Sostenibilidad en España. Ibíd.

[5] Ghosn R., «Energy as Spatial Project», Ghosn R. (ed.), Ghosn R. (ed.), *Landscapes of Energy - New Geographies*, vol.2, Harvard University Press, February 2010, pp. 7-10.

[6] Deleuze, G. y Guattari, F. (2006).*Mil mesetas. Capitalismo y esquizofrenia*. Valencia Pre-textos.

sobre el caos propio de la naturaleza.[7] En ese contexto, la infraestructura puede ser presentada como la herramienta básica que por excelencia dirige la territorialización, es decir, como un instrumento de soporte para las estructuras económicas, políticas y culturales, y por tanto, para la existencia humana relacional.

Esta condición infraestructural es lo que diferencia sustancialmente a la energía del resto de industrias, pues de ella se deriva su incuestionable protagonismo como sistema estructurante de las relaciones entre hombre y medio, sociedad y naturaleza; es decir, como sistema que implementa una lógica específica de territorialización. Se trata, por tanto, de una infraestructura de naturaleza claramente sistémica, al estar conformada por «un complejo entramado de realizaciones y opciones tanto tecnológicas como políticas, institucionales y ambientales».[8]

De la observación de los primeros proyectos para la creación de un sistema energético nacional se puede contrastar la tendencia de la infraestructura, como herramienta propia para la territorialización, a *construir emplazamientos*. Emplazamientos de consumo de energía, como los centros urbanos o industriales, pero también emplazamientos de transformación, extracción, transporte u almacenamiento, que son los que interesan en el presente proyecto. En este contexto, parece sensato cuestionarse si, al igual que podemos identificar fácilmente los nudos de la infraestructura dedicados al consumo, podríamos desvelar cuáles son esos emplazamientos geográficos donde se producen las otras partes del proceso energético. Es lo que hemos llamado «regiones energéticas», áreas geográficas que se distinguen por el carácter que imprime sobre la organización del territorio la densificación de la infraestructura energética, excluyendo el consumo. En ese proceso de rastreo la investigación ha revelado que aproximadamente un 80% de la energía de España se genera (extrae, transforma, procesa o almacena) en algo menos del 20% del territorio peninsular. Esa cifra se distribuye en 24 regiones energéticas. Se trata de realidades geográficas de las que es posible deducir su existencia no solo mediante parámetros de producción energética, sino también económicos, tecnológicos o culturales, lo que verifica la hipótesis de que no se trata de una mera cuestión de superficie ocupada, sino de un despliegue espacial que condiciona todos los aspectos organizativos y perceptivos del territorio.

Es importante incidir en que las regiones energéticas corresponden a

[7] Grosz, E. (2008). *Chaos, Territory, Art: Deleuze and the Framing of the Earth*. New York: Columbia University Press, 2008.

[8] Aguiló, M. (2006). *La pujanza de la energía eléctrica*. Madrid: Grupo ACS.

temporalidades diversas, de manera que la potencia instalada en cada una de ellas no es, en ningún caso, un factor limitado al momento actual. Al contrastar sobre el mapa los datos de energía generada disponibles para tres momentos cuasi equidistantes del siglo XX,[9] se verifica que la importancia relativa de las diversas regiones respecto al total nacional va modificándose con el trascurso de los años. Está presente, por tanto, la dimensión de la memoria, del patrimonio.

CONSTRUCCIÓN DEL PAISAJE: ENERGÍA ENTRE NATURALEZA Y CULTURA

La energía como paisaje, aprovechando la vaguedad que ofrece la propia definición del concepto, para formalizar un puente entre territorio y sociedad, cultura y medio ambiente, articulado según el pensamiento dialéctico y en oposición a cualquier la lógica binaria.[10] Una óptica que basa su operatividad, es necesario insistir, en la indeterminación que subyace al concepto de paisaje, permitiéndole formar parte de los múltiples procesos cultuales como representación y materialidad,[11] a la vez que introducir orden y enlazar las relaciones sociales, políticas, y ambientales que construyen la espacialidad del territorio. Las lógicas del paisaje permiten, de esta manera, entender las relaciones entre entornos y desvelar la relación formal entre lo natural y lo cultural.[12]

Cartografías, documentos, muestras de material, mapas táctiles, registros sonoros, videos documentales, fotografías, fragmentos de películas, múltiples mecanismos de traducción del paisaje, elementos transcriptores[13] que son recogidos en el atlas [mesa] como herramienta de conocimiento. La identidad de los pueblos que han generado los paisajes, la fuerza de la energía en sus manifestaciones potencial y cinética, la monumentalidad de los nuevos artificios o la vinculación de la tecnología, la naturaleza y el poder, que mostradas a través de sutiles imágenes cargadas de

[9] Los datos iniciales del sistema energético puede obtenerse en 'Proyecto de Ley para el establecimiento de una red nacional de distribución de corriente eléctrica', de 1919, y en 'Proyecto de Red Eléctrica Nacional de España', de 1928. Para el periodo 1945-1953 los datos exhaustivos, por provincias, pueden obtenerse del informe del Instituto Nacional de Industria fechado el 14-02-1952 "Datos fundamentales para un estudios de interconexiones eléctricas". Los datos actuales de energía y las estadísticas históricas de hidrocarburos pueden encontrarse en http://www.cne.es/.

[10] Rowntree, L.B. (1996) The cultural landscape concept in American human geography. In: Earle C, Mathewson K, Kenzer MS (eds) *Concepts in human geography*. Rowman and Littlefield, Lanham, pp 127–159.

[11] Wu, J. (2010). Landscape of culture and culture of landscape: does landscape ecology need culture?. *Landscape Ecology* 25:1147–1150.

[12] Gazapo. D. (2008). op. cit., pp. 18.

[13] Lapayese, C, Gazapo, D (2007). op. cit., pp. 18.

sensibilidad estética vienen a reflejar la existencia de una realidad cultural que subyace a la acción puramente industrial. Es decir, permiten designar un paisaje, confirmando la construcción de un emplazamiento, la acción específica de la infraestructura, el resultado de un proceso de territorialización, evocando el vínculo entre naturaleza y sociedad y su significado como modelo cultural.

Los elementos transcriptores del paisaje que se muestran en este atlas de la energía, fragmentos que son del propio paisaje, pedazos «de nuestro sorprendente y complejo ser social»,[14] hablan con claridad y potencia de las entrelazadas relaciones entre nuestra cultura y el medio físico. En definitiva, este texto propone, mediante los transcriptores seleccionados, un recorrido intencionado de oscilaciones entre escalas, tiempos y valores a través los espacios configurados por la industria de la energía en España. Pero el trazado propuesto sobre los fragmentos de la mesa no es más que una de las múltiples reconstrucciones posibles de los paisajes de la energía que se conjugan en el atlas que aquí se presenta.

LISTA DE REFERENCIAS

LAPAYESE, C.; GAZAPO, D. (2009). *La construcción del paisaje: entre la interioridad y la exterioridad*. Pamplona: DAPP.

OBSERVATORIO DE ENERGÍA Y SOSTENIBILIDAD EN ESPAÑA. Edición 2014. Cátedra BP de Energía y Sostenibilidad. Universidad Pontificia Comillas.

LAPAYESE, C.; ARQUES, F.; DE LA O, R; RODRÍGUEZ, A. (2013). Towards a Spanish atlas of cultural landscapes of energy. In Sörensen, C; Liedtke, K.; *Specifics: Discussing Landscape Architecture*. Berlin: Jovis.

DIDI-HUBERMAN, G. (2010). *Atlas ¿Cómo llevar el mundo a cuestas?* Madrid: MNCARS.

GHOSN R., «Energy as Spatial Project», Ghosn R. (ed.), Ghosn R. (ed.), *Landscapes of Energy - New Geographies*, vol.2, Harvard University Press, February 2010, pp. 7-10.

DELEUZE, G. y GUATTARI, F. (2006). *Mil mesetas. Capitalismo y esquizofrenia*. Valencia Pre-textos.

GROSZ, E. (2008). *Chaos, Territory, Art: Deleuze and the Framing of the Earth*. New York: Columbia University Press, 2008.

[14] Corner, J. y MacLean, A. S. 1996. *Taking Measures Across the American Landscape*. New Haven: Yale University Press

AGUILÓ, M. (2006). *La pujanza de la energía eléctrica*. Madrid: Grupo ACS, pp.

ROWNTREE, L.B. (1996) The cultural landscape concept in American human geography. In: Earle C, Mathewson K, Kenzer MS (eds) *Concepts in human geography*. Rowman and Littlefield, Lanham, pp 127–159.

WU, J. (2010). Landscape of culture and culture of landscape: does landscape ecology need culture?. *Landscape Ecology* 25:1147–1150.

CORNER, J. y MACLEAN, A. S. 1996. *Taking Measures Across the American Landscape*. New Haven: Yale University Press.

Intervenir en centrales eléctricas: Valorar la identidad, respetar el paisaje

El sistema hidroeléctrico de Capdella
El conjunto productivo de la central térmica de la MSP en Ponferrada

Antoni Vilanova Omedas

Antoni Vilanova Omedas, arquitecto

Presidente de la Agrupación de Arquitectos para la Defensa y la Intervención en el Patrimonio Arquitectónico

Col·legi d'Arquitectes de Catalunya (COAC)

Febrero de 2016

To intervene on power plants: Enhance the identity, protect the landscape

The hydroelectric system of Capdella
The productive system of thermal power plant of MSP in Ponferrada

ABSTRACT

The Capdella Power Station, located in the Catalan Pyrenees, was the first hydroelectric power station in Catalonia. At the end of the 19th century when Emili Riu, journalist and politician from Sort, found a way to take advantage of the large water reserve of the Vall Fosca, which exceeded 50 million m^3.

In 1914 the company, Energia Elèctrica de Catalunya (Electricity Energy of Catalonia) put the hydroelectric power station in operation. It took advantage of the waters of the Lake Gento system through a 5 kilometre long canal with an elevation of 836 metres with infrastructure like : a funicular railway, access roads, narrow-gauge railways, homes for employees, etc.

After a time, the power station was transferred to La Canadenca company (now Fecsa-Endesa). Currently, in one part of the installation, we can find the Cabdella Hydroelectric Museum, belonging to the network of museums of the Museu Nacional de la Ciència i de la Tècnica de Catalunya (mNACTEC).

Ene.térmica in Ponferrada, León, is an infrastructure of the National Energy Museum. The first building was built in 1920 and was subjected to two enlargements in the 1930's and 1940's. The plant ceased to produce energy in 1971 and left abandoned until 2009. The building site started in December 2009 and finished in April 2011. The project restored the space and created a tour that would explain the process coal extraction, transportation and then its transformation into electrical energy. A respectful rehabilitation has achieved to maintain an atmosphere reminiscent of the past that allows visitors to understand in an easy way the process of how coal was transformed into electricity and to learn about the working and living culture formed around this economic activity.

KEY WORDS

Atmosphere, culture, heritage, landscape and rehabilitation.

RESUMEN

La Central de Capdella, ubicada en el Pirineo catalán, fue la primera central hidroeléctrica de Cataluña. Su gestación fue a finales del siglo XIX cuando Emili Riu, periodista y político de Sort, encontró una vía de aprovechamiento de la gran reserva de agua de la Vall Fosca, que supera los 50 millones de m^3.

En 1914 la compañía Energía Eléctrica de Cataluña ponía en funcionamiento la central hidroeléctrica. Fue una obra faraónica que aprovechaba las aguas del sistema del *Estany Gento* (lago Gento) a través de un canal de 5 kilómetros con un desnivel de 836 metros. Además, se tuvieron que habilitar nuevas infraestructuras: un funicular, carreteras de acceso, ferrocarriles, viviendas para trabajadores, etc. Sin embargo, el proyecto estuvo listo en sólo dos años.

Al cabo de un tiempo, la Central fue traspasada a la *Canadenca* (ahora Fecsa-Endesa). Actualmente, en una parte de las instalaciones se encuentra el Museo Hidroeléctrico de Capdella, que pertenece a la red del Museo Nacional de la Ciencia y de la Técnica de Cataluña (mNACTEC), cuya rehabilitación integral de toda el área pone en valor lo que supuso la Central para la industria y también para todo el territorio.

Ene.térmica en Ponferrada, León, es una infraestructura del Museo Nacional de Energía. El primer edificio fue construido en 1920 y fue sometido a dos ampliaciones en los años 1930 y 1940. La central térmica dejó de producir energía en 1971. A partir de ese momento quedó en estado de abandono hasta el año 2009. La intervención comenzó en diciembre de 2009 y terminó en abril de 2011. El proyecto de restauración y su museografía explican los métodos de extracción del carbón, el transporte y su transformación en energía eléctrica. Una rehabilitación respetuosa ha logrado integrar un ambiente que recuerda el pasado y permite mostrar, a partir de los elementos existentes, el proceso de transformación del carbón en energía eléctrica divulgando una cultura de vida y de trabajo alrededor de esta actividad económica.

PALABRAS CLAVE

Ambiente, cultura, patrimonio, paisaje y rehabilitación.

INTRODUCCIÓN

La acción de intervenir en el patrimonio en general y el industrial, en particular, debe partir del reconocimiento previo que cualquier elemento construido, catalogado o no, adquiere su sentido a partir de las personas que lo han vivido a lo largo de sucesivas generaciones. Resulta obvio que, desde un punto de vista de pertenencia, los trabajadores y sus familias han preservado, a través de la memoria, los valores esenciales de la industria y el lugar, por encima de razones estilísticas o tipológicas. A partir de esta premisa podemos entrar a justificar la necesidad en recuperar una fábrica, un conjunto o una estructura con entidad suficiente para ser reconocida en el marco de un espacio urbano o territorial. El elemento patrimonial no se entiende únicamente a partir de aspectos funcionales prácticos, sino también por la función cultural y significativa que desarrolla.

De ahí se desprende una consecuencia lógica: las intervenciones de restauración y/o rehabilitación arquitectónicas deben tener en cuenta, a priori, estos aspectos y por ello es necesario un proceso de investigación que permita conocer sus cambios, transformaciones y singularidades, en profundidad. Los arquitectos debemos tener la capacidad de abordar una restauración y/o rehabilitación de un bien patrimonial junto a otros técnicos y colaboradores, especializados en distintas disciplinas, con el fin de cubrir todos los frentes requeridos en el análisis, estudio y posterior plasmación sobre el elemento físico. Hablamos, pues, de la necesaria idoneidad de los equipos multidisciplinares en los proyectos de intervención. Al hilo de estas premisas apuntadas resulta evidente disponer de un sistema metodológico preciso y ordenado que sirva de pauta sobre las acciones y determinaciones que se deben tomar desde el inicio hasta la finalización de una determinada propuesta de recuperación. A nuestro entender el valor patrimonial no puede considerarse, únicamente, desde la óptica estética, artística o estilística de un elemento o conjunto arquitectónico determinado por muy remarcable que sea. Intervenir en el patrimonio industrial requiere una visión amplia que contemple el

desarrollo y la transformación del bien material considerado para definir cuáles son sus partes esenciales –las que le confieren sus atribuciones- respecto a otras, susceptibles de ser transformadas, renovadas o adecuadamente interpretadas. Es preciso analizar, también, el entorno del elemento o conjunto industrial, así como la interrelación con el ambiente o ambientes que lo rodean. De esta forma se apreciarán las singularidades del lugar donde se inscribe y los cambios que han podido influenciar en las transformaciones del bien a lo largo de la historia.

Las nuevas metodologías en el proceso de intervención en el patrimonio industrial refuerzan y facilitan el análisis previo a partir de aportaciones multidisciplinares y, por lo tanto, no se puede realizar una intervención arquitectónica precisa en un bien o conjunto industrial sin conocer su historia, el encaje urbanístico, los valores del paisaje, la evolución y sus posteriores transformaciones, así como la tipología original, el sistema estructural, las lesiones apreciadas, etc...

Los proyectos que se presentan a continuación, diferenciados según dos tipologías de centrales productoras de electricidad -hidráulicas frente a térmicas- y con escalas de implantación diferente -urbana versus territorial- recogen, en el proceso de redacción de la propuesta y en la propia ejecución material, los criterios metodológicos apuntados. Ambos ejemplos quieren mostrar, también, desde su expresión didáctica, la necesidad de saber encontrar los espacios, elementos y partes esenciales de las centrales, edificios anexos y estructuras complementarias situadas en sus respectivos entornos objeto de ser preservados a toda costa, por encima de simplificaciones derivadas de los programas teóricos basados, exclusivamente, en el cumplimiento de unos determinados parámetros en cuanto al uso y el funcionamiento del conjunto rehabilitado.

EL SISTEMA ELÉCTRICO DE CAPDELLA (LA VALL FOSCA, PIRINEO CATALÁN)[1]

El progresivo avance de la industrialización en Europa a lo largo del siglo XIX, deja entrever nuevas necesidades energéticas para abordar el cambio de era. El carbón, elemento tradicional y básico hasta entonces para el desarrollo de la industria, es un recurso natural que condiciona enormemente el desequilibrio en la competitividad entre los países productores y los importadores. Desde diferentes zonas del continente, se buscan alternativas para evitar esta dependencia exterior y no ahogar su

[1] Antoni Vilanova y Susanna Moya (Vilanova+Moya, arquitectos) (2000-12). Colaboradores: Eva Perisé, geógrafa; Joan Tatjer, ingeniero industrial; Núria Anguera y Jordi Flos (AF arquitectos) y Gemma Serch y Oriol Gili (GO arquitectos)

desarrollo futuro. La estructura básica de cualquier sistema energético, se expresa en función de este balance, es decir, en el porcentaje de las importaciones de energía primaria sobre el consumo total interno.

Las características estructurales de la industrialización catalana, se ven condicionadas en el curso de su propia evolución, por la limitación que representa la escasez del carbón como recurso propio. Pero la falta de este combustible mineral, al igual que en Suiza, Suecia, Noruega e Italia, tiene también nuevas repercusiones para los otros sectores industriales y para el conjunto de las respectivas economías.

Los elevados precios de la materia prima, destapan la necesidad de la producción hidráulica: es decir, el uso del agua como fuerza motriz, bien de forma directa conectada a la industria, o a través de la generación de electricidad en plantas para el consumo general. El término "*houille blanche*" (carbón blanco) desarrollado en reuniones coloquiales por Aristide Berges[2] en la ciudad de Grenoble y, más tarde, en la Feria de Lyon (1887) expresa la voluntad de explotar la riqueza hidráulica de las principales cadenas montañosas francesas en toda su dimensión:

> "*Les glaciers des montagnes peuvent, étant exploités en forces motrices, être pour leur région et pour l'État des richesses aussi précieuses que la houille des profondeurs. Lorsqu'on regarde la source des milliers de chevaux ainsi obtenus et leur puissant service, les glaciers ne sont plus des glaciers ; c'est la mine de la houille blanche à laquelle on puise, et combien préférable à l'autre*".[3]

Ha llegado el momento en que los diferentes enclaves situados en las míticas cordilleras europeas como los Alpes y los Pirineos, descubiertas paisajísticamente por las corrientes artísticas del romanticismo a principios del siglo XIX y exploradas, más tarde, por los excursionistas en su afán de obtener nuevas sensaciones, entre la soledad y la belleza que encierra la naturaleza, adquieren una nueva dimensión: son observados como fuente de recursos para el desarrollo de las actividades productivas. Nace, pues, la capacidad de generar energía a partir de la riqueza hídrica de las cabeceras de los valles alpinos y pirenaicos. El agua, patrimonio inseparable y ancestral de estas cordilleras pasa a convertirse, a principios del siglo XX,

[2] Aristide Bergès (1833-1904) industrial papelero e ingeniero hidráulico francés del siglo XIX.

[3] "Los glaciares de las montañas pueden ser explotados en fuerzas motrices, ya sea para [abastecer] su región y para el Estado [proporcionando] la riqueza tan valiosa como la de las profundidades del carbón. Al mirar la fuente de miles de *caballos* obtenidos y su potencia, los glaciares ya no son los glaciares; es la mina de carbón blanco en el que uno piensa, y cómo preferible a la otra "

en una fuente inagotable para la producción de energía a través del desarrollo de grandes complejos hidroeléctricos.

Mientras en la zona alpina, la experiencia y el conocimiento de los mecanismos para el aprovechamiento y reconducción de los recursos permite disponer nuevas centrales para una producción a gran escala; en Cataluña, con métodos sencillos y tradicionales, se genera energía a través de la derivación de canales, junto a los cursos fluviales, que a su vez alimentan las respectivas turbinas -herederas de los molinos- de cada una de las industrias instaladas en sus márgenes. De ahí el fuerte impacto que supuso la implantación de los complejos textiles, auténticas colonias industriales, junto a los ríos Ter, Llobregat y Cardener, principalmente.

La tecnología avanzada por los ingenieros centroeuropeos –suizos principalmente- y la necesidad urgente de abastecer a las industrias, favorece la implantación de las primitivas centrales alpinas. En todos los casos, lo importante es la capacidad de producir energía eléctrica, a gran escala, en los entornos de agua. En aquellos momentos estas operaciones se plantean sin ningún criterio que incida en otros aspectos como el respeto por el paisaje donde se insertan. La posición de las hidroeléctricas dentro del territorio viene determinada únicamente, por la proximidad a las zonas lacustres y embalses artificiales.

Antecedentes europeos

Desde un análisis tipológico de las primeras centrales hidroeléctricas se observa que la arquitectura de las mismas no quiere manifestar una apariencia en su estilo; la forma y la apariencia responden únicamente a la función que deben acometer: el *triunfo de la ingeniería* –la técnica- en la resolución de aspectos hidráulicos, orográficos y geológicos dentro del territorio. Este es, en definitiva, el valor que aparece como exclusivamente preeminente.

El pragmatismo expresado anteriormente trae consigo el orgullo por la victoria de la tecnología como valor de la sociedad moderna, aspecto que estimula, inmediatamente, el discurso de los futuristas. Representa un nuevo aval al valor moderno que representa la industria junto a la contemplación del hombre rendido al culto de las máquinas. Así Filippo-

tomasso Marinetti[4] en su escrito de 1914 denominado *Lo splendore geometrico e meccanico e la sensibilità numerica*[5] comenta:

> *"Nada es tan bello, que una gran central eléctrica repleta de un ruido sordo y continuo, que contiene la presión hidráulica de una cadena de montaje y la fuerza eléctrica de todo un horizonte, sintetizados sobre los cuadros de distribución repletos de teclas, palancas y conmutadores resplandecientes"*.

La electrificación significa un cambio de época, la liberación de la servitud al carbón que impuso la primera revolución industrial, pero sin identificar un espacio arquitectónico concebido y diseñado con lenguaje propio, al margen del tradicional axioma: *la función es igual a la forma*.

La definición de un estilo industrial y arquitectónico del eclecticismo, llega en 1905, con la construcción de la *Centrale Elettrica Taccani di Trezzo d'Adda*, del arquitecto Gaetano Moretti.[6] En ella se vislumbra, por vez primera, la voluntad por ennoblecer un contenedor industrial y convertir en un templo de la energía, lo que hasta entonces, había sido tratado como un receptáculo de alternadores, turbinas y canalizaciones.

El proyecto hidroeléctrico de Capdella

A finales del siglo XIX el perito Emili Riu[7] impulsa el proyecto de utilización del gran depósito natural de agua que constituye el conjunto de lagos de la cabecera de la cuenca del río Flamisell para construir la Central Hidroeléctrica de Capdella, la primera de Cataluña con capacidad para generar energía y transportarla hacia Barcelona y las ciudades industriales de su periferia.

Tras la primera expedición (1910) a cargo de ingenieros franceses, con experiencia atesorada en el desarrollo de las centrales alpinas, se pone en marcha una magna infraestructura para desarrollar el proyecto. Los trabajos se desarrollan en el tiempo récord de dos años, gracias al factor humano. Más de 4000 personas trabajan -en unas condiciones durísimas

[4] Filippo Tommaso Marinetti (1876-1944) poeta, novelista, dramaturgo y editor. Conocido por ser el fundador del Futurismo, movimiento de vanguardia histórica a principios del siglo XX.

[5] *Lo splendore geometrico e meccanico e la sensibilità numerica* (El esplendor geométrico y mecánico y la sensibilidad numérica). Filippo Tommaso Marinetti, Milano, 18.3.1914.

[6] Gaetano Moretti (1860-1938) arquitecto enmarcado en la corriente ecléctica y profesor universitario. Fue el primer presidente de la Facultad de Arquitectura del Politécnico de Milán en 1933. Realiza diversas estructuras y centrales eléctricas.

[7] Emili Riu (1871-1928) empresario y político. Considerado uno de los impulsores de las obras de electrificación de Cataluña.

por la orografía del terreno y las condiciones climáticas- en la realización de esta obra faraónica, construyendo la carretera de acceso al valle, ferrocarriles de vía estrecha y funiculares para el transporte de los materiales a los lagos situados a más de 2000 metros de altura, canalizaciones de intercomunicación de lagos, un campamento para alojar a los directores, ingenieros, capataces y trabajadores. La central se pone en funcionamiento en el mes de enero de 1914. En los primeros años la producción energética de la Central Hidroeléctrica de Capdella representa el 80% del total de la producción eléctrica en toda Cataluña.

Posteriormente se construyen otras dos centrales hidroeléctricas en el valle, aprovechando el descenso natural del río junto a la conducción de canales paralelos para aumentar los caudales, se trata de las CH de Molinos y CH de la Plana.

Las estructuras que, desde 1912 hasta 1941, albergan los procesos de transformación del agua en energía, son un fiel reflejo, de una arquitectura industrial puesta al servicio de la tecnología. Cabe señalar que la construcción de saltos de agua artificiales salvando grandes desniveles, en lugares que aún hoy parecen inaccesibles, las perforaciones en un sustrato granítico para el paso de canalizaciones hasta los centros de producción y la ejecución de las propias centrales de transformación, establecen un diálogo entre el entorno natural (paisaje) y el conjunto seriado de *arquitecturas* que, desde un primitivo lenguaje formal muy simple, tienen la virtud de integrarse casi miméticamente en el medio físico donde se ubican.

Por otro lado, hay que destacar que la implantación de unas determinadas tipologías y su evolución, no sólo se circunscribe a las construcciones de la industria, sino que se imprime en todo el conjunto de instalaciones, incluidas las residenciales, conformando un nuevo concepto de *Colonia* -meramente industrial en los orígenes- para convertirse en un centro recreativo y social en el período de la autarquía económica.

Los años 1970 suponen el inicio de la definitiva modernización de las instalaciones; aspecto que lleva consigo, en el plano técnico, la sustitución radical del material considerado obsoleto (antiguos cuadros de control por nuevos equipos informáticos). Desde el punto de vista urbanístico, el desmantelamiento y abandono de las estructuras directamente vinculadas a las centrales, tanto residenciales como industriales son producto de la drástica reducción del personal y la pérdida de influencia del modelo social inicialmente establecido. En la óptica inicial con la que abordamos el proyecto, resultaba imposible disociar la ejecución de nuestra intervención sin tener en cuenta la perspectiva de los valores humanos con relación al nuevo hábitat diseñado.

La electrificación presenta componentes épicos encaminados a la conquista de tierras vírgenes. Es preciso realizar caminos y carreteras, llegar a lugares olvidados por la civilización y remover grandes extensiones para plantar los postes y las torres que soportan desde entonces los cables de la red de alta tensión.

La Colonia de Capdella (1912-1960)

La formación de un *campamento industrial*, fruto de los trabajos de construcción de las grandes infraestructuras, con una ocupación máxima de 4000 trabajadores repartidos en el valle determina su consolidación como Colonia, cuyo centro de actividad es la propia Central.

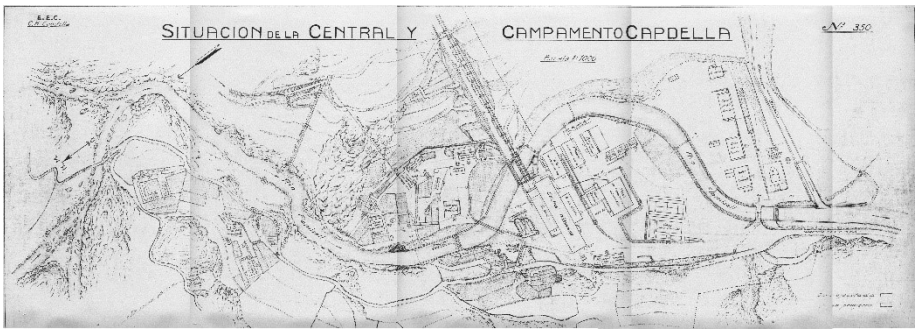


Figura 1. Plano del Campamento de la Central Hidroeléctrica de Capdella (1933) [FH FECSA-Endesa, Barcelona].

La organización de las diversas construcciones obedece a un interés por fijar un orden característico y controlar, de forma jerárquica, toda la instalación. La distribución en el territorio y la numeración particular asignada a cada edificio condiciona, desde el principio, la relación, los hábitos y las costumbres entre todos sus habitantes. Se importa íntegramente un modelo suizo, tanto en la tipología de los edificios como en los aspectos de conducta social. Desde la Residencia, dotada de acceso directo y control sobre la Central, el ingeniero jefe de la zona (helvético, naturalmente), gobierna y dicta la ley con autoridad sobre todo el territorio. Junto a la misma, se sitúan los Chalets (de factura centroeuropea) para albergar a los ingenieros. Al otro lado de la Central y junto al Poste de transformación, figuran los equipamientos: el Taller, el Almacén, el Dispensario, las Oficinas, la Escuela, algunas Casas para familias y la Pista de tenis. Pasado el puente, el Hotel Energía –con elaboración de platos de la más refinada cocina francesa, según constan escritos en bellas cartas con motivos gráficos modernistas-, la Cooperativa, nuevas viviendas para familias, las Cuadras y la Capilla (transformada en 1953 en iglesia y construida en un neo-románico local).

La transformación de este antiguo valle pirenaico es tan grande que sirve de experiencia a uno de los más brillantes pedagogos de la escuela

moderna catalana: Artur Martorell.[8] En su *Llibre de la Colònia de Capdella (1917)*, relata la integración social que representa para los niños de las escuelas barcelonesas, convivir durante el verano con sus homónimos del campamento y conocer avances inherentes a su proceso de formación como: la educación física y el aseo corporal diario.

Figura 2. Fotografía del Campamento hidroeléctrico de Capdella, con la Central en construcción, 1912. [ANC].

La reutilización de ciertos edificios, el abandono y/o derribo de otros y la aparición de nuevas construcciones después de la guerra, han señalado las diversas etapas vividas y han marcado los rasgos característicos hasta la desaparición, en los años 70, del tejido social que los impregnaba.

La Central Hidroeléctrica de Capdella (1913-1914)

La arquitectura aparece como un recurso al servicio de los requerimientos de la industria. Los métodos constructivos con sólidas estructuras portantes de mampostería son acordes al orden marcado por los *cánones* explícitos del proyecto tipo. La materialización del modelo arquitectónico y la tecnología aplicada en la Central y sus infraestructuras complementarias responde a los estudios de viabilidad realizados, respectivamente, en París -sede central de la empresa Energía Eléctrica de Cataluña- fundada en 1911 bajo los auspicios de la *Compagnie Genérale d'Électricité* y la *Societé Suisse d'Industrie Électrique*- y en Zürich, donde los ingenieros desarrollan todos los planos y proyectos técnicos.

[8] Artur Martorell (1894-1967) pedagogo. Colaborador en el Ayuntamiento de Barcelona para desarrollar "un proyecto pedagógico basado en el concepto de educación respetuoso con las condiciones sociales de cada uno, las necesidades de los niños y las nuevas líneas pedagógicas modernas".

Las obras en la zona lacustre se inician en el año 1911. Están dirigidas por la firma suiza *Locher et Cie.* (Zürich, 1830), conocida por los trabajos de perforación en el túnel ferroviario de Simplon en los Alpes, y finalizan, a ritmo vertiginoso, en enero de1914, con la puesta en marcha la primera de las centrales del valle.

Años más tarde, el Dr. Frederick Stark Pearson,[9] ingeniero de gran experiencia y amplios contactos internacionales e impulsor de la electrificación de Cataluña, adquiere las acciones de la compañía Energía Eléctrica de Cataluña y pasa a controlar los grandes centros de producción de energía hidráulica, la mayor parte ubicados en el Pirineo. Su dominio es tan grande que llega a ser caricaturado, en la publicación satírica la *Esquella de la Torratxa*, mostrando su propia figura que lleva en brazos las montañas y las acerca, entre una red de postes de alta tensión, a la misma ciudad de Barcelona.

Figura 3. Caricatura del Dr. Frederick Stark Pearson. Publicada en el semanario *L'Esquella de la Torratxa* (a.1923).

El Plan Director (2000) y su programa de intervenciones

El mundo de sensaciones que encierra el relato anterior junto a la necesidad de ofrecer una viabilidad cultural al patrimonio del valle, justifica la necesidad de abordar el planteamiento global del proyecto bajo la fórmula del Plan Director integral. Un documento que iniciamos en 1998 con

[9] Frederick Stark Pearson (1861-1915) ingeniero promotor de la industria eléctrica. Entre otros proyectos crea la *Barcelona Traction Light and Power Co.* y su filial *Riegos y fuerzas del ebro, SA* ambas empresas vinculadas con la electrificación en el Pirineo.

la voluntad de establecer una diagnosis general del territorio del valle; sus recursos naturales, culturales –a través de las infraestructuras de la electricidad, prioritariamente- y sociales, remarcando el papel de la industria en la transformación del territorio y en el cambio de actividades y usos de la población. A partir del Plan Director se determina un plan de etapas pactado con las entidades y organismos implicados y se debate el modelo de gestión capaz de optimizar todos los recursos, priorizando los que son exclusivos, en aras a conseguir la dinamización turística bajo un modelo sostenible para la Vall Fosca.

La demanda turística vinculada al patrimonio cultural y natural es cada vez más importante, constituyendo una de las actuales motivaciones de viaje. Según las previsiones efectuadas por la Organización Mundial del Turismo (OMT), se estiman a corto y largo plazo, crecimientos más elevados del denominado "turismo cultural" sobre el más genérico.

El proceso de análisis global para determinar una estructura óptima, exige un mejor conocimiento del territorio y del escenario ambiental para poder realizar una gestión ordenada y sostenible. Es evidente que el conocimiento del medio físico, la población, las tradiciones y la historia han sido fundamentales para el enfoque del Plan Director y nos ha permitido establecer un plan de etapas junto a un calendario de fases, en función de las prioridades pactadas con todos los operadores, públicos y privados.

Fase Previa

Investigación y catalogación de material gráfico. Análisis del territorio y de los cambios producidos a raíz de la implantación de las infraestructuras para la producción de energía, mediante conversaciones con personas que ha vivido de cerca la incidencia de las transformaciones. Inventario de los elementos del patrimonio etnográfico, cultural y de arqueología industrial.

Primera Fase

Definición y plasmación de cinco itinerarios, repartidos a derecha e izquierda del río Flamisell. La señalización de los mismos, se realiza según la normativa establecida por la Dirección General de Turismo de la Generalitat de Catalunya, con el fin de conducir a los visitantes a determinados puntos de interés, garantizando su seguridad y control.

También se elaboran los contenidos de las guías, planos y publicaciones para la divulgación del patrimonio natural, cultural e industrial, a partir de criterios definidos conjuntamente por los agentes participantes: Ayuntamiento + Patronato de Turismo, Consejo Comarcal, Diputación, Generalitat y FECSA-ENDESA.

Segunda Fase

Como complemento de la estructuración divulgativa, se lleva a cabo la rehabilitación y adecuación del antiguo almacén de la Central de Capdella, construido en 1917, como Museo Hidroeléctrico de Capdella (mNACTEC). El edificio, propiedad de FECSA-ENDESA, es cedido al Ayuntamiento para que se convierta en el centro operativo cultural sobre la divulgación de la historia de la electrificación del valle. La intervención contempla una rehabilitación delicada que, preservando las características formales y tipológicas de la construcción original ha permitido adecuar los accesos y la distribución de los espacios a las normativas requeridas en la actualidad, sin perder ningún elemento de referencia sobre su pasado.

Figura 4. Museo Hidroeléctrico de Capdella (mNACTEC). Edificio rehabilitado (frente) y Central visitable (derecha).

Se han preservado los dos niveles originales, consideradas como plantas totalmente libres, manteniendo la escalera original a la que se añade el ascensor y otra escalera adaptada en el exterior junto a la fachada ciega. Esta permeabilidad espacial permite albergar el discurso sobre la museología y la museografía, enmarcado en la potenciación de los recursos paisajísticos de La Vall Fosca asimilando los elementos de arqueología industrial, como un atractivo turístico perfectamente combinable con el resto de iniciativas culturales.

Las características de la intervención arquitectónica permiten una total flexibilidad en el tratamiento y la distribución de las presentaciones. Asimismo, le confiere una total reversibilidad sobre posibles nuevos usos futuros. Hemos sido conscientes que la explotación de los recursos hídricos pone en marcha un complejo engranaje técnico que debe posibilitar un detallado estudio pedagógico que no puede circunscribirse entre las paredes del museo. Es necesario, pues, destacar la particularidad de este patrimonio extendido por todo el valle, a través de las diversas

infraestructuras que siguen preservando su función original o en algunos casos aparecen –cubiertas de vegetación- como testigos del pasado.

El Museo lo configura la singularidad del territorio y constituye el vínculo de unión entre la museología y el patrimonio arquitectónico-industrial y natural. Se trata de una ampliación de la concepción teórica un espacio para el conocimiento y la difusión de la ciencia y de la tecnología, incorporando la historia, la naturaleza y la producción de energía –que afortunadamente sigue manteniendo toda la autenticidad original- en el propio medio físico.

Tercera Fase

Era necesario integrar plenamente en el proyecto la Central Hidroeléctrica de Capdella que preserva todos sus valores tanto arquitectónicos como tecnológicos. Ambos capítulos representan la excepcionalidad del proyecto: poder contemplar "en vivo" y con total seguridad, la generación de la energía hidroeléctrica, tal y como se ha desarrollado en los últimos cien años. Para que ello fuera posible se materializó un convenio entre el Ayuntamiento y ENDESA que permite visitar la Central, una vez acondicionada, con una de serie de medidas de seguridad establecidas.

El desarrollo de estas tres fases del Plan Director ha concluido en el año 2011, con la puesta en marcha del Museo Hidroeléctrico de Capdella (mNACTEC) pero uno de los objetivos expresados en el documento contempla la incorporación paulatina de las otras dos centrales del ciclo histórico (Molinos, 1918 y La Plana (1936-40), así como la Central Hidroeléctrica Reversible de Estany Gento Sallente (1986), una excelente obra desarrollada en el interior de una caverna artificial, producto de la ingeniería moderna, con la intervención destacada del arquitecto Cristián Cirici en diversos elementos exteriores que emergen en el paisaje.

REHABILITACIÓN DEL CONJUNTO PRODUCTIVO DE LA CENTRAL TÉRMICA DE LA MSP EN PONFERRADA

El segundo caso que se expone es el proyecto de intervención global para el entorno del conjunto de la Central Térmica de la MSP. La materialización del mismo obedece, como en ejemplo anterior, a la aplicación de una metodología de trabajo que parte del análisis del territorio "afectado" en el ámbito que denominamos como Unidad de Interés Patrimonial, cuyos límites son establecidos en función de las cualidades y singularidades patrimoniales y paisajísticas vinculadas a la propia Central, en todas sus dimensiones.

Con el objetivo de fomentar la consolidación del Museo Nacional de la Energía (ENE Museo) como espacio cultural que tienda a posibilitar su

autosuficiencia, tanto en su protección y conservación, como en su rentabilidad cultural, social y económica, nos encontramos con la necesidad de reconstruir y proponer, a partir de este proyecto, un marco inicial que deberá ser complementado con futuras actuaciones compatibles con sus valores intrínsecos.

Antecedentes

Nacida en el año 1918 y ubicada en la cuenca minera de Villablino, al norte de la provincia de León, la historia de MSP supone la materialización de diversas ideas y proyectos que, desde principios del siglo XX, habían ido surgiendo para hacer factible la explotación de la cuenca minera de Villablino principalmente. Esta zona, localizada en la subcomarca natural del Valle de Laciana, fue una de las últimas en ser objeto de una explotación sistemática debido, sin duda, a las enormes dificultades orográficas del terreno, junto a los elevados costes soportados por el traslado del mineral a los puntos de destino; la necesidad de disponer una serie de lavaderos del carbón y otras infraestructuras complementarias. El proyecto es impulsado por el industrial vasco Julio de Lazúrtegui[10] quien configura toda la estrategia de la explotación carbonífera. En el mismo año, Pedro Ortiz,[11] uno de los principales directivos de la recién fundada Minero Siderúrgica de Ponferrada (MSP) solicita a Francesc Cambó,[12] Ministro de Fomento, la concesión de una línea de ferrocarril entre Ponferrada y Villablino, operación capital para el desarrollo de la actividad productiva del Bierzo y elemento vertebrador en su estructura territorial. El ferrocarril, inaugurado el 23 de julio de 1919, presta un doble servicio: para viajeros y mercancías (mixto) –activo hasta el 10 de mayo de 1980- y, para el transporte del carbón, desde diferentes ramales de vía estrecha procedentes de las explotaciones de cabecera, hasta las centrales térmicas: primero hacia la CT de la MSP (1919-1971), posteriormente se añade una parada anterior a la CT de Compostilla I (1940-1976) y, finalmente, se habilita el ramal a Cubillos del Sil y la CT de Compostilla II (1960-2012).

Paralelamente a la construcción del ferrocarril se materializa el conjunto industrial de la Central Térmica de la MSP, con el fin de "abastecer de electricidad a la fábrica de briquetas y a las otras instalaciones y oficinas de la empresa" tal y como nos relata el profesor José Antonio Balboa en su

[10] Julio de Lazúrtegui (1859-1943) industrial del sector de la minería y la metalurgia que proyectó el desarrollo de la cuenca minera de Ponferrada. Ver su publicación "Una nueva Vizcaya a crear en El Bierzo" (Bilbao, 1918).

[11] Pedro Ortiz Muriel (-). Miembro fundador de la MSP.

[12] Francesc Cambó (1876-1947) Político. Ministro de Fomento (23.3.1918-7.11.1919) en el gobierno de Antonio Maura.

artículo sobre la MSP publicado en la revista Bérgidum. Así, en 1920, José Luis de Ussía y Cubas (Conde de los Gaitanes), primer presidente de la sociedad, solicita disponer de 120 litros por segundo (l/seg) del caudal del río Sil para poder alimentar una central térmica; del total demandado, se utilizarían 60 l/seg para unos lavaderos de carbones, 5 l/seg para una fábrica de briquetas y 5 l/seg para el abastecimiento del ferrocarril de Ponferrada a Villablino. De esta forma quedaba diseñado el esquema de las actividades que, con gran rendimiento económico durante más de medio siglo, emprendería la MSP: producción y venta de carbón, fabricación de aglomerados, transporte de carbón y viajeros y producción de energía eléctrica.

El primer edificio que se construye, entre los años 1919-20, es la Central Térmica primitiva. Con una potencia que no supera los 800 kw/h, la Central cuenta con un horno de combustión y una única caldera. Compositivamente el edificio presenta una planta en forma de T, con fachadas donde se alternan grandes ventanales, como corresponde a las construcciones industriales de estas características. En su exterior se dispone la chimenea para la evacuación de los humos de combustión de la Central, de 30 m de altura, realizada en obra vista de ladrillo, Originariamente presentaba una única cubierta, a dos aguas, que al cabo de los años se altera para dar paso a la solución que encontramos antes de la intervención de rehabilitación, en forma de bóveda de cañón.

Otra construcción que integraba el conjunto, lamentablemente desaparecida, es el lavadero del carbón (1920). Desde este edificio industrial se transportaba, por medio de vagonetas tiradas por pequeñas locomotoras –denominadas chocolateras- el carbón que alimentaba la Central Térmica. Sus residuos, amontonados cerca de la Central Térmica, darían origen a la Montaña de Carbón una gran escombrera al aire libre y que representaba uno de los símbolos de la industrialización de Ponferrada, suprimido en los años 1990.

Hacia 1928 se presenta un estudio para la ampliación de la Central primitiva, por ser insuficiente para abastecer las necesidades de la empresa y otros posibles usuarios derivados. Una vez descartada tal posibilidad se opta por la materialización, en el año 1929, de una nueva construcción conocida como la Central Térmica de la MSP, objeto de nuestro proyecto de rehabilitación para convertirse en el referente histórico-cultural del Museo Nacional de la Energía (ENE Museo).

El desmontaje de la primitiva Central permite que algunos de sus elementos de producción sean utilizados en la Central Térmica de Villablino que se estaba construyendo en aquellos años, tal y como se reseña en la Memoria de la empresa correspondiente al año 1929: "…se ha iniciado la construcción de una central térmica de 1100 kw en Villablino, que

aprovechará parte de los elementos sobrantes de la actual central de Ponferrada".

La nueva Central, situada al sur de la primitiva, se levanta en el año 1930 con el fin de disponer de una capacidad de 6000 kw. El primer edificio de estructura mixta, ladrillo macizo y acero laminado, consta de dos naves diferenciadas: una para las calderas que se sitúan según dos grupos dobles con un total de 4 calderas fabricadas por la empresa alemana Walter y que será ampliado por su testero oeste, en 1946, con la introducción de dos nuevas calderas Stirling de la empresa Babcock & Wilcox. Junto al cuerpo de calderas descrito aparece, como anexo y ligeramente desplazado, el edificio de generación que contiene dos turboalternadores construidos por la firma nórdica Stal. Este cuerpo, de tamaño más reducido, le confiere una armonía a todo el conjunto.

En el exterior del edificio de calderas se presenta un sistema de cintas transportadoras que servían para transportar el carbón, desde el muelle de carbones, hacia las calderas y sus hornos de combustión.

La gran Central Térmica de la MSP entra en funcionamiento el mes de abril de 1930 y, pese a no estar a pleno rendimiento, suministra fluido eléctrico a la fábrica de Cementos Cosmos en Toral de los Vados, inaugurada en el año 1924. Durante los dos años siguientes la producción crece a ritmo vertiginoso, pero, en 1933, la larga huelga de la fábrica Cosmos -que duró desde el mes de julio hasta febrero del año siguiente- supone un importante freno a su expansión. La Central cierra definitivamente en el año 1971, un año antes de la puesta en servicio de la moderna térmica Compostilla II. Desde entonces permanece abandonada.

Es preciso destacar estos antecedentes históricos para resaltar la implicación territorial de la empresa Minero Siderúrgica de Ponferrada (MSP) con la comarca del Bierzo y el Valle de Laciana, aspecto clave en el desarrollo de los contenidos referenciales para la formulación de la propuesta encaminada a la rehabilitación y musealización de la Central Térmica de la MSP. Como metodología de trabajo, entendimos la necesidad de llevar a cabo un análisis previo del entorno físico que incidía, directamente, sobre el objeto de la Central con capacidad para influir en las acciones a determinar en el proyecto de actuación exterior. Los objetivos se desarrollan según tres escalas referenciales de aproximación, en función de la dinámica territorial y la capacidad de generar un paisaje cultural, definido por la naturaleza y la industria.

El primer ámbito zonal donde se inscribe el análisis y posterior diagnosis se centra en el Valle del Sil. Éste viene definido por el territorio articulado en ambos márgenes del río, comprendido entre la subcomarca de Laciana hasta la ciudad de Ponferrada. En el mismo, aparte de la minería, se

ubican centrales hidráulicas, como la de Peñadrada (1957); térmicas, como la innovadora CT de Anllares (1982), junto antiguos molinos, etc… La disposición de estos elementos, cercanos a los márgenes del Sil, configuran una relación entre los agentes naturales y la transformación derivada de la industrialización y la generación de energía.

El segundo estadio viene representado por el rol que ejerce la ciudad de Ponferrada, su evolución y transformación como reflejo de una estructura urbana dinámica, especialmente a partir de la implantación de las infraestructuras derivadas de la producción energética: el ferrocarril, el almacenamiento y la distribución del carbón, junto a la construcción de las centrales térmicas, materializadas en distintos períodos.

El tercer nivel de aproximación al proyecto y que ejerce una influencia directa en el desarrollo del mismo, corresponde al recorrido que denominamos "Itinerario del Sil" y sobre el que se sitúa el propio conjunto de la Central Térmica de la MSP. Entendemos que la recuperación lúdica de los márgenes urbanos del río, impulsada desde el Ayuntamiento de Ponferrada en los últimos años, debe tener continuidad con un camino cultural (industrial-paisajístico), en su margen derecho, entre las instalaciones de la Central Térmica de la MSP hasta la presa de la Fuente del Azufre, pasando por el complejo de Compostilla. Hay que añadir, también, la aportación necesaria de los elementos referenciales siguientes: los canales del Sil; el edificio de regulación del Canal del Bierzo; la Central Hidráulica de la Fuente del Azufre (1949-1970) y el espacio –objeto de una futura intervención- donde se ubicaba el popular Balneario de la Fuente del Azufre.

Complementando el apartado anterior y con el objetivo dinamizador de la oferta cultural se plantea abordar tres conceptos fundamentales: El Carbón, a partir de la localización e identificación de las zonas de explotación (Valle de Laciana y Valle del Sil) así como de las variedades en la explotación de los distintos tipos carboníferos existentes en la zona; El Agua, como exponente de la riqueza hídrica representada por los embalses, ríos y arroyos repartidos a lo largo del Valle del Sil y, finalmente, la Energía derivada del carbón y del agua representada desde los primitivos molinos hidráulicos hasta las centrales eléctricas (térmicas e hidráulicas).

Contexto

La recuperación cultural-paisajística propuesta para la unidad de interés que integra la Central Térmica de la MSP, debe significar un factor fundamental del desarrollo, tanto por su impacto económico como por su influencia en la mejora de las condiciones de vida en todos sus ámbitos, especialmente en su tejido industrial, cultural, lúdico y residencial.

Los retos que se planteaban en el inicio del proyecto eran múltiples y no se centraban, únicamente, en la capacidad de abordar una restauración-rehabilitación arquitectónica. Se trataba de crear una interacción positiva entre las estructuras industriales, recuperadas como espacios para la cultura; fomentar el desarrollo turístico y económico y motivar a la sociedad, especialmente los habitantes de Ponferrada, el Bierzo y el Valle de Laciana, complementada con una oferta supraterritorial donde el futuro Museo se entendiera como una pieza importante en toda el área de influencia.

La formulación de todas las propuestas de intervención, sobre el presente y el futuro de la unidad de interés patrimonial en el entorno de la Central Térmica de la MSP debía, pues, obedecer a las siguientes premisas o consideraciones:

La cultura derivada del patrimonio industrial adquiere su sentido pleno cuando se presenta en plural, especialmente a partir de un complejo singular como el de la Central Térmica de la MSP, definida por la diversidad de elementos que la constituyen, la heterogeneidad y la riqueza de contrastes que ofrece, especialmente con relación al entorno y su interconexión con otras estructuras complementarias, tanto en el ámbito territorial como en su vinculación urbana. La unidad patrimonial vinculada a la Central Térmica de la MSP es patrimonio sin adjetivos y ese criterio vale para cualquier manifestación de la cultura que habite en ella.

La situación en la que se encontraba la Central, abandonada, prácticamente desconocida, de espaldas a la morfología urbana de Ponferrada y con una total desconexión entre el espacio industrial y el área residencial que la circunda, requería una actuación urgente para su salvaguarda como bien cultural pero también como elemento de dinamización turístico-cultural, capaz de promover en el proceso de restauración, rehabilitación y museografía criterios imaginativos e innovadores propios del siglo XXI, en consonancia con la singularidad y excepcionalidad de los edificios y su entorno. Su estratégica posición, a orillas del río Sil –origen de un itinerario industrial-paisajístico hasta la Fuente del Azufre- y su vinculación a la estructura del poblado de Compostilla con la antigua Central Térmica de ENDESA, así como su vinculación derivada del enlace directo con un área de nuevo desarrollo urbano de la ciudad y su ámbito de influencia, le confieren unas extraordinarias perspectivas de futuro.

Un proyecto de intervención que integra todos los valores culturales

Desde el momento en que la Fundación Ciudad de la Energía (CIUDEN)[13] promueve uno de sus proyectos más emblemáticos, simbolizado en la re-utilización de la antigua central térmica de la Minero Siderúrgica de Ponferrada (MSP) para formar parte de la estructura esencial del Museo Nacional de la Energía (ENE Museo), se determinan, implícitamente, estos objetivos enumerados anteriormente con el fin de acometer una rehabilitación patrimonial capaz de integrar un discurso en perfecta sintonía con el conjunto industrial, el territorio donde se ubica y la pervivencia de sus valores históricos y sociales.

La formulación de nuestra propuesta de intervención arquitectónica y museográfica se fundamenta en la voluntad de recuperar culturalmente un complejo definido por la diversidad de los elementos que lo constituyen, su heterogeneidad, su riqueza de contrastes -especialmente en relación con el entorno- y su interconexión con estructuras complementarias en el ámbito territorial. Se ha huido de soluciones que, aparentemente, pudieran atraer al visitante, pero que en el fondo serian discriminatorias, como las que promueven la idea de un "parque temático".

La rehabilitación se ha planteado con el objetivo de convertir los edificios de la industria en contenedores culturales, respetando sus características originales y sus valores patrimoniales, tangibles e intangibles (tipológicos, tecnológicos, constructivos, sociológicos). Por todo ello, el análisis inicial de las edificaciones históricas y su interpretación posterior, adquirida a través de fuentes orales y de numerosa documentación consultada en los archivos (MSP y Municipal de Ponferrada), determina los criterios básicos de la actuación:

Rescatar un patrimonio olvidado con el fin de generar en la población un sentimiento de identidad que facilite el reencuentro con su legado más importante. Se trata de revivir la memoria histórica a través de los testimonios y vivencias del pasado sin eliminar los referentes que aún se conservaban.

Intervenir adecuadamente respetando el marco físico de los edificios, condicionado por las condiciones topográficas la orografía del terreno y

[13] El Gobierno de España crea la "Fundación Ciudad de la Energía" por acuerdo del Consejo de Ministros de 12 de mayo de 2006, como fundación pública estatal, con el objetivo de "potenciar el desarrollo económico y social de la comarca del Bierzo", mediante la ejecución de actividades relacionadas con la energía y el medio ambiente, siendo una de sus principales finalidades culturales la rehabilitación del antiguo complejo industrial de la Central térmica de la Minero Siderúrgica de Ponferrada como sede del Museo Nacional de la Energía (Ene.Museo).

acorde a su posición estratégica en el proceso productivo: desde la llegada del carbón –procedente del ferrocarril- hasta la producción de energía.

Incorporar nuevos lenguajes en la propuesta arquitectónica y complementar desde la museografía las calidades expresadas por las antiguas estructuras y tipologías industriales del conjunto de la Central Térmica de la MSP.

Asumir los valores patrimoniales de la misma, a partir del reconocimiento de sus estructuras e instalaciones que, afortunadamente, no habían sido gravemente alteradas en su configuración.

Promover espacios creativos y activos que sean fácilmente interpretables por el público.

Estimular y atraer a los visitantes ofreciendo un alto contenido cultural y formativo, sin desdeñar los aspectos singulares de cada una de las construcciones que configuran el MNE.

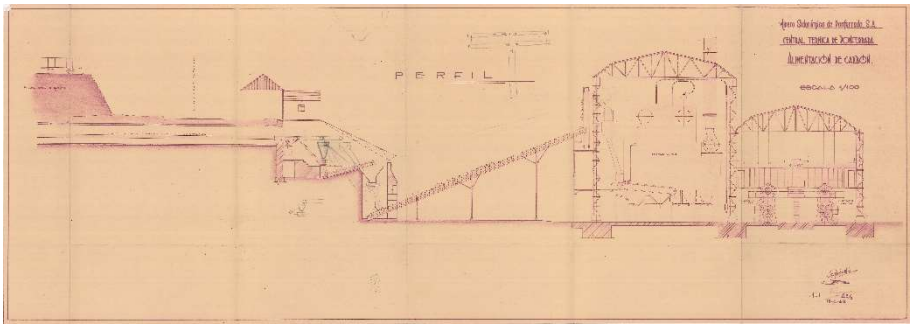


Figura 5. Sección transversal del conjunto de la Central Térmica de la MSP (1963). Relación entre los espacios: Muelle de Carbones, Sala de Calderas y Sala de Turbinas-Generación. [AH MSP].

El proyecto de intervención se resuelve desde la preservación de todos los elementos originales y que son imprescindibles para explicar el proceso de producción de la energía en la Central. De manera simple el recorrido de los visitantes reproduce el ciclo productivo a partir del carbón, en un itinerario didáctico que posibilita una comprensión rápida que asocia el espacio original con la información complementaria necesaria en cada momento.

La disposición estratégica del muelle de carbones, acomodada topográficamente a la orografía del terreno, ofrece sus particulares características didácticas para explicar el proceso de aprovisionamiento del carbón hacia la Central. Los elementos y sistemas asociados a la llegada, transporte y descarga del mineral le confieren unos valores de singularidad a toda la implantación, con una elevada capacidad comunicativa desde el exterior hasta el interior. Asimismo el mantenimiento de la estructura de plano inclinado y vertiente única, que esta construcción ofrece, facilita el diseño

de una cubierta envolvente, capaz de acomodarse a los diferentes espacios que se generan en su interior, preservando el espíritu con el que fue concebido y permitiendo reutilizar los pilares metálicos, a partir de los carriles de ferrocarril (perfiles de vía), los mismos que fueron usados en el trazado de la línea férrea entre Ponferrada y Villablino formados por perfiles de vía, sin alterar su contenido formal. También se han recuperado elementos materiales existentes todavía, como las estructuras de hormigón y palancas metálicas de apertura de compuertas que conforman las tolvas de vertido de carbón, las vagonetas de carga y las cintas transportadoras...

Figura 6. Nave de Calderas de la Central Térmica de la Minero Siderúrgica de Ponferrada (MSP). ENE Museo, 2012.

La intervención ha querido enfatizar la relación entre el muelle de carbones y el edificio de la central térmica a través de un "discurso contemplativo" entre sus dos fachadas, diseñando un recorrido interior que permita, a su vez, visualizar las funciones de las tolvas y observar, en el lado opuesto, el frente longitudinal del edificio que alberga las calderas manteniendo la "conectividad productiva" peatonal entre los dos edificios, por medio de la pasarela original adecuadamente rehabilitada.

En su dinámica territorial la posición del conjunto, a orillas del río Sil – origen de un itinerario industrial-paisajístico hasta la Fuente del Azufreasí como su relación con la antigua Central Térmica de Compostilla confieren al proyecto realizado unas extraordinarias perspectivas como polo de atracción cultural.

Las diferentes actuaciones de restauración, junto a otras más interpretativas e innovadoras, planteadas con la voluntad de no alterar los valores originales de los espacios y sus elementos, se han diseñado con el fin de inducir una verdadera conciencia industrial en el mismo lugar donde se

producía la energía. En ausencia de actividad viva, sin ambientes que posibiliten la interpretación, sin referentes históricos del pasado, sin capacidad de estimular al visitante, no sería posible obtener un verdadero desarrollo social y económico en sintonía con los objetivos que se habían propuesto.

Figura 7. Nave de Turbinas de la Central Térmica de la Minero Siderúrgica de Ponferrada (MSP). ENE Museo, 2012.

Como conclusión podemos afirmar, en los dos casos planteados, que los conceptos de patrimonio y cultura deben ser leídos de forma recíproca. A mayor calidad expresada en la recuperación singular y coordinada entre todas las visiones patrimoniales (paisajística, arquitectónica y museográfica) se obtiene una mejor expresividad cultural y viceversa.

LISTA DE REFERENCIAS

SÁNCHEZ VILANOVA, Ll. (1992): *L'aventura hidroelèctrica de la Vall de Capdella*. FECSA. Barcelona.

CAPEL, H. (1994): *Las Tres Chimeneas*. FECSA. Volumen II. Barcelona.

BONETA, M. (2003) *La Vall Fosca: Els llacs de la llum*. Garsineu Edicions. Tremp.

VILANOVA, A., MOYA, S. (2003): *La Vall Fosca*. *Proyecto de itinerarios de arqueología industrial y de espacios de interés natural y paisajístico*. Estudios Plan Director. Barcelona.

VÁZQUEZ, V.M. (1994): *Somiedo, energía y vida*. Hidroeléctrica del Cantábrico, S.A. Oviedo.

LATORRE, X. (1995): *Història de l'aigua a Catalunya*. L'Abecedari. Premià de Mar.

PAVIA, R. (1998): *Paesaggi elettrici. Territori, Architectture, Culture*. ENEL. Roma.

FOËX, E., BROENNIMANN, T. (2005) : *La Vallée Électrique*. Infolio éditions, Gollion – Fribourg.

L'Archéologie Industrielle en France. Patrimoine de l'électricité Número 52, juin 2008. Paris*. CILAC. Comité d'information et de liaison pour l'étude et la mise en valeur du Patrimoine Industriel.*

PONT, F., LLORDES, T. (2014): *Els nous usos del patrimoni industrial català*. mNACTEC. Terrassa.

INDE Informació i Debat. Dels llocs memorables als paisatges culturals. González, J.C., págs. 66-73. Febrero 2004. *Col·legi d'Arquitectes de Catalunya (COAC)*

FELIU TORRAS, A., ALAYO, J.C., BAYÓ, C., BOQUER, F., LATORRE, X., MATA, R., MATA PERELLÓ, J.M., MIRALDA, A., MONTANER, J.M., MOYA, S., PASCUAL, P., TARRAGÓ, S., VILANOVA, A. (2002): *Cien Elementos del Patrimonio Industrial de Cataluña.* Lunwerg Editores. Barcelona.

NADAL, J., MALUQUER DE MOTES, J. (1985): *Catalunya la Fàbrica d'Espanya*. *Un segle d'industrialització catalana.* Catálogo de la Exposición. *Ajuntament de Barcelona.*

BONETA, M., TARRAUBELLA, X. (2013): *L'electricitat al Pallars Jussà, 1911-1940. Imatges d'un temps i d'un espai.* Garsineu Edicions. Tremp.

VILANOVA, A *«Arquitectura e Industrias Modernas, 1900-1965»*., págs. 179-186. *Actas del Segundo Seminario DOCOMOMO Ibérico*. Sevilla, 1999.

ÁLVAREZ FERNÁNDEZ, M., BENT, M., PÉREZ LANUZA, D., PRIETO I TUR, Ll. (2000): «El Ferrocarril de Ponferrada a Villablino y la minería en el Bierzo». *Monografías del Ferrocarril* nº13. Lluís Prieto, editor. Mollet del Vallès.

RELEA FERNÁNDEZ, CARLOS E. (2003): *Ponferrada y el río Sil: El reencuentro de una ciudad con su origen. Coloquio de Geografía urbana.* Págs. 287-292. Universidad de León. Secretariado de Publicaciones y Medios Audiovisuales.

Estatutos de la Compañía Minero siderúrgica de Ponferrada, Sociedad Anónima. Madrid, 1945

ALONSO SANTOS, José L. (1984): *El proceso urbano de Ponferrada. De centro industrial a capital económica del Bierzo.* Gráficas Alonso. Salamanca.

VEGA CRESPO, J. (2003): *Minero Siderúrgica de Ponferrada 1918-2010: Historia y futuro de la minería leonesa*. Lid Editorial. Madrid.

Energía y poder
Historizando la Red Eléctrica Mundial

Marion Steiner

Diploma alemán de Geografía de la Humboldt-Universität zu Berlin, 2002; DESS francés de Geopolíticas de la Université de Paris 8, 2004; Coordinadora del Centro Berlinés del Patrimonio Industrial, 2011-15; Actualmente: Directora del equipo Redes Nacionales e Internacionales en el Depto. Patrimonio Industrial de la Asociación Regional de las Municipalidades del Ruhr (Regionalverband Ruhr) y Doctoranda en la Bauhaus-Universität Weimar y la Pontificia Universidad Católica de Chile con el proyecto de tesis: "El enchufe chileno: La electrificación alemana del Chile urbano, Valparaíso y Santiago 1880-1920". Contacto: Marion Steiner, steiner@rhondda.de

Febrero de 2016

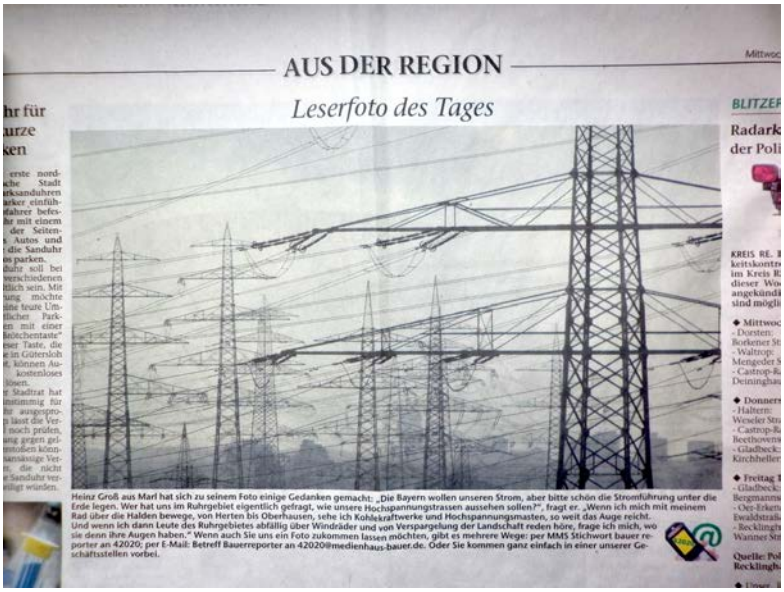
El 17 de febrero del 2016, un día antes de mi charla en Madrid, el periódico Recklinghäuser Zeitung publicó la remarcable foto de un lector (figura 1) que muestra una sección típica del paisaje energético del Ruhr y que fue acompañada por el siguiente comentario:

> "Los bávaros quieren nuestra electricidad, pero, por favor, que los cables-estén puestos bajo tierra. ¿Quién en realidad nos ha preguntado a nosotros en el Ruhr, cómo queremos que aparezcan nuestras líneas de alta tensión? Cuando voy en bicicleta por los escoriales de la región, veo centrales térmicas y torres de alta tensión hasta dónde llega la mirada. Y cuando escucho a la gente del Ruhr hablar despectivamente de las ruedas eólicas y de la esparraguización (desfiguración) del paisaje, me pregunto dónde tienen sus ojos."

Heinz Groß, ciudadano de Marl, plantea aquí la cuestión de cómo surgió el paisaje energético del Ruhr y remite así a un tema histórico-cultural de relevancia social actual. En mi presentación que se publica aquí de forma muy condensada, he tratado este tema desde una perspectiva histórico-global. Partí, sin conocerle, de la misma constatación que Heinz Groß: que precisamente no es una coincidencia que las redes eléctricas se construyan de manera diferente en diferentes lugares sino que, más bien, los paisajes regionales distintivos reflejan relaciones de poder específicas. Como se verá más adelante, esta perspectiva histórico-global, aplicada aquí sobre tres regiones del mundo y algunas características de sus paisajes energéticas respectivas, nos lleva además a reflexiones críticas sobre el desarrollo histórico de nuestra infraestructura y de la red eléctrica mundial.

ELECTRÓPOLIS BERLÍN: CENTRO DE PODER

Cuando la "Revolución Eléctrica" comenzó alrededor del 1880, el Imperio Alemán recién unificado en 1871 y los Estados Unidos de América se embarcaron hacia nuevos horizontes con la ambición de reemplazar a Inglaterra como potencia mundial hegemónica. Tecnológicamente existió una fuerte competición entre las empresas electrotécnicas alemanas y estadounidenses; al mismo tiempo hubo entre ellas un intenso intercambio de ideas, personas y patentes y negociaron acuerdos sobre cómo repartirse entre ellas el mercado mundial. Hacia el 1900, como los cuatro actores globales de la industria eléctrica se habían establecido: en Alemania la *Siemens* y la *AEG*, ambas en Berlín; y en los EE.UU. la *General Electric* y la *Westinghouse*, en ciudades diferentes. Dado que la nueva tecnología era de gran escala y su construcción necesitaba bastante capital, el prefinanciamiento resultó ser una precondición para poder realizar los proyectos. Así fue que en el mercado financiero surgió una fuerte competencia con Londres, el centro financiero más importante del Sistema Mundial Moderno[1] en aquellos momentos. Ya en el 1870, con la motivación explícita de independizar a la industria y el comercio alemanes de la moneda británica, se había creado el *Deutsche Bank*, otra vez en Berlín.[2]


AUS DER REGION

Leserfoto des Tages

Heinz Groß aus Marl hat sich zu seinem Foto einige Gedanken gemacht: „Die Bayern wollen unseren Strom, aber bitte schön die Stromführung unter die Erde legen. Wer hat uns im Ruhrgebiet eigentlich gefragt, wie unsere Hochspannungstrassen aussehen sollen?", fragt er. „Wenn ich mich mit meinem Rad über die Halden bewege, von Herten bis Oberhausen, sehe ich Kohlekraftwerke und Hochspannungsmasten, so weit das Auge reicht. Und wenn ich dann Leute des Ruhrgebietes abfällig über Windräder und von Verspargelung der Landschaft reden höre, frage ich mich, wo sie denn ihre Augen haben." Wenn auch Sie uns ein Foto zukommen lassen möchten, gibt es mehrere Wege: per MMS Stichwort bauer reporter an 42020; per E-Mail: Betreff Bauerreporter an 42020@medienhaus-bauer.de. Oder Sie kommen ganz einfach in einer unserer Geschäftsstellen vorbei.

Figura 1. Recklinghäuser Zeitung, 17.2.2016. Foto: Heinz Groß, Marl.

[1] Véase Wallerstein 1974-2011: *The Modern World-System*, 4 Vols.
[2] Véase Gall 1995: 8.

Y mientras que la empresa familiar *Siemens & Halske* inicialmente se refrenó en participar en el mercado financiero internacional y sólo se transformó en sociedad anónima en el 1897,[3] la AEG ya había nacido como sociedad anónima y actuaba en el mercado financiero internacional desde muy temprano, fuertemente apoyada por el Deutsche Bank a partir del 1887. Como ejemplos de esta temprana colaboración entre la AEG y el Deutsche Bank se pueden nombrar el "*Bank für Elektrische Unternehmungen*" ("*Elektrobank*"), fundado en el 1895 en Zürich con el propósito de financiar el negocio de electrificación en el sur de Europa, y la "*Deutsch-Ueberseeische Elektricitäts-Gesellschaft*" (DUEG), creada pocos años más tarde en Berlín a fin de conquistar el mercado eléctrico latinoamericano. La DUEG, conocida como "*Compañía Alemana Transatlántica de Electricidad*" (CATE) en América Latina, además es un buen ejemplo de la estrecha interrelación que existía entre los actores claves del negocio eléctrico alemán quienes en el fondo siempre fueron los mismos aunque en constelaciones variadas. Así es que entre los socios fundadores del DUEG en el 1898, a parte del Deutsche Bank y la AEG con un 16% cada uno, figuraba también la *Elektrobank* con un 3½%, la que ella misma también fue una creación de los mismos AEG y el Deutsche Bank.

La mayoría de los bancos alemanes principales muy pronto se asoció a la DUEG la que, al estallar la Primera Guerra Mundial, se había convertido en la mayor inversión del capital alemán en el extranjero – junto con el ferrocarril a Bagdad, otro proyecto infraestructural de gran envergadura emprendido por el Imperio Alemán pero entablado en un contexto geopolíticamente mucho más controvertido que la DUEG cuyo desarrollo, en comparación, se pudo realizar en silencio. América Latina al terminarse el siglo XIX fue considerado como continente económicamente emergente y para Alemania ya representó una zona de negocios muy importante, mientras que para los Estados Unidos recién aumentó en importancia poco antes de la apertura del Canal de Panamá en el 1914. Tal vez por el hecho de que la DUEG en América Latina se haya podido desarrollar a la sombra de los acontecimientos políticos mundiales, la DUEG también es un buen ejemplo de las ambiciones hegemónicas non-territoriales de Alemania como potencia económica mundial emergente que en contraste con poten-

[3] Pohl 1988: 141, Gall 1995: 38.

cias anteriores utilizó métodos de dominación más sutiles: Mientras que el Imperio Británico y los Países Bajos, como anteriormente España y Portugal, aún fundaron colonias las que por consecuencia tenían que administrar también, los alemanes (y pronto también los estadounidenses) con sus métodos principalmente económicas se salvaron de este esfuerzo adicional.

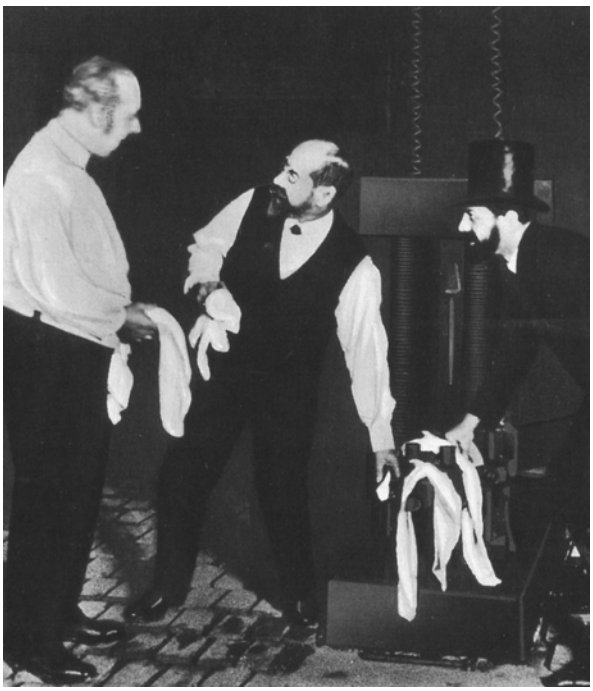


Figura 2. Emil Rathenau (1838-1915), 1882.
Empresario. Fundador de la AEG.

Un factor muy favorable para el florecimiento del negocio eléctrico mundial de los alemanes fue sin dudas la concentración de los actores principales en la capital Berlín en cuyo centro trabajaba un triángulo característico de inventores, empresarios y financieros. Entre ellos destacan como personalidades más famosas: Werner Siemens (1816-1892), el inventor del dínamo y del motor eléctrico quien inicialmente conquistó el mercado con tecnologías de corriente de bajo voltaje como la telegrafía y la radio; Emil Rathenau (1838-1915) (figura 2), quien en 1882 después de diez años de fracasos profesionales y de espera a que le lleguen buenas ideas se aseguró las patentes de Edison para Alemania y en el 1883 fundó la "*Deutsche Edison Gesellschaft*", el predecesor de la AEG; y Georg Siemens (1839-1901) (figura 3), uno de los directores fundadores del Deutsche Bank en el 1870, quien previamente ya había demostrado sus habilidades diplomáticas en la construcción de la línea telegráfica en Persia realizada por la compañía de su tío Werner ya mencionado. En los nego-

cios hispanohablantes del banco fue soportado a partir del 1893 por Arthur Gwinner (1856-1931), quien previamente había trabajado como banquero privado y cónsul de Alemania en Madrid y desde ese entonces ya colaboraba con la AEG y el Deutsche Bank en sus negocios eléctricos en España. Su integración en el directorio del Deutsche Bank es uno de los muy buenos ejemplos de la manera inteligente y estratégica con la cual las instituciones líderes reclutaron a personal calificado.

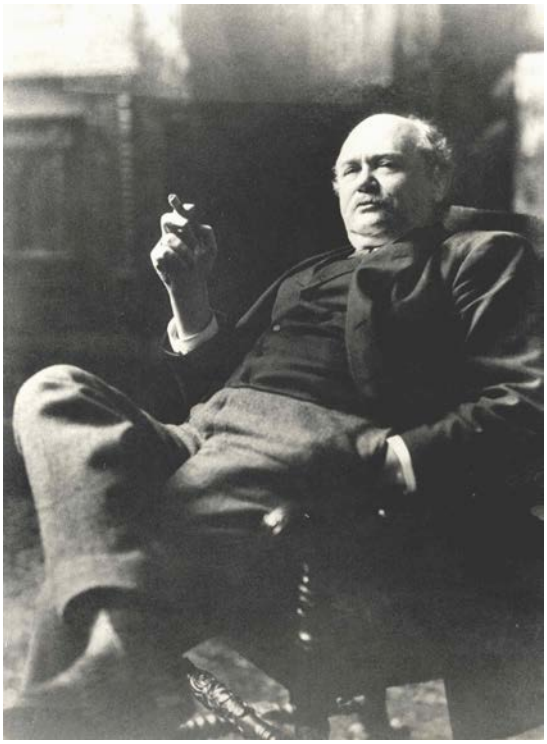


Figura 3. Georg (von) Siemens (1839-1901), 1895 aprox.
Abogado, banquero y político. Primer director del Deutsche Bank. Fuente: Instituto Histórico del Deutsche Bank, Frankfurt am Main.

En sus campos de negocios respectivos, Emil Rathenau y Georg Siemens representaban a un "nuevo tipo" de actores.[4] Emil Rathenau, considerado el primer *Business Manager*, "reconoció la curiosidad y la comodidad de los consumidores, cuya necesidad por las innovaciones sólo tenía que ser intrigada",[5] inventó el marketing corporativo moderno y encargó a Peter Behrens el desarrollo de un diseño

[4] Gall 1995: 14

[5] *Business Manager*: "*Unternehmensmanager*" en alemán (Pohl 1988: 17, 117-119); cita: Rathenau "*erkannte die Neugierde und Bequemlichkeit der Konsumenten, deren Bedürfnis nach Neuerungen nur geweckt werden mußte*" (Pohl 1988: 203).

homogéneo para la AEG – lo cual Werner Siemens criticó como competencia desleal y un verdadero "escándalo".[6] Georg Siemens de su parte se considera el primer *Bank Manager* en la historia de Alemania; con la Ley de las Sociedades Autónomas modificada en el 1884, que amplió de manera considerable los poderes de los directores de bancos, el director del Deutsche Bank se puso a promover y dirigir proactivamente los negocios internacionales de muchas empresas industriales alemanas.[7]

Investigaciones recientes de historiadores de la economía sugieren que contrariamente a la interpretación dominante hasta ahora no hayan sido los fabricantes pero más bien los financieros con sus conexiones internacionales quienes facilitaron de manera decisiva la expansión global de la electrificación.[8] La mayoría de los actores claves de esta red mundial jugaban además un papel proactivo en la elaboración de las políticas nacionales. En materia de política exterior muchos de ellos eran colonialistas y convencidos de que su propia nación y cultura fuesen superiores a otras. Con su nuevo producto y rodeándose del discurso promocional de que la electrificación facilite y embellece la vida cotidiana de la gente del futuro, conquistaron el mercado mundial. Por sus "logros", muchos de ellos fueron ennoblecidos.

Así, en un espacio muy restringido en el centro de Berlín, durante las dos últimas décadas del siglo XIX se consolidó una constelación característica de inventores, empresarios y financieros. La joven capital alemana se convirtió en un centro del poder mundial y sirvió a la vez como laboratorio para testar las nuevas tecnologías inventadas en ella: Su red eléctrica creció como parte de la ciudad y definió nuevas jerarquías espaciales en el territorio urbano, determinando nodos, líneas y periferias. A diferencia de París o Londres que nacieron como grandes ciudades siglos atrás a raíz de ser residencias de reyes, la metrópolis de Berlín surgió sólo ahora, con la segunda revolución industrial, y dentro de poco más de dos décadas se levantó de la arena de Brandenburg. El crecimiento se produjo con un dinamismo que

[6] Pohl 1988: 119.
[7] Gall 1995: 14.

[8] "the story of multinational enterprise and international finance was not peripheral but was basic to an understanding of the spread of electricity around the world" (Hausman, Hertner, Wilkins 2008: xv).

hasta ese momento sólo se conocía de las ciudades estadounidenses[9] y que hasta hoy en día se ve reflejado de manera impresionante en cuentos urbanos utópicos como por ejemplo la película "Metropolis" de Fritz Lang o la novela "El 35 de Mayo" de Erich Kästner. Bautizada "*Electrópolis*", Berlín se convirtió en el sinónimo de una ciudad moderna en la que la tecnología y la cultura se interconectan con dinámicas urbanas para formar algo nuevo que antes era inimaginable.[10] Legos y profesionales del mundo entero llegaron de visita a la ciudad para admirar esta evolución. A la vez con la metrópolis industrial nació una inmensa clase obrera que fue alojada en los así llamados "cuarteles de Berlín" ("*Berliner Mietskasernen*"): enormes bloques de viviendas construidas por toda el área de lo que hoy en día es el centro de Berlín, siguiendo los trazados predefinidos en el 1862 por el "Plan Hobrecht". Su percepción hoy en día ha cambiado completamente dentro de un contexto de gentrificación que desde la caída del muro hace un cuarto de siglo transformó a los barrios primordialmente obreros de antaño, como Prenzlauer Berg, Kreuzberg o Friedrichshain, en los barrios más atractivos de la ciudad del presente.

LA PERIFERIA: LOS PROVEEDORES Y LOS CONSUMIDORES

Pero como ningún desarrollo se construye sobre la base de arena, cabe preguntar: ¿De dónde llegaron las materias primas que alimentaron el ascenso de la Electrópolis Berlín? ¿Y qué es lo que al mismo tiempo permitió el ascenso de Alemania como nación exportadora? ¿Quiénes fueron sus clientes? Una doble mirada hacia las periferias ayuda a aclarar las cosas: Representando una región de materia prima en los países del Norte, el primer ejemplo del Ruhr que proporcionó gran parte de su carbón a la capital para la generación de electricidad demuestra cómo la periferia al interior del propio territorio nacional alimentaba su centro de poder.

---

[9] El Baedeker de Berlín formulaba en el año 1904: "*so begann nun, namentlich seit 1871, jener wunderbare Aufschwung der Industrie und des Handels, welcher Berlin mit einer sonst nur bei amerikanischen Städten beobachteten Geschwindigkeit in die Reihe der Weltstädte einführte.*" (Baedeker, Karl: *Berlin und Umgebung* (Leipzig: Verlag Baedeker, 1904, 223 p.), p. 44).

[10] Acerca del término "Electrópolis Berlin" véase Dame 2011: introducción; y para conocer el patrimonio arquitectónico de la Electrópolis Berlín se recomienda Dame 2014.

A parte, la periferia del Sur produjo otras materias primas más, también facilitando el crecimiento del centro; una parte no despreciable del cobre por ejemplo, material conductor requerido para la producción de cables, llegó en estos tiempos ya no de Europa pero de Chile cuyas ciudades en cambio, como todas las ciudades del mundo, se convirtieron en buenos consumidores de la nueva tecnología que rápidamente se fue exportando hacia todas las partes del globo.

Mi segundo ejemplo considera entonces la región capitalina chilena como representante de todas estas ciudades clientes que no sólo ansiaban que la electrificación mejore sustancialmente sus condiciones de vida urbana, sino también la veían como un símbolo para su progreso hacia un estilo de vida moderno y europeo. Contemplando a Chile como una unidad estatal, el intercambio comercial injusto entre el Norte y el Sur queda muy claro: Las materias primas de la periferia chilena se venden al Norte en cuyo centro de poder se produce un "producto monopolizado"[11] que luego importan a un gran costo las ciudades del centro chileno para su modernización. Estos "Terms of Trade“ aseguran que la plusvalía de este negocio permanezca con los actores centristas y reflejan relaciones globales de poder y de dominación económica que poco han cambiado hasta el día de hoy.

El Ruhr como el proveedor de la materia prima

Con la Revolución Eléctrica iniciándose, la acción geopolítica prusiana que se había llevado a cabo durante décadas anteriores, dio nuevos frutos: Ya antes de la fundación del Imperio Alemán en el 1871, Prusia se había asegurado por medios bélicos el acceso a las cuencas carboníferas de Silesia (Guerras de Silesia, 1740-63) y del Ruhr (la victoria sobre Napoleón que se concluyó en el Congreso de Viena en el 1815 le aseguró el control de la región integral, más allá de las partes que ya le pertenecían desde el siglo XVII). Este control de importantes materias primas facilitó el ascenso de Prusia como estado dominante dentro de la Confederación Germánica y de Berlín como capital del nuevo imperio.

[11] Terminología según Wallerstein: "*Monopolization versus competition: the more competitive a product is, the more peripheral it is, because the less money you can make on it. The more monopolized a product is, the more core-like it will be, because you can make money on it.*" (entrevista con Schouten 2008: 6); véase también Wallerstein 1974-2011.

Figura 4. "Travesía ilegal" del río Lippe durante la ocupación del Ruhr, 1924. Fuente: Archivo Histórico del Grupo RWE, fondo fotográfico VEW, Essen.

El Ruhr, que originó como región industrial desde finales del siglo XVIII y ya era la región industrial más grande de Europa hacia la década de 1870, ahora se convirtió en el principal proveedor de materia prima dentro del territorio nacional alemán, seguido de cerca por Silesia. De la gran importancia geoestratégica del Ruhr, como también de las otras regiones proveedores de materia prima en el corazón de Europa, atestiguan los conflictos armados estallados por enésima vez con motivo de ellas, por ejemplo cuando después de la Primera Guerra Mundial, la potencia victoriosa Francia ocupaba el Ruhr en la década del 1920 (figura 4); o cuando durante la Segunda Guerra Mundial los alemanes anexionaban el Bassin Minier en el norte de Francia y esta vez, al contrario de su comportamiento en la Primera Guerra Mundial, no destruyeron las instalaciones de extracción sino continuaron la operación a su propio beneficio; o aún cuando después de la Segunda Guerra Mundial los aliados desmantelaron gran parte de las plantas industriales del Ruhr que habían sobrevivido a los bombardeos y como servicios de reparación las trasladaron hacia sus países a fin de aumentar su propia producción. Y en la actualidad, la guerra en Ucrania nos recuerda otra vez de la gran importancia geopolítica que siguen teniendo las regiones de materia prima en Europa: no es una casualidad que el centro del conflicto sea precisamente la gran cuenca carbonífera del Donbass.

A diferencia de Berlín, las regiones de materia prima en su calidad de ser periferias carecen de actores que son típicos del centro. En particular, los financieros más importantes del negocio eléctrico en el Ruhr eran exteriores de la región, basados en Wuppertal, Colonia o Frankfurt am Main y sobre todo en Berlín. La joven capital, con la creación del Imperio Alemán, pronto se convirtió en su centro financiero dominante, primero igualando a Frankfurt en esa función para luego superarlo alrededor del 1900. Sin embargo, existían estrechos vínculos entre el élite de Berlín y los así llamados "barones del Ruhr" – o "príncipes de materia prima" como prefiero llamarlos en otros contextos para acentuar que se trata de un grupo de actores típico que domina los asuntos y la fortuna de las regiones de materia prima en general. Las relaciones íntimas entre los barones del Ruhr y los actores claves de la Electrópolis Berlín, se reflejan entre otras cosas en la financiación y construcción de centrales eléctricas. En el 1898 se creó en Essen la Empresa Eléctrica de Renania y Westfalia (*Rheinisch-Westfälisches Elektrizitätswerk*, RWE) en la vecindad inmediata de la mina de carbón de Hugo Stinnes (1870-1924) (figura 5), un nieto de Mathias Stinnes (1790-1845) de Mülheim quien él era uno de los primeros navegantes de carbón en el Rin.

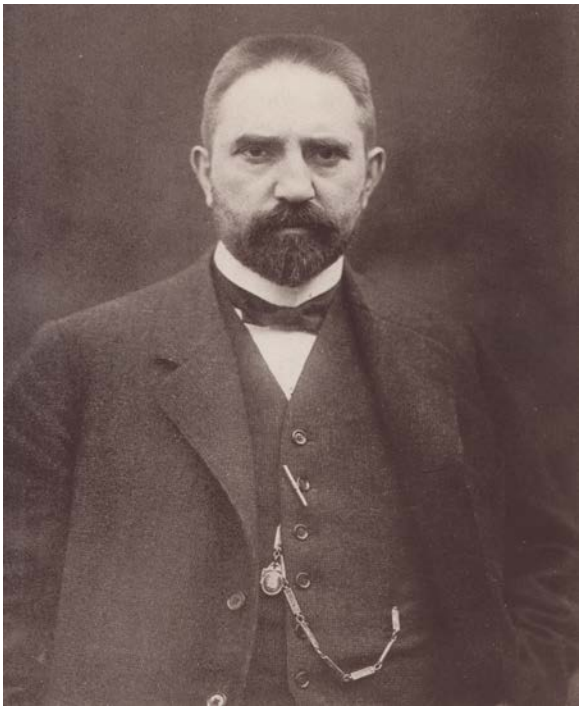


Figura 5. Hugo Stinnes (1870-1924), 1900. Fuente: Archivo Histórico del Grupo RWE, Essen.

Desde el principio, Hugo Stinnes suministró la central de Essen con el carbón de su mina y en el 1902, durante la "Crisis Eléctrica", junto al magnate de acero e hijo de banquero August Thyssen (1842-1926) y con el apoyo de un grupo de bancos alemanes que incluía el Deutsche Bank, el Dresdner Bank y el Disconto-Gesellschaft, se aseguró la mayoría de las acciones del RWE y empezó a instaurar un monopolio regional del suministro de energía eléctrica.[12] En respuesta, varias empresas eléctricas municipales unieron fuerzas en 1925 y fundaron los "*Vereinigte Elektrizitätswerke Westfalen*" (VEW), la motivación principal para esta creación siendo el temor común de los municipios de Westfalia ante la tendencia monopolista de la empresa privada de Hugo Stinnes. El adversario principal de Stinnes en estos años llegó a ser el gobernador del distrito comunal de Bochum, Karl Gerstein (1864-1924), quien, guiado por sus ideas de proveer de infraestructura pública a la región del Ruhr, además de la VEW participó también en la fundación de la "*Emschergenossenschaft*" y de otras dos instituciones de gestión regional del agua en la cuenca del Ruhr.[13] Sin embargo, no pasó mucho tiempo antes de que la VEW a su vez estableciera un monopolio territorial para la producción y distribución de energía eléctrica.

La participación de los grandes bancos berlineses en la financiación de las instalaciones eléctricas en el Ruhr se hizo a menudo a través de comunidades de interés con bancos privados en Colonia o Dusseldorf. La construcción de las plantas e infraestructuras eléctricos en general también fue contratada a Berlin; un ejemplo es la central térmica "Gerstein", construida por la AEG en el 1914 y ampliada varias veces después llegando a ser el nodo central de la red de suministro de la VEW. A partir de los años 1970 fue reemplazada por nuevas generaciones de centrales térmicas, un destino que ocurrió a la mayoría de las plantas tempranas de la región con el resultado de que hoy en día casi todas datan de la época de la modernidad tardía. Al igual que la frontera entre las antiguas provincias prusianas de Renania y de Westfalia, el límite de las áreas de cobertura de las dos monopolistas RWE y VEW también cortó en dos partes la cuenca del Ruhr – una división administrativa que sigue existiendo hasta el día

[12] Horstmann 2000: 22-24
[13] Horstmann 2000: 24-25

de hoy y que es más antigua que la propia región del Ruhr que recién nació como una región geo-cultural distintiva hace 150 años atrás a raíz de su desarrollo industrial. Esto significa también que desde su creación en el 1920, la Asociación Regional de las Municipalidades del Ruhr (véase abajo) está en competencia institucional permanente con las dos instituciones sucesoras de las ex-provincias prusianas. En el 2001, la RWE y la VEW fusionaron bajo el paraguas de la RWE y la compañía actualmente enfrenta graves dificultades económicas, en parte porque sus dos empresas predecesoras, fieles a su tradición de monopolistas, no se adaptaron a tiempo a los nuevos desafíos que representan el cambio del modelo energético y el abandono de la energía nuclear.

La región capitalina chilena como consumidor

Los inicios de la electrificación en Chile se parecen a los en el Ruhr; en ambas partes la nueva tecnología inicialmente fue aplicada en las industrias de extracción para aumentar la eficiencia de los procesos y sus rendimientos. Los primeros clientes de electricidad en Chile incluyen las minas de carbón de Lota, ubicadas a 500 km al sur de la capital Santiago, cuya dueña de nacionalidad chilena, Isidora Goyenechea de Cousiño (1836-1897), fue considerada en aquellos momentos la mujer más rica del mundo. Vivió mucho tiempo en Europa y de su enorme influencia social testiga hasta el día de hoy una calle en el elegante distrito XVI de París que en su honor fue nombrado "Rue de Lota". A la iniciativa de doña Goyenechea se debe entonces la construcción de la primera central hidroeléctrica de América del Sur, diseñada por la compañía de Thomas A. Edison y equipada con generadores de la compañía Schuckert de Nuremberg[14], con el fin de dotar electricidad a la mina de Lota y su ferrocarril subterráneo como también al alumbrado y al tranvía de la ciudad. Por las mismas razones de eficiencia económica y también tempranamente fueron electrificadas la minería del cobre, dominada por los estadounidenses, y la industria salitrera, dominada por los británicos –actividades industriales ubicadas en el norte del país. En cuanto a su estructura espacial, el suministro eléctrico público fue comparable en un princi-

[14]http://web.archive.org/web/20140810184733/http:/www.palaciocousino.co.cl/isidora.html.

pio a la "electrificación enclave"[15] impulsada por empresas privadas y la industria: También funcionaba de manera aislada inicialmente, el nuevo sistema infraestructural construyéndose sólo en los centros de las ciudades para servir exclusivamente las elites urbanas que aspiraron a un estilo de vida moderno y europeo. Los barrios y regiones periféricos en cambio, con muy pocas excepciones permanecieron sin servicio eléctrico durante mucho tiempo. Estas disparidades regionales son muy pronunciadas tanto en Chile como en otros países del Sur global, y con la lógica de la electrificación y su definición de ubicaciones centrales y periféricas progresando a grandes pasos, la segregación social al interior de estos países se acentuó y profundizó a lo largo de los últimos 100 años.

Examinando la electrificación de las dos principales ciudades de Chile – la ciudad-puerto de Valparaíso, centro comercial y financiero del país, y Santiago, la capital ubicada a 120 km hacia el interior – constatamos que su inicio fue dominado por empresarios y banqueros alemanes.[16] Es interesante observar que este hecho casi ya no esté presente en la memoria colectiva de los chilenos hoy en día quienes en general atribuyen a los ingleses los inicios de la electrificación en Chile. Es bien verdad que los ingleses realizaron una profunda modernización del sistema eléctrico de Santiago durante los años 1920 que estaba en muy mal estado porque los alemanes durante la guerra no lo mantenían bien, en parte por causa de los bloqueos económicos. La modernización inglesa fue acompañada por intensas campañas publicitarias y esto puede explicar porqué la electrificación en Chile en general está tan fuertemente conectada con los ingleses. El inicio de los sistemas eléctricos extensos en Santiago y Valparaíso, sin embargo, se debe a la "*Chilian Electric Tramways & Light Co. Ltd.*" (CET&L)[17], fundada con capitales alemanes en el 1898 y registrada en Londres, y a la "*Elektrische Straßenbahn Valparaíso A.-G.*" (ETEV),[18] fundada y registrada en el 1903 en Berlín. En el 1905 y el 1906 respectivamente, estas dos empresas operadoras en Chile fueron adquiridas por la DUEG, con lo cuál ésta dejó de ser sólo la em-

[15] Hausman, Hertner, Wilkins 2008: 50-51, 89-90.

[16] Acerca de la historia de las empresas eléctricas en Chile más importantes véase: Castillo 1994 y Nazer Ahumada, Couyoumdjian, Camus Gayan 2005.

[17] En español: Empresa Chilena de Tranvías y Alumbrado Eléctricos.

[18] En español: Empresa de Tranvías Eléctricos de Valparaíso (ETEV).

presa operadora de Buenos Aires y se convirtió en una sociedad holding que pronto expandió su radio de acción más allá de Argentina y Chile hacia otros países latinoamericanos. Varios historiadores tanto alemanes como chilenos sospechan que la integración de las dos empresas operadoras en Chile a la cartera de la DUEG haya sido previsto desde un principio.[19] De todas formas, su adquisición permitió desarrollar a la DUEG como un holding para el conjunto de este continente latinoamericano tan atractivo económicamente, minimizado a la vez los riesgos y la dependencia de la DUEG del desarrollo económico de países individuales.

Al examinar los socios fundadores de la DUEG y de las dos empresas operadoras en Chile es interesante constatar que no sólo participaron los actores habituales de la potente Electrópolis Berlín (la AEG y la Deutsche Bank eran socios fundadores de las tres empresas, y la fundación de la ETEV en el 1903 ya contó además con la participación de Siemens-Schuckert). En el 1898 participó además una compañía londinense llamada Wernher, Beit & Co. con un 10% en la fundación del holding DUEG en Berlín y con un 50% de la empresa operadora de Santiago. Es muy probable que esta participación de un 50% también haya sido el motivo para registrar a la CET&L en Londres. Más allá de las compañías, al identificar además a las personas involucradas en estos negocios, se aclaran los estrechos vínculos que existían en esta época entre los actores claves de nacionalidades diferentes que trabajaban en una multitud de países a la vez. La dimensión mundial de esta red de actores hacia finales del siglo XIX tal vez nos parezca sorprendente hoy en día, pero en el fondo sólo subraya lo que ya en aquellos tiempos fue un cotidiano común y corriente. A fin de cuentas, el negocio eléctrico multinacional nació simultáneamente con, e incluso como parte íntegra del capitalismo financiero mundial. Un ejemplo típico resulta ser Chile:

Los dos socios de la firma londinense, Julius Wernher (1850-1912) y Alfred Beit (1853-1906), ambos nativos de Alemania, habían llegado a Sudáfrica en la década del 1870 – Wernher vía Paris y Londres, Beit vía Hamburgo y Amsterdam.[20] Participaron en la incipiente fiebre del

[19] Véase por ejemplo Seidenzahl 1984: 172.

[20] Para informaciones detalladas sobre Alfred Beit véase: Albrecht 2012; sobre Julius Wernher: Trevelyan 2012.

diamante y luego del oro y su éxito profesional les permitió absorber en el 1890 la empresa de su jefe Jules Porgès (1839-1921). Éste, hijo de un joyero judío nacido en Praga, trabajaba como comerciante de diamantes en París y Amsterdam y había encargado la dirección de la parte sudafricana de su negocio a su protegido Wernher quien poco despúes integró a Beit. Porgès en muy corto plazo se hizo muy rico y al retirarse de la vida activa este hombre de negocios vendió su empresa a sus dos mejores empleados. Wernher y Beit iban a sobrepasarle aún en riqueza y hoy en día se consideran los hombres más ricos de su tiempo. Parte de su fortuna invirtieron en la construcción de instituciones educativas como la Royal School of Mines del Imperial College de Londres cuya entrada hasta el día de hoy está flanqueada por las estatuas de Wernher y Beit (figura 6). También formaron importantes colecciones de arte, bien aconsejados respectivamente (y al igual que Jules Porgès) por el jóven historiador del arte Wilhelm Bode (1845-1929) quien en el 1904 fundó el "*Kaiser-Friedrich-Museum*" en Berlín (hoy: "*Bode Museum*") y en el 1905 fue nombrado director general de los Museos Reales de Prusia.

Alfred Beit era muy amigo del imperialista británico Cecil Rhodes (1853-1902) a quien asesoró en cuestiones financieras. Junto con él fundó Rhodesia y además realizó grandes obras de infraestructura para facilitar el acceso hacia el interior del continente africano. Julius Wernher, la cabeza estratégica de los negocios comunes con Beit, fue responsable en esta calidad, entre otras cosas, del inicio de la esclavitud china en África del Sur. El filósofo inglés y Premio Nobel de Literatura en 1950, Bertrand Russell (1872-1970), quien se cruzó con él en una cena en febrero del 1905, lo retrató en una carta a un amigo:

> "Greatest of all [MS: participantes de la cena fue] Werner [sic] of Werner Beit and Co, the chief of all the South African millionaires; a fat, good-natured, eupeptic German with an equally fat gold watch-chain and a strong German accent (characteristic of all the finest types of British Imperialists), bearing very lightly the load of blood, of nations destroyed and hatreds generated, of Chinese slavery and English corruption, which, by all the old rules, ought to weigh upon him like a cope of lead."[21]

[21] Citado en Trevelyan 2012: 171.

Después de muchos años en Sudáfrica, Julius Wernher volvió a Europa en el 1884 y desde ese entonces dirigió la empresa desde Londres, convencido de que las condiciones para el negocio fuesen mejores en la capital británica que en Alemania. Pronto integró la alta sociedad británica y fue ennoblecido en el 1905. Alfred Beit también se trasladó a Londres en el 1888. En el campo, estos dos amigos para toda la vida se hicieron vecinos, sus mansiones "Luton Hoo" y "Tewin Water" estando a unas pocas millas de distancia la una de la otra.

Figura 6. Estatuas de Julius Werner y Alfred Beit en la entrada de la Royal School of Mines, Imperial College de Londres; Foto: Abigail Brady, 27.3.2004, CC BY-SA 3.0.

El contacto entre Wernher-Beit y el grupo AEG-Deutsche Bank muy probablemente originó en África del Sur: El Deutsche Bank con su director Georg Siemens ya desde el año 1889 manejaba potentes negocios en el Witwatersrand; construyeron por ejemplo la primera planta generadora de electricidad de Sudáfrica la que en sus dos primeros años fiscales enteros, 1894 y 1895, produjo rendimientos fa-

bulosos.[22] Albert Beit de su parte fundó y controló los *Pretoria Waterworks*, la *Pretoria Electric Lighting Company* y la *National Bank of South Africa*.[23] Es muy posible que alguno de estos proyectos dió lugar a conocerse, para luego juntar fuerzas y trabajar juntos. Fuese el proyecto que fuese, en cualquier caso se puede concluir de esta breve análisis de los socios del negocio eléctrico alemán en Chile que fue la riqueza natural de Sudáfrica la que financió por parte considerable la modernización del estilo de vida de la élite urbana de Chile.

Para lograr un entendimiento cabal de la red mundial que promovió la electrificación de Santiago y Valparaíso, es necesario identificar, además de los actores del centro, también a los actores que desde Chile facilitaron la fundación de las dos empresas operadoras. En ambas ciudades, varios proyectos anteriores impulsados por ingenieros y empresarios nacionales habían fallado porque sus iniciadores no habían logrado conseguirse el capital necesario para su realización. Finalmente se impusieron actores más mundanas y con muy buenas conexiones internacionales. En Santiago, la conclusión del negocio eléctrico dependió de manera significativa del ingeniero Pedro Merry del Val y Zulueta, hijo de una antigua familia aristocrática español-irlandesa. Pocas informaciones son disponibles acerca de su persona, pero una mirada hacia su familia permite hacerse una idea de su entorno social: El padre, el Marqués Rafael Merry del Val (1831-1917), había sido embajador de España en Londres; de sus tres hermanos, el más conocido fue Rafael (1865-1930) por su importante puesto de trabajo de secretario general del Papa Pío IX en Roma; Alfonso (1864-1943) siguió los pasos de su padre y se convirtió en embajador, primero en Bruselas y Marruecos y luego también en Londres; mientas que Domingo (1866-1935), al igual que Pedro, se educó como ingeniero y luego, entre otras cosas, participó en la construcción de ferrocarriles en el norte de Chile y traficó con las armas y vino. El 15 de Septiembre de 1897, en una reunión con Emil Rathenau en Berlín, Pedro Merry del Val firmó los tratados con la

[22] Albrecht 2012: 84.
[23] Cohn-Sherbok 2005: 27.

AEG, concluyendo así el negocio eléctrico como representante de los socios santiaguinos.[24]

En Valparaíso, el negocio fue sacado adelante de manera decisiva por la casa de comercio germano-chilena de Saavedra Bénard y Cia, fundada en el 1886 por el chileno Cornelio Saavedra Montt (1884-1946) junto con los hermanos alemanes Luis y Víctor Bénard. Saavedra era diputado al Congreso Nacional, destacado parlamentario y ex ministro, y contaba por lo tanto con muy buenas relaciones en la sociedad y la política chilenas[25]. Luis Bénard (1848-1910) vivió principalmente en Valparaíso, mientras que su hermano más joven Victor Bénard aseguró el lado alemán del comercio común desde Hamburgo. La firma era agente de la AEG y de Schuckert en Chile como también de otras empresas alemanas conocidas; a partir del 1907 representó a Siemens en Chile.[26] Cabe decir que las grandes casas extranjeras con sus negocios de importación y exportación entre Chile y Europa eran típicas de la "época de oro" de Valparaíso como centro financiero y comercial de Chile y esenciales para sentar las bases de su fama como "Joya del Pacífico"[27]; las casas comerciales alemanas, inglesas y de otras nacionalidades europeas ya estaban presentes en Valparaíso desde la mitad del siglo XIX y reflejaban la importancia mundial de esta ciudad-puerto que, hasta la apertura del Canal de Panamá en el 1914, gozaba de una ubicación ideal en la ruta comercial que conectaba Europa con California, este último viviendo una fiebre del oro parecida a la de Sudáfrica.

---

[24] Contrato entre CET&L y AEG en: Chilian Electric Tramway and Light Company Limited 1899: *Documentos* (Santiago: Impr. Litografía i Encuadernación Barcelona, 547 p.), p. 398; Informaciones sobre la familia de Pedro Merry del Val y Zulueta en: *The New York Times* 23.12.1911, 1.1.1912, 31.8.1917 y *El Comercio de Santiago*, 11.2.1911

[25] Véase: Lloyd, Reginald: *Impresiones de la República de Chile en el Siglo XX: historia, gente, comercio, industria y riqueza* (Londres: Jas. Truscott and Son Ltd., 1915, 568 p.), p. 340; Couyoumdjian 1986: 143

[26] Acerca de *Saavedra Bénard y Cía* como agente de la AEG, Schuckert y Siemens y acerca de la persona de Luis Bénard véase Jacob-Wendler 1982: 156-159, 319; fechas de vida de Luis Bénard en: Archivo Deutsche Schule Valparaíso, Registro Elisabeth von Loe

[27] Acerca del rol fundamental de las grandes casas de alto comercio para Valparaíso véase: Couyoumdjian 2000; al parecer no existe ninguna publicación específica sobre la casa *Saavedra Bénard y Cía* pero sí existe un trabajo fundado sobre la casa *Vorwerk & Co* que también trabajaba entre Valparaíso y Hamburgo. Hauschild-Thiessen 1995 explica muy bien quiénes eran los actores, cuáles eran las estructuras y cómo funcionaban estas casas de comercio internacional.

Concluyendo sobre los actores claves del negocio eléctrico alemán desde el lado chileno, se constata que mientras que en la ciudad-puerto de Valparaíso fue una casa comercial con relaciones íntimas hacia Alemania y conocimientos técnicos específicos, en la capital Santiago fue un ingeniero mundano e hijo de diplomático quienes, respectivamente, jugaron un papel mediador fundamental entre las ciudades chilenas y la élite centrista en Berlín. Estas características de los actores en Chile, diplomáticos en la capital cívica y comerciales en el centro comercial y financiero del país, reflejan de manera casi prototípica los roles específicos y complementarios de los dos polos urbanos al interior de la región capitalina chilena como una entidad funcional.

El incipiente sistema tecno-cultural del negocio eléctrico mundial asignó, como se ha visto, funciones y roles específicos a las diferentes regiones del globo. Contribuyó así al establecimiento de nuevas jerarquías y dependencias también entre las tres regiones tratadas aquí: la Electrópolis como centro de la innovación donde se creó un nuevo producto monopolizado; el Ruhr como proveedor de materias primas y periferia dentro del propio territorio nacional; y la región capitalina chilena como consumidor típico del nuevo producto. El breve análisis de los actores claves en las tres regiones ha mostrado que se trata de una red mundial poderosa y elitista que actuaba en cada rincón del globo e incluso vincula Chile con Sudáfrica.

PAISAJES ENERGÉTICOS REGIONALES

Esta división global del poder ocasionó un perfil específico en cada una de las regiones y se ve reflejada también en sus paisajes energéticos respectivos. La conducta del cableado por el aire o bajo tierra siendo uno de los elementos más característicos de los paisajes energéticos actuales, evocaré aquí este aspecto para las tres regiones. Constatemos primero que al igual que con otros sistemas infraestructurales, también en el sector de la energía, la construcción de infraestructura aérea era y es aún considerablemente menos costosa porque evita la ejecución de obras subterráneas y de perforación. En los centros urbanos sin embargo, la construcción de grandes infraestructuras aéreas provocaba una fuerte resistencia de los habitantes, y en particular de las élites, en contra de la "desfiguración" del paisaje urbano. Por lo tanto, la decisión si las nuevas estructuras se construy-

yeran aéreas o subterráneas no sólo depende de consideraciones económicas, sino también de las relaciones de poder existentes y de las habilidades de negociación de los actores involucrados. El ejemplo de la construcción del metro de Berlín lo ilustra muy bien: Inaugurada en el 1902, la primera línea se construyó de manera elevada a partir de la estación terminal Warschauer Straße en el este hasta Nollendorfplatz en el oeste, atravezando los barrios obreros de Friedrichshain y Kreuzberg, y sólo su prolongación hacia Charlottenburg, una municipalidad que fue aún independiente de Berlín en aquellos momentos (hasta la creación del "Gran Berlín" en 1920), se efectuó de manera subterránea[28]. A lo largo del trayecto entero, los residentes se quejaron del impacto que tenía la construcción elevada sobre el paisaje urbano, pero sólo los habitantes del suburbio burgués de Charlottenburg lograron que se ceda ante sus exigencias y las obras finalmente se efectuaron bajo tierra. A la hora de construir nuevas infraestructuras de gran escala, los argumentos estéticos parecen ser típicos – no sólo en aquellos tiempos pero incluso hasta el día de hoy, como demuestra la decisión reciente en Berlín de eliminar todas las líneas aéreas de alta tensión restantes al interior del recinto urbano. El 31 de Marzo del 2016, el senador del desarrollo urbano de Berlín anunció: "Las líneas eléctricas son arterias vitales para nuestra ciudad pero su conducción por el cielo no encaja con Berlín. Con el desmantelamiento de las torres de alta tensión [...] mejoramos nuestro paisaje urbano".[29]

En los centros urbanos de la región capitalina de Chile, al igual que en Berlín, la instalación de los primeros cables de alimentación eléctrica por la AEG fue ejecutada de forma subterránea. Las ciudades europeas de hecho sirvieron como referencia a los rejidores municipales

[28] Véase también: Berliner Zentrum für Industriekultur y Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt 2014/2015, la ficha de la región N°6 presenta la primera línea del metro berlinés (*"Stammlinie" der Berliner U-Bahn*). Disponible en internet (sólo en alemán por el momento, la traducción al inglés se publicará pronto).

[29] Andreas Geisel, senador del Desarrollo Urbano y Medio Ambiente en Berlín: "*Stromleitungen sind Lebensadern für unsere Stadt, aber oberirdische Leitungstrassen passen nicht zu Berlin. Mit dem Rückbau der Hochspannungsmasten wird [...] das Stadtbild verbessert*" (Nota de prensa, Departamento de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente de Berlín, 31.03.2016: http://stadtentwicklung.berlin.de/aktuell/pressebox/archiv_volltext.shtml?arch_1603/nachricht5963.html).

de Valparaíso y Santiago cuando, al terminarse el siglo XIX, empezaron a preparar las bases de licitación para el alumbrado y la tracción eléctricas de sus ciudades respectivas. Fue según estos modelos que la exigencia de tender los cables bajo tierra en los centros urbanos se integró en las bases y se mantuvo también en los contratos firmados con las empresas. No obstante, las áreas definidas como obligatorias para la aplicación del tendido subterráneo eran bastante pequeñas: En Valparaíso, por ejemplo, el tendido subterráneo sólo fue obligatorio en una parte del "plan",[30] excluyendo desde el principio a los cerros donde ya en aquellos momentos vivía la mayoría y también la parte más pobre de la población. Desde ese entonces, los cables enredados por encima de las calles de Valparaíso representan un rasgo típico de su paisaje urbano (figura 7) que se ha ido evolucionando a lo largo de los últimos 100 años – facilitado por una planificación urbana débil que en realidad es más reguladora que planificadora – hasta formar los matorrales de cables que conocemos hoy día y en los que nadie sabe decir con seguridad qué cables todavía funcionan.

Figura 7. Enredo de cables sobre las calles de Valparaíso, Cerro Cárcel. Foto: Marion Steiner, Abril 2011

Como parte de un programa de modernización urbana, en los barrios más burgueses de la ciudad se está introduciendo últimamente un nuevo sistema de alumbrado con un tendido subterráneo de cables. Pero el hecho de que hasta ahora simultáneamente se mantenga el

[30] El terreno plano del centro de la ciudad de Valparaíso.

sistema antiguo, da la extraña imagen de un alumbrado doble en algunas calles como es el caso por ejemplo en la parte alta del Cerro Concepción, barrio tradicional de residencia de la élite europea ubicado directamente por encima del antiguo barrio comercial y financiero de esta ciudad-puerto patrimonial. Aún no logro saber si está previsto apagar y desmontar el sistema antiguo ni, si fuera así, para cuándo.

En comparación con la situación chilena, el paisaje energético del Ruhr evolucionó de manera más planificada. Aquí, la forma de la red eléctrica y el curso de las líneas de alta tensión se relacionan fuertemente con los tempranos intentos de ordenar el territorio. Desde el 1910, Robert Schmidt (1869-1934), el primer director de la asociación regional de las municipalidades del Ruhr que se fundara diez años más tarde, pugnó por la creación de una autoridad unificada de planificación para toda la región del Ruhr con el fin de estructurar la expansión espacial caótica de las industrias de la minería y la producción de acero y para así asegurar la habitabilidad de la región. Esta institución pionera de la planificación regional en Alemania, cuya fundación bajo el nombre de "*Siedlungsverband Ruhrkohlenbezirk*" (SVR) finalmente se logró en el año 1920, sigue existiendo hasta hoy en día: Después de haber perdido gran parte de sus tareas en favor del Land NRW,[31] ser renombrada "*Kommunalverband Ruhrgebiet*" (KVR) y casi desmantelada en los años 1970, una nueva reforma del año 2004 lo transformó en "*Regionalverband Ruhr*" (RVR) asignándole nuevas tareas importantes como la creación de planes maestros, el desarrollo económico y el marketing regional. En octubre del 2009 además, el RVR recuperó del Land la planificación regional estatal lo que significa que pronto habrá, por primera vez desde el "GEP 1966",[32] un nuevo plan de desarrollo único e integral para toda la región del Ruhr. El RVR también es responsable de la "Ruta del Pa-

[31] *Land Nordrhein-Westfalen (NRW)* = Estado Federado de la Renania del Norte-Westfalia, uno de los 16 estados federados que componen la República Federal de Alemania.

[32] *Gebietsentwicklungsplan 1966*: Plan de ordenación territorial de la región del Ruhr del año 1966. El "*GEP'66*" fue el último Plan Regional integral para todo el área del Ruhr, elaborado antes de que el SVR perdiera la tarea de la planificación regional estatal al Land en los años 1970. A razón de la división administrativa del Land que cupa el Ruhr en tres partes, no hubo un plan único para toda la región durante los últimos 40 años.

trimonio Industrial",[33] inaugurada en 1999 para la gran final de la Exposición Internacional "*IBA Emscher Park*", y de la seguridad y el mantenimiento básicos de los grandes sitios Landschaftspark Duisburg-Nord, Gasómetro de Oberhausen, Mina de carbón y coquería de Zollverein, Jahrhunderthalle Bochum y Coquería Hansa.

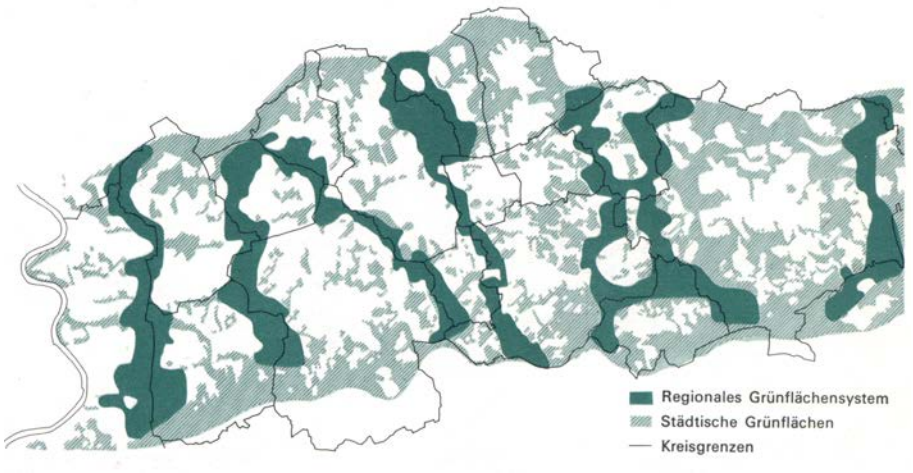


Figura 8. Corredores Verdes Regionales del Ruhr. Fuente: GEP 1966, en: Biblioteca del RVR, Essen

La ambición fundadora del SVR era de ordenar la expansión espacial caótica de las industrias, de regular el tráfico regional y de concentrar a las infraestructuras en zonas determinadas, para así poder desarrollar los espacios y corredores verdes y asegurar el suministro de aire fresco al interior de la región.[34] De estas aspiraciones ambientales pioneras de una planificación regional recién institucionalizada surgió el concepto de los Corredores Verdes Regionales ("*Regionale Grünzüge*") (figura 8), ubicados sobre los límites entre las ciudades y nombrados de poniente a oriente con letras mayúsculas de la A a la G. A pesar de lo innovador que era, este concepto de los Corredores Verdes Regionales fue a la vez una espada de doble filo: Dado que la capacidad de actuar del SRV fue restringida ante los muchos otros intereses en la región, justamente los corredores verdes servían a menudo como áreas de reserva para la instalación de grandes infraestructuras – por ejemplo de nuevos caminos y carreteras, de nuevos

[33] Ruta del Patrimonio Industrial del Ruhr: www.route-industriekultur.de (sólo en alemán, edición en inglés proyectada).

[34] Acerca de la historia de la Asociación Regional de las Municipalidades del Ruhr véase: Benedict 2000; Siedlungsverband Ruhrkohlenbezirk 1970.

escoriales o vertederos o, precisamente, de líneas de alta tensión, subestaciones eléctricas y grandes centrales térmicas colocadas preferiblemente en estas áreas. Es así que la concentración de infraestructuras al interior de los Corredores Verdes Regionales representa hoy en día un elemento característico del paisaje cultural industrial de la cuenca del Ruhr.

Y desde las cimas de los escoriales, de los cuales muchos son accesibles para el público hoy en día, se presenta la imagen descrita por Heinz Groß: de un paisaje dominado hasta el horizonte por masivas plantas térmicas y líneas eléctricas de alta tensión. A la vez, gracias a su ubicación fiable en los corredores verdes, estos elementos característicos del paisaje facilitan también la orientación en esta región tan policéntrica. Aclaran además lo que en realidad es típico de todos los proyectos de infraestructura en el Ruhr: Cumpliendo con las necesidades de las empresas y ejecutadas a base de directrices de ordenación territorial, estas grandes estructuras se han ido construyendo de manera muy honesta a través del paisaje y hoy en día son elementos característicos y altamente visibles del paisaje cultural de la región. Esta calidad, sin embargo, aún no se reconoce. Mientras que otras infraestructuras de gran escala típicas del Ruhr – como los ferrocarriles y los canales – cuentan con un gran interés de aficionados, científicos y el público desde hace ya muchos años, otras grandes infraestructuras – y en particular la red eléctrica y las carreteras – que no son menos típicas del Ruhr carecen de mayor atención. Aparentemente, representan aún temas algo incómodos y tal vez resulte difícil atribuir valores positivos a estas estructuras. Pero con el cambio del modelo energético y la movilidad eléctrica que inevitablemente van a tener un impacto fundamental en nuestros paisajes, es posible que esta percepción cambiara pronto.

Los aspectos descritos de los paisajes energéticos son facetas características de paisajes culturales regionales específicas que han derivado a lo largo del tiempo de constelaciones de poder y de procesos económicos a nivel mundial. Expresan, entre otras cosas, el afán de una pequeña élite técnica y financiera del centro que aspiró a la máxima ganancia individual, y son el resultado de un proceso de traducción directa de la lógica capitalista inherente a un sistema técnico-cultural bien específico a una realidad edificada. La posición y el rol que cada una de estas regiones tiene en el Sistema Mundial Moderno

se reflejan in situ en imágenes específicas del paisaje: Es así que la ausencia de cables aéreos en Berlín como centro del poder es al igual de típica de las relaciones globales como lo son el enredo caótico de cables sobre las calles de Valparaíso o la concentración planificada de las líneas de alta tensión en los corredores verdes del Ruhr. En paralela, el discurso socio-cultural mundial que acompañó la instalación de la nueva tecnología, logró a establecer al cableado aéreo como un signo de "subdesarrollo" – una interpretación que agrandó aún más la distancia entre el centro y las periferias.

UN PATRIMONIO INCOMODO

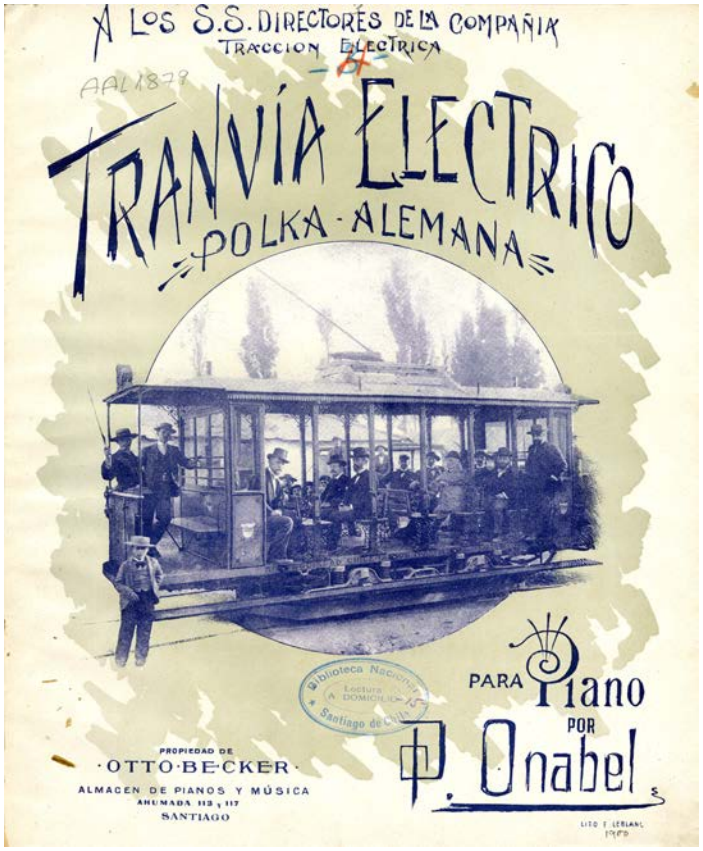


Figura 9. Cubierta de la partidura de P. Onabel 1900: "Tranvía Eléctrico. Polka Alemana". Fuente: Archivo de Música de la Biblioteca Nacional de Chile, Santiago de Chile.

Para concluir desde la perspectiva histórico-global sobre el patrimonio eléctrico edificado que existe hoy en día quiero preguntar: ¿Qué valores entonces representan estos monumentos del sistema eléctrico convencional? ¿Deberíamos seguir a interpretarlos como símbolos del progreso tecnológico y social? ¿No sería más preciso entenderlos

como monumentos exhortatorios que representan un sistema extremadamente injusto basado sobre la explotación de los más débiles por los más poderosos? Hay que constatar, pues, que se trata de un patrimonio incómodo por excelencia: 1. La nueva tecnología, partiendo de un saber exclusivo del centro, contribuyó a una repartición injusta de poder, labor y bienestar entre las diferentes regiones del mundo; 2. Al interior de las ciudades también profundizó la polarización socio-espacial; 3. La cualidad de la vida urbana mejoró básicamente para el élite sólo; 4. Y este "progreso" reforzó la dependencia de las regiones periféricas de los actores e ideas centristas estableciendo una jerarquía marcada entre el centro y las periferias. Visto así, me parece incluso lamentable la decisión del Senado de Berlín de eliminar las últimas líneas aéreas del paisaje urbano de la ciudad, ya que hasta ahora aún nos recuerdan, y esto en uno de los centros más poderosos del mundo, de la flagrante injusticia a nivel global.

Adaptando una perspectiva universalista, que quiere entender no sólo una parte, pero la historia cultural de la humanidad en su conjunto, se plantean nuevas tareas para la interpretación del patrimonio. La teoría del patrimonio debería abordar mucho más en el futuro preguntas como: ¿qué procesos producen qué tipos de paisajes?, ¿qué actores con qué intereses y motivaciones determinan su forma?, ¿qué efectos tiene esto sobre la distribución mundial del trabajo y del bienestar?, ¿cómo se reparta el poder de la interpretación de las cosas y la definición de valores? y, también, ¿cuáles son los riesgos que resultan de la injusta distribución a escala global para nuestro futuro común? Dado que los procesos industriales son inherentemente globales hoy en día, los expertos del patrimonio industrial tenemos a mi juicio una obligación especial para hacer frente a este tema, para interpretar, evaluar y comunicar los vínculos globales que existen entre las regiones. Esta tarea, su objetivo y sus valores subyacentes ya están descritos muy bien en el preámbulo de la Constitución de la UNESCO. Fundada en el contexto de la desastrosa experiencia de la Segunda Guerra Mundial para "construir la paz en la mente de los hombres y de las mujeres", las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura formulaban:

"Puesto que las guerras nacen en la mente de los hombres, es en la mente de los hombres donde deben erigirse los baluartes de la paz", y: "una paz fundada exclusivamente en acuerdos políticos y económicos entre gobiernos no podría obtener el apoyo unánime, sincero y perdurable de los pueblos [...], por consiguiente, esa paz debe basarse en la solidaridad intelectual y moral de la humanidad."[35]

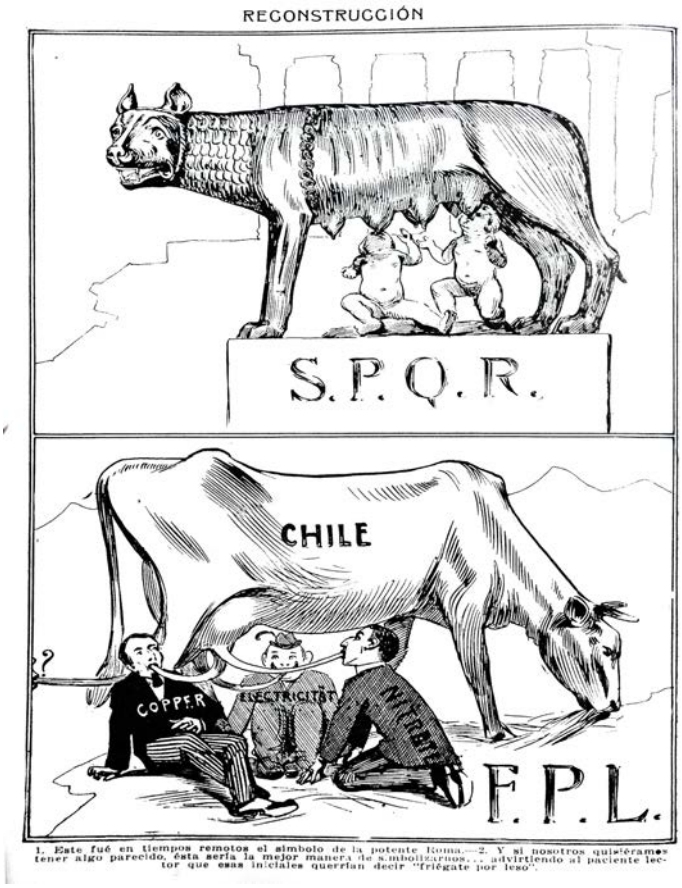


Figura 10. Caricatura chilena, enero 1915: "Reconstrucción"
Comentario del caricaturista: *"1. Este fue en tiempos remotos el símbolo de la potente Roma. – 2. Y si nosotros quisiéramos tener algo parecido, ésta sería la mejor manera de simbolizarnos... advirtiendo al paciente lector que esas iniciales querrían decir 'friégate por leso'."*
Fuente: Revista "*Zig Zag*", 30.1.1915, s/n, en: Archivo de la Biblioteca Municipal "Santiago Severín" de Valparaíso.

Dos cambios socio-culturales me parecen primordiales para abrir el camino hacia la sociedad global y mejorar la comprensión mutua: En primer lugar, la actitud elitista del centro tiene que dar paso a una reflexión más honesta del propio rol en un contexto mundial y de la respon-

[35] preámbulo de la Constitución de la Unesco, firmada en 1945, ratificada en 1946 y preparada ya desde el 1942: www.unesco.org/new/es/unesco/about-us/who-we-are/history/constitution/

sabilidad que esto implica. Un modelo que limita el concepto del bienestar al propio territorio y se concentra en su propio beneficio, no puede ser sostenible a nivel mundial. Al mismo tiempo, la autopercepción de las regiones periféricas como "subdesarrolladas", aprendida durante siglos y alimentada de forma activa por el centro, debe convertirse en una actitud de autoconfianza. Quizá lo primero es aún más difícil que lo segundo ya que implica una disposición a reducir su nivel de vida, cuyos impactos negativos en las partes más remotas del mundo se han ignorado durante mucho tiempo. Con su creciente visibilidad, como actualmente en la forma de procesos migratorios globales, esto cambia y se crea una nueva oportunidad para fortalecer la conciencia global, no obstante, contrariada por el temor a la amenaza de la paz social en la puerta de entrada de la propia casa – un lujo al que Europa se ha acostumbrado increíblemente rápido después de la Segunda Guerra Mundial.

Una cosa al menos es cierta: Un mundo de paz no será logrado ni por la iluminación renovada por las élites ni por la aspiración de las periferias a sentar y acomodarse en su lugar en el Club de los centristas. Lo que se necesita son innovaciones sociales y culturales que permitan un encuentro a la altura del ojo, un "*Rendez-Vous du donner et du reçevoir*".[36] Y en este sentido, características culturales básicas ya existentes en las periferias representan un potencial que hasta ahora apenas se ha reconocido pero que va ser fundamentalmente importante para construir la sociedad global. Estas regiones, el ojo desvelado de sus habitantes atentos, su coraje de ser fieles a sí mismos sin pretensiones, y su habilidad para solidarizarse con los demás son valiosos y necesarios recursos culturales en el camino hacia un mundo futuro posible en el cual se repartan de una manera más justa la paz, el trabajo y el bienestar.

[36] la expresión es de Léopold-Sédar Senghor, primer presidente del Senegal, anteriormente ministro en el gobierno francés y "*tal vez el híbrido perfecto de la modernidad*", véase Wallerstein 2010: 92.

LISTA DE REFERENCIAS

ALBRECHT, Henning (2012): *Alfred Beit – The Hamburg Diamond King* .Hamburg: Hamburg University Press, 148 p.

BENEDICT, Andreas (2000): *80 Jahre im Dienst des Ruhrgebiets. Siedlungsverband Ruhrkohlenbezirk und Kommunalverband Ruhrgebiet im historischen Überblick 1920-2000.* Essen: Klartext-Verlag, 178 p.

BERLINER ZENTRUM FÜR INDUSTRIEKULTUR; Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt (eds.): *Industriekultur in Berlin* (Berlin: SenStadtUm, 2014-2015), carpeta con 40 fichas, véase: www.stadtentwicklung.berlin.de/denkmal/landesdenkmalamt/de/neuerscheinungen/

CASTILLO, Silvia (1994): *Historia de Chilectra S.A. Los primeros 50 años*. Santiago: Chilectra, Dirección de Planificación, 212 p.

COHN-SHERBOK, Dan (2005): *Dictionary of Jewish Biography.* London/ New York: continuum, 307 p.

COUYOUMDJIAN, Juan Ricardo (1986): *Chile y Gran Bretaña durante la primera Guerra Mundial y la postguerra, 1914-1921*. Santiago de Chile: Editorial Andrés Bello, Ediciones Universidad Católica de Chile, 340 p.

COUYOUMDJIAN, Juan Ricardo (2000): "El alto comercio de Valparaíso y las grandes casas extranjeras, 1880-1930. Una aproximación", *Revista de Historia*, revista del Instituto de Historia de la Pontificia Universidad Católica de Chile, Vol. 33, pp. 63-99.

DAME, Thorsten (2011): *Elektropolis Berlin: Die Energie der Großstadt. Bauprogramme und Aushandlungs–prozesse zur öffentlichen Stromversorgung in Berlin*. Berlin: Mann (Gebr.), 611 p.

DAME, Thorsten; Landesdenkmalamt Berlin (ed.) (2014) : *Elektropolis Berlin. Architektur- und Denkmalführer* (Petersberg: Michael Imhof Verlag, 544 p.

GALL, Lothar (1995): "Die Deutsche Bank von ihrer Gründung bis zum ersten Weltkrieg, 1870-1914", en: Lothar Gall, Gerald D. Feldman, Harold James, Carl-Ludwig Holtfrerich, Hans E. Büschgen: *Die Deutsche Bank: 1870–1995*. München: C. H. Beck, pp. 1-135.

HAUSCHILD-THIESSEN, Renate (1995): *Zwischen Hamburg und Chile: Hochgreve & Vorwerk, Hamburg; Vorwerk & Co., Chile; Vorwerk Gebr. & Co., Hamburg; Vorwerk y Cía. S. A., Chile*. Hamburg: Vorwerk y Cía. S.A., 324 p.

HAUSMAN, William J.; HERTNER, Peter; WILKINS, Mira (2008): *Global electrification: multinational enterprise and international finance in the history of light and power, 1878-2007*. Cambridge: Cambridge University Press, 487 p.

HORSTMANN, Theo (ed.) (2000): *Elektrifizierung in Westfalen. Fotodokumente aus dem Archiv der VEW*. Essen: Klartext-Verlag, 2a edición, publicado por la VEW Energie AG, pp. 231.

JACOB-WENDLER, Gerhart (1982): *Deutsche Elektroindustrie in Lateinamerika: Siemens und AEG 1890-1914*. Stuttgart: Klett-Cotta, p.376.

NAZER AHUMADA, Ricardo; COUYOUMDJIAN, Juan Ricardo; CAMUS GAYAN, Pablo (2005): *CGE, Compañía General de Electricidad – Cien años de Energía en Chile, 1905-2005*. Santiago: Ediciones Universidad Católica de Chile, 313 p.

POHL, Manfred (1988): *Emil Rathenau und die AEG .* Mainz: v. Hase & Koehler Verlag, 285 p.

SCHOUTEN, P: "Theory Talk #13: Immanuel Wallerstein on World Systems, the Imminent End of Capitalism and Unifying Social Science", *Theory Talks*, http://www.theory-talks.org/2008/08/theory-talk-13.html (04-08-2008), 7 p.

SEIDENZAHL, Fritz (1968): "Die Anfänge der Deutsch-Ueberseeischen Elektricitäts-Gesellschaft", *Beiträge zu Wirtschafts- und Währungsfragen und zur Bankgeschichte 7*, pp. 17-23; reprint Mainz 1984, pp. 169-175.

SIEDLUNGSVERBAND RUHRKOHLENBEZIRK (ed.) (1970): *Siedlungsverband Ruhrkohlenbezirk 1920-1970.* Essen: W. Th. Webels, Schriftenreihe Siedlungsverband Ruhrkohlenbezirk Vol. 29, 168 p.

TREVELYAN, Raleigh: *Grand Dukes and Diamonds. The Wernhers of Luton Hoo* (London: Faber and Faber, paperback edition 2012), 472 p. [first published 1991].

WallerstEIN, Immanuel: *The Modern World-System* (University of California Press, paperback edition 2011), 4 Vols [first published 1974, 1980, 1989 and 2011].

WALLERSTEIN, Immanuel (2010): *Die Barbarei der anderen. Europäischer Universalismus* (Berlin: Verlag Klaus Wagenbach, 2a edición, traducción al alemán: Jürgen Pelzer), 110 p. [first published as: *European Universalism. The Rhetoric of Power* (New York: The New Press, 2006)].

Límites y posibilidades de los paisajes industriales
El reto de planear el patrimonio

Esperanza Marrodán Ciordia

Esperanza Marrodán Ciordia.
Dr. Arquitecto
Universidad de Navarra

Febrero de 2016

Limits and possibilities of the industrial landscapes

The challenge of planning the heritage

ABSTRACT

Industrial legacy has been a common field of work of many disciplines for almost two decades. Historians, archaeologists, sociologists, philosophers and architects have found a unifying theme since the actions of the first groups of citizens that prevented the demolition of singular elements. Approaches are made from different attitudes, ranging from the nostalgia for contemplation in ruins, the conservation as heritage, until a generating vision that reveals how adaptability is often its warranty of survival.

Among architects, refurbishment of industrial architecture has become a trend and interventions occur leaving behind magnificent examples of balance between past and future. There are others, more dubious ones, in which the container is a simple excuse to experiment with new formal languages. However, intervention in these singular architectures is, to some extent, easy, because it remains within the known design tools. The real challenge arises when an entirely transformed environment has to be faced, one in which buildings, landscape and history form an indissoluble unity.

How to deal with these environments? With what authority? How to protect them without jeopardizing their future, without paralazing their processes of growth? What should be protected? The scale? The buidings? The quality of the spaces created between them? And a last fundamental question, how we can do it according to the urban planning instruments we have?

The article uses the case of the city of Legazpi (Guipúzcoa) as its backdrop and the development of its Special Plan of Heritage Protection and Cataloguing, to look back and to try to set the frame of mind in which we move when we face this reality, and thus, tries to answer some of these questions.

KEY WORDS

Industrial Heritage, Industrial Landscape, Industrial Rehabilitation, Regeneration.

RESUMEN

Hace casi dos décadas que el legado industrial se ha convertido en un campo de trabajo común para muchas disciplinas. Desde los primeros grupos de presión ciudadana para evitar el derribo de ciertos elementos singulares, historiadores, arqueólogos, sociólogos, filósofos y arquitectos, han encontrado un tema unificador. Las aproximaciones se hacen desde actitudes diferentes, que van desde la nostalgia de su contemplación en estado de ruina, a su conservación como patrimonio, pasando por una visión más generadora en la que se pone de manifiesto que la adaptabilidad de estos es muchas veces su garantía de supervivencia.

Entre los arquitectos, la rehabilitación de arquitecturas industriales se ha convertido casi en una moda y las intervenciones se suceden dejando ejemplos magníficos de equilibrio entre pasado y futuro, y otros más dudosos en los que el contenedor en una simple excusa para experimentar nuevos lenguajes formales. Pero la intervención en arquitecturas singulares es, en cierta medida, fácil, ya que se mantiene dentro de las herramientas proyectuales conocidas. El verdadero reto surge cuando se debe abordar todo un paisaje transformado, en el que edificios, paisaje e historia, forman una unidad indisoluble.

¿Cómo afrontarlos?, ¿con qué autoridad?, ¿cómo protegerlos sin hipotecar el futuro, sin detener el proceso de crecimiento? ¿Qué se protege?: ¿la escala?, ¿los edificios?, ¿la calidad de los espacios que crean entre ellos? ¿Y cómo – y esto es fundamental – podemos hacerlo según los instrumentos normativos que tenemos?

El artículo utiliza como telón de fondo el caso de la ciudad de Legazpi (Guipúzcoa) y la elaboración de su Plan Especial de Protección y Catalogación del Patrimonio, para echar la vista atrás y tratar de establecer el marco de pensamiento en el que nos movemos cuando nos enfrentamos a esta realidad, y tratar así de responder a alguna de estas preguntas.

PALABRAS CLAVE

Herencia industrial, Paisaje Industrial, Patrimonio Industrial, Rehabilitación industrial, Regeneración.

En 1904 el joven Patricio Echeverría abría su pequeño Taller de Herrería en Legazpi (Guipúzcoa). Los doce empleados con los que comenzaba su aventura pasarían a ser miles en los años sucesivos y su pequeño Taller de Herrería evolucionaría hasta consolidarse como una de las empresas más sólidas de la región, que transformaría para siempre el territorio y su historia.

Por aquellos años, el pueblo de Legazpi era un pequeño municipio en lo profundo de Guipúzcoa. Tenía una calle, una plaza, la iglesia, el ayuntamiento, la posada, 40 casas, unos 140 caseríos dispersos por un maravilloso territorio de verdes montañas y bosques frondosos, atravesado por torrentes caudalosos que saltan los desniveles de terreno. Un territorio forjado en la industria del hierro, primero con las ferrerías de aire (*haizeolas*) y más tarde, gracias a la invención de la rueda hidráulica, con las ferrerías de agua. De este período preindustrial Legazpi conserva numerosas trazas repartidas por todo el entorno, incluso el río que recorre el municipio durante 12 km, que se llamaba Errakundi, cambió su nombre a Urola, que significa 'agua de ferrerías'.[1]

Patricio Echeverría instala aquel primer taller en el núcleo urbano, donde ya existía una pequeña zona de actividad industrial dedicada a la manufactura del papel[2]. Al pequeño taller de 1904 seguirá en 1908 la creación de la empresa Segura, Echeverría y Cia., que será la base de la Patricio

[1] El marco general del territorio y la historia industrial de Legazpi puede encontrarse en HERRERAS MORATINOS, Beatriz y ZALDUA GOENA, Josune, *El Patrimonio Industrial en Legazpi*, Fundación Lenbur, Legazpi, 1991.

[2] El primer molino, *Azpikoetxe*, data del siglo XIX y funcionó hasta 1965. En el 2009 fue reconocido con la categoría de Monumento dentro del Patrimonio Cultural Vasco. Sus restos se encuentran dentro de los pabellones de la Papelera Patricio Elorza S.A., que fue la empresa que continuó con la manufactura del papel a lo largo del siglo XX.

Echeverría S.A. (PESA), empresa dedicada a la fabricación de herramientas de mano y componentes de maquinaria agrícola.[3]

Hasta 1920, año en el que la empresa creó su primera patente y dio nombre a su marca 'Bellota', apenas hubo transformaciones en el municipio, que continuaba su vida local entre la ganadería, el campo, los restos de las viejas ferrerías y la fábrica del papel. Pero la empresa de Patricio Echeverría se estaba consolidando. Los primeros doce empleados se multiplicaron, y pronto el pequeño taller se quedó pequeño y fue necesario plantearse el crecimiento.

Figura 1. Fotografía de Legazpi en los años '40.

Y fue en este crecimiento donde Patricio Echeverría demostró la novedad de su espíritu emprendedor. Conoce el oficio, viaja, investiga, e incorpora lo aprendido no solo a sus técnicas industriales sino a su manera de entender la empresa. Siguiendo la tendencia de muchas industrias europeas y americanas de aquellos años, desde 1920 y de manera ininterrumpida hasta los años '70, junto a los nuevos edificios de la fábrica y de la mano de alguno de los arquitectos más importantes del momento, construyó el asilo hogar de la Santa Cruz (1937), el economato (1939), el colegio del Buen Pastor (1941), la biblioteca circulante (1945), la Casa de Ingenieros (1947), la hospedería (1951), las escuelas de San Juan (1958), la pensión (1962), el colegio Santa Teresa (1969), y más de 800 viviendas obreras repartidas en seis barrios de gran calidad urbana: San Ignacio (1945), San

[3] Sobre el nacimiento y el desarrollo de la empresa creada por Patricio Echeverría puede consultarse el texto publicado con motivo del centenario de la empresa *Patricio Echeverría. Cien años que marcan Bellota*, Editado por el Departamento de Marketing Corporación Patricio Echeverría, S. A., Legazpi 2008.

Martín (1951), Aranzazu (1953), San José (1956), San Juan (1958) y Urtatza (1966-1975).

Legazpi se unía así a la ola de transformaciones que desde el origen de la industrialización cambiaría para siempre nuestras ciudades y territorios.

EL PAISAJE INDUSTRIAL

El período industrial contribuyó a un cambio radical de la escena urbana y transformó los paisajes a una velocidad nunca vista hasta entonces. Las inmigraciones masivas desde el campo colmataron los límites de las viejas ciudades, que rompieron sus murallas y, por primera vez en su historia, empezaron a crecer 'al otro lado'. Por otra parte, la implantación de las fábricas cerca de las materias primas originó el nacimiento de nuevos asentamientos que con el paso del tiempo se fueron consolidando y densificando hasta convertirse en ciudades.
Los silos, las minas, los puentes, las estaciones, las vías del ferrocarril, transformaron radicalmente el paisaje. De la mano del nuevo pensamiento moderno del Progreso y La Razón, las iglesias, las murallas, los palacios y conventos, dejaron paso a otros nuevos templos, las grandes fábricas, que simbolizaban con sus imponentes siluetas el triunfo del hombre del progreso sobre esa vieja historia que había decidido olvidar.

Figura 2. La Bankside Power Station en funcionamiento (FUENTE: R.Moore y Raymund Ryan (a cura di), Building Tate Modern, Tate Gallery Publishing, Londres 2000, P.189)

Y la ciudad se hizo moderna. Despreocupada y optimista se llenó de luces, de movimiento, de nuevos estímulos, y la prisa se adueñó de la nueva

civilización. "¡Estamos sobre el promontorio extremo de los siglos! – proclamaba Marinetti – ¿A qué mirar detrás de nosotros, que es como ahondar en la misteriosa alforja de lo imposible? El Tiempo y el Espacio han muerto. Vivimos ya en el Absoluto, puesto que hemos creado la celeridad omnipresente".[4]
Los pintores y poetas, fascinados por ese mundo singular que surge por doquier, son los primeros en exaltar esta nueva realidad. Los cuadros se llenan con el humo de los trenes que parten de las principales estaciones de París, con las altas chimeneas admiradas como objetos añadidos a las altas torres de las viejas iglesias.

También los arquitectos, con casi un siglo de retraso respecto a la literatura y la pintura, se incorporan a esta fascinación a principios del siglo XX. Los pioneros del movimiento moderno, en su búsqueda hacia una arquitectura acorde con el hombre protagonista de este nuevo y efervescente mundo, vuelven también los ojos a la realidad industrial, valorándola como prototipo para aquella arquitectura que sueñan. "Mirad los silos y las fábricas americanas – escribía Le Corbusier en 1923 – magnificas primicias de un tiempo nuevo; los ingenieros americanos aplastan con sus cálculos la arquitectura agonizante".[5]

El hombre moderno se emancipaba así de su historia, abandonaba sus antiguas creencias y se proyectaba hacia el futuro, hacia el tiempo nuevo. La idea de progreso era el principio director de la vida y tenía un nuevo escenario en el que manifestarlo: la metrópoli. La ciudad tradicional, que hasta entonces había ido cambiando con el hombre, empezaba a desarrollarse sin él. "El hombre iba tomando posesión de su destino y solo en los límites – en palabras de Francisco Jarauta – dormían inquietos los fantasmas".[6]

Pero los fantasmas despertaron. Desde el origen mismo de la industria, quizá tan leves que apenas si se escuchaban entre el estruendo de las máquinas, las voces de denuncia social habían acompañado cada logro del progreso. Con los primeros grabados de Dorè para los libros de Dickens, se hicieron patentes las condiciones infrahumanas en las que vivían los trabajadores. Las interminables colas de obreros a las puertas de las fábricas. La vida marcada a golpe de sirena. Las primeras huelgas. Los rostros que se volvían grises. El humo. La tristeza.

---

[4] Punto número VIII del *Manifiesto del Futurismo*, de Filippo Tommaso Marinetti, publicado por primera vez en *Le Figaro* el 20 de febrero de 1909.

[5] LE CORBUSIER, *Hacia una arquitectura*, Poseidón, Buenos Aires 1964, p.20. Ed.or. *Vers une architecture*, Crès, París 1923.

[6] JARAUTA, Francisco, "De la razón clásica al saber de la precariedad", en AA.VV. *La crisis de la razón*, Universidad de Murcia, Murcia 1986, p.48.

Figura 3. Frans Masereel, *Die stadt* (1925).

> "Siento claramente – escribía Romano Guardini en los primeros años '20 – que está surgiendo un mundo en el que el 'hombre', tomado en este sentido particular, no podrá vivir, un mundo en cierta manera deshumanizado. Y temo que el hombre de las regiones meridionales no pueda dominarlo. Temo que no posea la rigurosa severidad, la fuerza, la madurez interior, todo aquello que se necesita para poder afrontar este monstruoso adversario".[7]

Al igual que habían cantado las loas del progreso, literatura y pintura reflejan también este mundo deshumanizado. Películas como *Metropolis* (1917) de Fritz Lang, o *Tiempos Modernos* (1936) de Charles Chaplin, encierran la misma crítica y anuncian el peligro que viene de la mano del progreso. Una crítica que, en el caso de la primera, ha quedado eclipsada por unos escenarios futuristas que a menudo son los que retiene el

[7] GUARDINI, Romano, *Lettere dal lago di Como*, Morcelliana, Brescia, 1959, p.14. La edición original se hizo en forma de fascículos para la revista *Schildgenossen* entre 1923 y 1925.

espectador. En el caso de la segunda, el humor gen[8]ial de Chaplin es capaz de esconder también la crudeza de lo que suponía la vida en la fábrica en aquellos años dorados de la Revolución Industrial.

Fue con la 1ª Guerra Mundial cuando la fe ciega en el Progreso como principio director de la vida empezó a resquebrajarse. Como vaticinaba Spengler en su conocido texto, el hombre moderno no había entendido que "solo partiendo del alma podía descubrirse la significación de la técnica"[9], y con la guerra el hombre descubrió en cambio su cara más destructiva, descubrió que la máquina no era capaz de llenar su mundo de sueños, inquietudes y esperanzas. Que era capaz de aniquilarlo.

Como había escrito Guardini, el hombre no estaba preparado para afrontar ese 'poderoso adversario', y tras la 2ª Guerra Mundial asumió definitivamente el vacío en su existencia, entrando así de lleno en la cultura posmoderna. Había negado su pasado y, perdido el ideal de futuro, solo quedaba para él lo que los filósofos han denominado el eterno presente.

Pero la técnica, convertida ya en ideología, avanzaba inexorable. Tras el período de reconstrucción que siguió a la 2ª Guerra Mundial, las ciudades crecieron veloces, extendiéndose hasta los límites que les permitían los nuevos transportes. Allí hasta donde podía llegar el coche podía llegar la vivienda. Actualmente resulta imposible abarcar la extensión ilimitada en la que se ha convertido la ciudad. Tras décadas de planificación nos enfrentamos a un escenario donde ya no sirve ni siquiera la tradicional dualidad de centro y periferia.

En España la crisis del ladrillo nos ha hecho abrir los ojos al desastre al que nos han abocado décadas de crecimiento urbano sin control ni carácter, que han poblado el territorio de asentamientos urbanos uniformes, homogéneos, planos, en una especie de 'ciudad global' a la medida española. Hectáreas consumidas por la aplicación sistemática de un planeamiento en donde el protagonista ya no es el ciudadano que habitará, sino la especulación y el enriquecimiento. Un sistema que arrasa y urbaniza trigales antes de pensar siquiera como serán los espacios urbanos de los que allí habitarán. Solo hay que dar una vuelta de la mano de grupos como Nación Rotonda[10] para ser conscientes del estado al que hemos llevado las cosas: a nadie sorprende encontrar un terreno sin edificios pero perfectamente urbanizado, con rotondas a ninguna parte, aceras

[9] SPENGLER, Oswald, *La decadencia de occidente. Bosquejo de una morfología de la historia universal*, Volumen II, Espasa Calpe, Buenos Aires 1952, p.15. Ed or. 1918-1922.

[10] http://www.nacionrotonda.com/

construidas, farolas encendidas y bancos solitarios que se oxidarán esperando el día en que alguien se siente en ellos.

Figura 4. Urbanización sin terminar (FUENTE: www.nacionrotonda.com).

Pero quizá es también gracias a esta crisis, que no es solo económica ni urbana y se adentra en lo más profundo del hombre, que la palabra 'regeneración' ha pasado a ocupar una parte central de los discursos en muchos ámbitos disciplinares, no solo el arquitectónico o el urbano. Aunque es en estos dos ámbitos donde alcanza su significado más completo: la posibilidad de volver a pensar la ciudad, de transformarla, de reinventarla. De volver a encontrar la memoria de nosotros mismos.

APROXIMACIONES A LA HERENCIA INDUSTRIAL

En este marco de pensamiento toda la herencia recibida del período industrial se convierte en un material inédito con el que trabajar. Porque como en un proceso de usar y tirar, la tecnología en su avance inexorable ha dejado atrás todo lo que ya no le sirve: las estaciones tradicionales han dado paso a la alta velocidad, los puertos necesitan más calado y salen buscando el mar abierto, las máquinas son cada vez más pequeñas y los viejos espacios industriales resultan entonces demasiado grandes, la cadena de montaje se ha robotizado y ya no necesita al hombre, las minas y las extracciones a cielo abierto ya no son sostenibles, las chimeneas contaminantes dejan paso a tecnologías limpias. Y todo ese escenario que en su día fue el grandioso sueño de un futuro de progreso, es hoy un enorme conjunto silencioso que se oxida en medio de nuestras ciudades.

Pero es también la oportunidad de volver a resurgir. Son los *terrain vaguè* que, como explica Manuel de Solá-Morales, contienen en su propia

definición la idea de improductivo u obsoleto y al mismo tiempo la de impreciso, indefinido, sin futuro claro. Son lagunas intermedias en el tejido consolidado. Espacios de lo posible.[11]

Por otra parte son, en muchos casos, las señas de identidad del entorno que ocupan. Como hemos leído, las ciudades en su desarrollo superaron el centro histórico y estos emblemas de la civilización industrial pasaron a ocupar el lugar de los símbolos de la nueva era. Hoy en día son nuestro pasado más cercano. La herencia de una época quizá próxima en el tiempo, pero ya concluida. Y para muchos pueblos y ciudades que crecieron y se desarrollaron en ese período histórico, son la única memoria que tienen.

Sin embargo, desde la década de los '70 en la que empiezan los primeros proyectos de *waterfronts*, hemos visto derribos sistemáticos de cualquier traza o vestigio industrial, y transformaciones, a veces espectaculares, que han cambiado totalmente la fisonomía de algunas ciudades.

Y es que acercarse a ellos no resulta fácil porque su estética y su escala los alejan de los parámetros conocidos. Cabe señalar, además, que en muchos casos han quedado encerrados dentro del tejido, ocupando lugares privilegiados y muy bien comunicados. Lugares de oportunidad. Por eso, por su posición estratégica y por el escaso valor que tradicionalmente se les ha otorgado, la medida más utilizada ha sido la de hacer *tabula rasa* y después 'rellenar' el lugar con los habituales planeamientos urbanos que, en el mejor de los casos, han dejado una chimenea en una rotonda como testigo mudo del olvido.

El reto es, entonces, cómo afrontarlos. Qué hacer con esos paisajes transformados, con esos artefactos incomprensibles, con las viejas estaciones abandonadas y kilómetros de vías que poco a poco se ven invadidas por la vegetación, qué hacer con cientos de edificios enormes, vacíos y silenciosos. Cómo conseguir redescubrirlos y reinventarlos sin cancelar su identidad.

> "Los nuevos paisajes híbridos – escribe Joan Noguè – nos plantean enormes retos urbanísticos, territoriales, ambientales y sociales, pero también conceptuales e intelectuales. ¿Se están perdiendo en ellos el sentido del lugar? ¿Ha huido de estos paisajes el supuesto *genius loci* correspondiente? ¿Cómo se articula hoy, en estos paisajes híbridos y mestizos, la milenaria asociación identidad-lugar-paisaje? Mi impresión es que, hasta el presente, 'han fracasado las respuestas, pero las preguntas persisten' como diría Octavio Paz. Deberíamos explorar mucho más a fondo cómo las interconexiones

[11] SOLÀ-MORALES, Ignasi de, "La forma de la ausencia", en *Presents and Futures. Architecture in cities*, Actar, Barcelona 1996, pp.10-23.

> entre los fenómenos globales y las particularidades locales alteran las relaciones entre identidad, significado y lugar; cómo los seres humanos crean lugares en el espacio y los imbuyen de significado; cómo las sociedades contemporáneas (re)descubren y (re)inventan lugares y paisajes".[12]

El cine y la fotografía nos acercan a esta realidad casi con curiosidad. A diferencia del arquitecto, la mirada del artista no trata de construir, completar, o rellenar, lo que ve, sino de reflejar una realidad existente con la mirada de quien descubre un escenario singular, cargado de otros significados. Por otra parte, la contemplación de este legado en estado de abandono intensifica además un sentimiento de nostalgia, que lo vincula directamente con la idea tradicional de ruina, una idea que va mucho más allá del simple deterioro de los edificios y pone al hombre frente a la caducidad humana, frente a la realidad de una historia concluida y a la inseguridad de saberse sin rumbo.

Figura 5. Interior de la central térmica de Compostilla I, en Ponferrada (León).

Esta actitud que podemos llamar 'nostálgica', o 'evocadora', es uno de los acercamientos posibles a esta nueva realidad. Está detrás del trabajo de muchos de los fotógrafos que han recorrido las periferias en los últimos años, y del de otros artistas que, despojados de sentimentalismo, la

[12] NOGUÈ. Joan, Entre Paisajes, Àmbit, Barcelona 2009, p.123.

utilizan como base de numerosos proyectos artísticos que explotan su potencial estético.[13]

Existe otra actitud o aproximación a este legado que podemos definir como 'conservadora', para la que cualquier vestigio de este período es susceptible de ser considerado patrimonio y que trata a toda costa de conservarlo. En cierta medida, esta actitud es resultado también de ese nuevo cambio en el pensamiento posmoderno, de ese 'eterno presente' del que nos hablan los filósofos que lleva al hombre a aferrarse a su pasado.

> "De la inanidad del presente – escribía María Zambrano ya en 1955 – surge como realidad única, no perecedera en el seno de la nada, lo que pareció siempre la imagen de lo perecedero: el pasado, la historia. (…)Lo amenazado por el olvido sale a flote en la memoria más despierta y minuciosa que nunca hayamos conocido; el pasado en todas sus formas, el inmediato y aquellos tiempos remotos que las épocas de madurez ni sospechaban, son el pasto de la atención del hombre de hoy, como si en ellos encontrase una resistencia a la nada. Recordar, historiar, que viene a ser un contrario olvido".[14]

Los valores arquitectónico e histórico, que han sido tradicionalmente la base en la selección del patrimonio, se ven ahora sustituidos por los valores testimonial y documental, que añaden además otra cualidad intangible que llega de la mano de la memoria, una idea ésta que con el tiempo se ha ido transformando en algo más complejo que el simple recuerdo del pasado.

En este tipo de aproximación la recuperación ideal es la de musealizar la actividad que allí se hacía, corriendo el peligro a veces de detener la historia, o de convertir el pasado en un elemento más en la cadena de este turismo de masas insaciable. Cabe señalar, sin embargo, que ha sido muchas veces a través de este tipo de actuaciones como se han salvado algunos elementos importantes, se han impulsado acciones de tutela y salvaguarda, y se ha dado a conocer este gran legado y su importancia.

Pero como bien explicaba hace varios años Eusebi Casanelles, el industrial es un patrimonio numeroso y repetitivo, y es necesario seleccionar. Esta selección deberá hacerse en función no solo de los valores que antes se citaban, sino también en función del valor emocional o simbólico que el elemento tenga para su entorno. Hay ciudades de historia corta, cuyo pasado se simboliza en esos elementos que son su origen, y sin los que

[13] Cfr. MARRODÁN CIORDIA, Esperanza, "De la fascinación formal a la nostalgia. La ruina industrial en el paisaje contemporáneo", en *Bienes Culturales*, nº 7, 2007, pp.102-120.

[14] ZAMBRANO, María, *El hombre y lo divino*, Fondo de cultura contemporánea, México 1955, p.166.

perderían el carácter y la identidad. En este sentido, los criterios de valoración que sirven para unos no sirven para otros.

Por último, junto a la actitud nostálgica y a la más conservadora, nos encontramos con un acercamiento que podríamos llamar 'generador', y que tiene que ver con la inercia propia del crecimiento de nuestras ciudades: la ciudad ha crecido siempre por estratos, aprovechando lo que dejaron las épocas precedentes. Gracias a eso han llegado hasta nosotros muchos de los edificios históricos, por su adaptabilidad a las nuevas exigencias o funciones requeridas por las distintas sociedades que los han ido habitando.

Llevamos ya dos décadas en las que la intervención en edificios industriales se ha convertido en una moda entre los arquitectos, que ven en estos contenedores la oportunidad de experimentar nuevos lenguajes formales. Hay ejemplos soberbios de rehabilitación que han sabido equilibrar de forma magistral el equilibrio entre pasado, presente y futuro. En otros casos, sin embargo, el edificio original desaparece bajo el ego de una arquitectura demasiado centrada en sí misma.[15]

La adaptación debe hacerse desde el respeto, mirando hacia el futuro pero siendo conscientes de que, como hemos ido leyendo a lo largo de estas páginas, en muchos casos estos edificios y paisajes están cargados de un alto valor simbólico o emocional. Existe además el desafío proyectual – que es siempre un aliciente – de transformarlos poniendo en valor toda la emoción, visible y no visible, que contienen.

En este sentido, los proyectos de rehabilitación de las centrales térmicas de Alcudia (2007) y Ponferrada (2011), desarrollados en colaboración con AH arquitectos, tratan de ser una aproximación múltiple, hecha desde las tres actitudes que se exponían anteriormente, intentando que el futuro usuario reciba de ellos una carga emocional y sienta que pertenece a una historia que hoy mira hacia el futuro.[16]

[15] Cfr. MARRODÁN CIORDIA, Esperanza, "Navegando entre el pasado y el futuro: la rehabilitación de edificios industriales", en *Detail*, Temas de arquitectura, edición on-line, 19/12/2012.

[16] Sobre la filosofía de los proyectos para las centrales de Alcudia y Ponferrada puede consultarse MARRODÁN CIORDIA, Esperanza "Espacios industriales y nuevos programas. Restauración de las Centrales Térmicas de Alcudia y Ponferrada", en Abaco nº68, 2012, pp. 103-111; y para una descripción de los mismos puede consultarse *a+t*, nº30, otoño 2007, pp.126-135 y *Future*, nº23-24, junio 2010, pp.102-105.

En cualquier caso, intervenir en estos espacios cuando se trata de arquitecturas singulares es, en cierta manera, fácil, ya que las transformaciones se mantienen en los límites de las reglas del proyecto. El auténtico reto se produce cuando nos enfrentamos a todo un territorio transformado. Cuando el objeto a intervenir ya no es una sola fábrica, una central, o un viejo almacén, sino miles de m2 edificados, de naves que se suceden una tras otra, de un paisaje entero construido en torno al desarrollo industrial y de una sociedad que contempla el abandono de su historia.

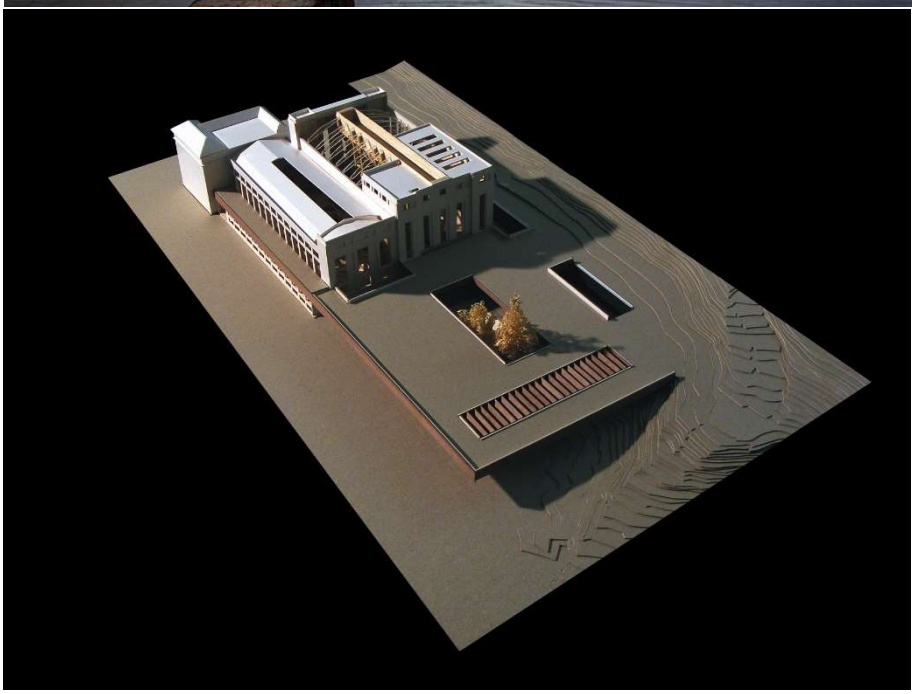


Figura 6 y 7. Proyecto para la reconversión de la central térmica de Alcudia (Mallorca); Proyecto para la reconversión de la central térmica de Compostilla I, en Ponferrada (León)

En este sentido, la operación desarrollada en el Ruhr en la última década del siglo pasado marcó un antes y un después en el proceso de recuperación del legado industrial. Al mismo tiempo que otras ciudades empezaban su regeneración cancelando cualquier traza industrial a golpe de dinamita, la región del Ruhr, una de las zonas más castigadas en el proceso de desindustrialización, ponía en marcha un mecanismo que le llevaría a transformar los más de 4400 km2 de territorio tomando como material de partida su propia historia: "¿Hay que imponer a estas áreas la estructura urbana de los modelos de ciudades progreso, o se debe contar para su desarrollo con su potencial endógeno?".[17]

La respuesta fue clara y hoy en día la cuenca del Ruhr es el icono de lo que puede llegar a ser una transformación hecha desde lo que podríamos llamar una 'memoria inventiva'. Con sus más de 1000 monumentos industriales, sus km de canales y áreas verdes reutilizados, su programa de viviendas y nueva actividad, es el ejemplo de que un lugar puede (re)descubrirse y (re)inventarse sin perder su identidad. Y lo importantes es que, como explica Miguel Álvarez Areces "han cambiado la opinión de la gente sobre la utilidad de los viejos edificios industriales, y que esta nueva sensibilidad se ha ido extendiendo hasta otros contextos".[18]

El éxito del resultado fue posible gracias no solo a una visión de futuro basada en la propia historia, sino también a unos instrumentos de gestión diseñados para poder llevarla a cabo. Porque cabe señalar que, muchas veces, el origen del problema de transformación de estas áreas es la propia legislación en materia urbana.

Los instrumentos conocidos no contemplan la posibilidad de enfrentarse a este tipo de problemas o situaciones que alteren sus tradicionales mecanismos de orden y control de uso del suelo. Esta característica, unida al hecho de que la redacción de un plan se ha convertido en un fenómeno burocrático largo y complejo donde la voz de los arquitectos queda sepultada bajo otros intereses, hace que sea necesario preguntarnos también si – ahora que la idea de regeneración entra por fin en nuestros discursos habituales – no sería conveniente empezar a buscar nuevos instrumentos antes que seguir cancelando la identidad con crecimientos urbanos iguales en cualquier parte del país.

[17] ZLONICKY, Peter, "La ricostruzione del paesaggio della Ruhr", en *Rassegna*, nº42, 1990, pp.16-19.

[18] ÁLVAREZ ARECES, Miguel Ángel, "Un futuro para el pasado", en *Arquitectura Viva*, nº182, 2016, p.16.

EL CASO DE LEGAZPI

Patricio Echeverría murió en 1972. A finales de los '80 la empresa original se dividió en varias sociedades, Patricio Echeverría Aceros S.A., Patricio Echeverría Forja S.A., Bellota Herramientas S.A., e Inversiones S.A, que fueron cambiando de nombre o fusionándose a otras, GSB, GERDAU, CIE… Estos cambios, unidos a la evolución en las maquinarias, cambiaron drásticamente el uso de los edificios existentes, que pronto se quedaron obsoletos. Algunos se derribaron, otros se adaptaron y otros, simplemente, se vaciaron. Los años de esplendor habían pasado y los habitantes, casi impotentes, asistían al espectáculo del abandono progresivo de su historia. Legazpi pasaba a ser también un ejemplo más del resultado de la ola de desindustrialización que asola Europa desde los años '70.

Figura 8. Gorka Salmerón, *Leaxpi industri paisaiak* (1993).

"– ¿Qué es *Leaxpi industri paisaiak*?

– *Leaxpi industri paisaiak* es el proyecto más grande que he sacado adelante hasta ahora. Salió de las tripas. Hay que tener en cuenta que detrás de esto hay muchas cosas: la relación histórica de Legazpi con el hierro, los recuerdos de mi infancia... Mi abuelo trabajó en Patricio Echeverría y de niño me llevaba a la fábrica.

– ¿Cuánto tiempo dedicó a este trabajo?

– Entré en la fábrica de Patricio Echeverría en 1991. Me costó mucho. Previamente, había sacado muchas fotos desde el exterior. Empecé en la fotografía en 1985 y en los carretes de aquella época aparece ya la fábrica. Despertaba mi interés y era un trabajo que había que hacer. Alguien tenía que fotografiar la fábrica que ha marcado la historia de Legazpi. Este pueblo es lo que es por influencia de la fábrica". [19]

[19] Entrevista al fotógrafo Gorka Salmerón Murgiondo, publicada en http://m.noticiasdegipuzkoa.com /2014/07/05.

Las fotografías de Gorka Salmerón Murgiondo sobre Legazpia, recogidas en su libro *Leaxpi industri paisaiak (Paisaje industrial de Legazpia)* [20], se convierten, como en tantos otros casos, en testigos mudos de ese mundo que desaparece. El blanco y negro, los largos muros y los grandes vacíos, los rostros arrugados de los trabajadores, nos envuelve en esa nostalgia que nace de la contemplación de una parte de historia que desaparece cuando el futuro es todavía incierto. Un trabajo que, como dice el autor, "sale de las tripas", poniendo en evidencia que su relación con esta herencia recibida va mucho más allá de la mera contemplación o valoración estética.

Sin embargo, Legazpi estaba decidida a no olvidar su pasado. En la línea de esos grupos en defensa del legado industria de los que se hablaba en páginas anteriores, en 1994 se había creado la Fundación Lenbur (*Legazpi Natura eta Burdina* _ Legazpia Naturaleza y Hierro), como un proyecto de desarrollo local y con el objetivo de crear una oferta turístico-cutural en torno a la interpretación del hierro en la geografía de Legazpia. Era una fundación pequeña, sin muchos medios, que a día de hoy sigue en activo y gracias a la que se ha conseguido documentar, salvaguardar y restaurar muchos de los elementos que forman la historia de la localidad.

Poco a poco las voces de la importancia de salvaguardar este singular ejemplo de desarrollo urbano total en torno a una sola empresa se fueron haciendo oír. La Asociación Vasca del Patrimonio Industrial y la Obra Pública (AVPIOP) trabajó para conseguir el reconocimiento de algunos edificios emblemáticos, y el propio Departamento de Cultura de Gobierno Vasco en su Inventario de elementos susceptibles de ser protegidos, incluye Patricio Echeverría S.A. y muchos de los elementos construidos en relación a ella (barrios de viviendas obreras, equipamientos, etc.).

Por otra parte, el Plan Nacional de Patrimonio Industrial, redactado por el Instituto de Patrimonio Histórico Español en 2011, incluye también el complejo Patricio Echeverría S.A. entre los elementos destacados y lo incorpora a los *100 Elementos del Patrimonio Industrial de España*, listado realizado en colaboración con el TICCIH-España (*The International Committee for the Conservation of the Industrial Heritage*).[21]

[20] SALMERON, Gorka, *Leaxpi industri paisaiak* , Burdinola, Legazpi (Gipuzkoa) 2014. El fotógrafo ha sido también comisario de la exposición "Los fotógrafos de aceros Bellota. Patricio Echeverría S.A. (1918-1993)", que tuvo lugar del 20/10 al 22/11 de 2015. Para más información sobre el autor y su trabajo puede consultarse su página web http://www.gorkasalmeron.com.

[21] Estos 100 elementos han sido recogidos en un magnifico volumen editado por el TICCIH-España en colaboración con la Editorial CIEES y el Instituto del

En este marco de reconocimiento hacia la importancia de su historia, en 2013 el ayuntamiento de Legazpi decide convocar un concurso para la redacción de su *Plan Especial de Protección y Catalogación del Patrimonio Urbano Consolidado,*, un documento ambicioso que catalogaría todos los elementos susceptibles de considerarse patrimonio, desde el mismo origen de la historia del territorio.[22]

Tal y como marca la ley en materia urbanística, el resultado del documento debía ser un catálogo de elementos individuales valorados en relación a una serie de criterios, que les otorgaban un grado de protección específico estableciendo las actuaciones a las que quedaban limitados.

Sin embargo, desde el inicio de la elaboración del documento, el equipo redactor[23] fue consciente de la dificultad a la que se enfrentaba: la valoración de elementos aislados podía entenderse para la iglesia, el ayuntamiento, los restos arqueológicos de las viejas ferrerías o los caseríos más singulares, pero en el caso del entramado industrial los criterios de valoración tradicionales resultaban insuficientes.

Porque no se trataba solo de las grandes fábricas de P.E.S.A., sino de todo el entramado urbano de viviendas y equipamientos que no se entienden sin la historia de la empresa. Un paisaje único que suponía más del 75% de la superficie del contexto urbano, con el problema añadido de que parte de las instalaciones siguen en funcionamiento.

Patrimonio Cultural de España, en 2011, y también en una exposición itinerante que ha viajado por toda España con el objetivo de difundir el valor del Patrimonio Industrial.

[22] Para delimitar el período de estudio el equipo redactor se basó en la Carta de Nizhny Tagil (2003), que el Centro de Patrimonio Cultural del Gobierno Vasco había tomado como referencia a la hora de evaluar este legado, y en donde se afirma que "el período histórico de principal interés del Patrimonio Industrial se extiende desde el principio de la Revolución Industrial, la segunda mitad del siglo XVIII, hasta la actualidad, incluida; si bien se estudian sus raíces pre-industriales y proto-industriales anteriores". Así, el Plan Especial analizó las estructuras de la época preindustrial y las de época industrial hasta los años 70, década en la que la profunda crisis produjo un cambio de ciclo hacia nuevos programas de promoción de suelo y políticas de apoyo a la industria.

[23] El equipo redactor del Plan estuvo formado por José Ángel Medina (Dr. Arquitecto, especialista en arquitectura española de la primera mitad del siglo XX), Esperanza Marrodán (Dr.Arquitecto, especialista en recuperación de arquitecturas y paisajes industriales), Patricia Biain (Arquitecto, especialista en urbanismo), María José Sagarduy (Licenciada en Historia del Arte y diplomada en Arqueología), Javier Goicoechea (Arquitecto), Aketza Merino (Historiador). Por parte del Ayuntamiento actuó como coordinadora Beatriz Herreras (Licenciada en historia y especialista en la historia industrial de Legazpia). El trabajo contó además con la implicación directa del Ayuntamiento a través de su arquitecto municipal, Ane Mendinueta.

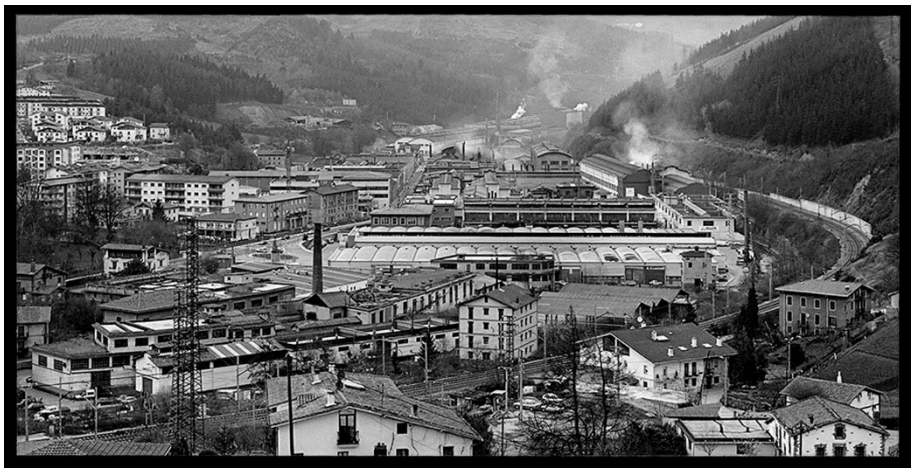


Figura 9. Gorka Salmerón, *Leaxpi industri paisaiak* (1993).

Algunos edificios singulares podían valorarse en base a los criterios tradicionales, pero ante la contemplación del conjunto en su totalidad surgían otras preguntas: ¿dónde reside su verdadero valor?, ¿en el conjunto?, ¿y qué se protege entonces?, ¿la escala?, ¿los edificios?, ¿las largas fachadas marcadas por el ritmo de las ventanas?, ¿la espacialidad interior?, ¿la calidad de los pequeños espacios entre los grandes edificios? ¿Todo eso es patrimonio?

Era imposible entender los edificios sin su contexto y no era bueno mirarlos detenidos en el tiempo. Como en el Ruhr, Legazpi podía crecer a partir de su pasado, pero para ello necesitaba una idea de crecimiento, un mínimo proyecto conjunto.

Por eso, una vez elaborado el catálogo y redactadas las fichas de aquellos elementos en los que no había lugar a duda, se diseñaron dos estrategias no normativas de intervención a futuro – una territorial y otra urbana – con el objetivo de que pudieran servir de hoja de ruta a quien tuviera la responsabilidad de decidir. Porque en un Plan de estas características no es suficiente con un catálogo, hace falta tener un proyecto urbano, una estrategia, una conciencia de lo que sucede y de lo que puede suceder, conciencia de dónde están las áreas potenciales (no siempre edificadas), de cuáles son las prioridades, de por dónde se debería empezar para ir poco a poco regenerando todo un tejido. Un tejido que es urbano pero también es social, es histórico y va más allá de la rehabilitación de edificios aislados.

Si en un momento determinado alguien se decidía a invertir en regenerar, sabría por dónde empezar.

Además, para el área específica de las fábricas se estableció una Unidad Morfológica que garantizara la conservación de un cierto ambiente característico, hecho de largas fachadas rítmicas, pequeñas plazas y calles

sorprendentes que las van relacionando. Y se abrió para los edificios la flexibilidad en los usos futuros. Las piezas emblemáticas y otras en las que la maquinaria permanecía como testigos de su actividad podían permanecer como documento de un período, pero el resto debía mirar hacia adelante. Con la garantía de esa permanencia volumétrica, abrimos el abanico a todos los usos posibles, muchos de ellos prohibidos en el propio Plan General de Ordenación Urbana del municipio que, como se deja escrito en cada una de las fichas que forman el catálogo, debería modificarse.

La experiencia de Legazpi y el interés manifestado por el ayuntamiento para la defensa de su patrimonio industrial, ponen de manifiesto por una parte la conciencia cada vez más extendida de que este pasado, ahora histórico, puede ser clave en la regeneración de muchos pueblos y ciudades y, por otra parte, la necesidad de crear nuevos instrumentos de intervención que permitan trabajar esta realidad en todo su contexto, y no como edificios aislados. Por último, deja claro que este tipo de operaciones van más allá de la simple recuperación de cosas construidas, y sirven de laboratorios para pensar en la identidad, en nuestra identidad. En palabras de Salvatore Settis:

> "Al contrario de la monocultura de esa ciudad global plana que está invadiendo el planeta, la ciudad histórica es una máquina para pensar. Para pensar desde uno mismo en lo que nos rodea, y por lo tanto, para pensar en uno mismo".[24]

[24] SETTIS, Salvatore, op.cit. p.100.

Comunicaciones

Sesión 1

Aprovechamiento hidroeléctrico: El SALTO DEL MOLINAR. Cuenca del Júcar. Villa de Ves. 1910.

Paradigma de modernidad y avances técnicos en la península ibérica

Rocío Piqueras Gómez

Rocío Piqueras Gómez, nace en Albacete en 1975. En 2001 obtiene la titulación de Arquitecto Superior, en la especialidad de Edificación, por la Escuela Politécnica de Valencia (UPV). En 2006 comienza el curso de doctorado en el Departamento de Composición de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura (UPV), realizando una estancia de investigación en el Instituto Técnico de Lisboa en el año 2013. En diciembre del 2015 obtiene el título de Doctora, con Mención Internacional y Calificación de Cum Laude, cuya tesis versa sobre la Valoración del Salto del Molinar como pieza clave del Patrimonio Industrial de la Península Ibérica. Actualmente trabaja como profesora de proyectos en la E. A.

Febrero de 2016

"El SALTO DEL MOLINAR". Cuenca del Júcar. Villa de Ves. 1910.
Paradigm of modernity and technological advances on the Iberian Peninsula

ABSTRACT

"El Salto del Molinar" was built in 1910 at the basin of the Júcar River, at the height of Villa de Ves, Albacete. It is one of the first hydraulic uses built in the early twentieth century in the Iberian Peninsula, and the first of the Spanish hydroelectric company, with the historical and symbolic value that this gives, even though it is currently abandoned and in a state of ruin. It should also be pointed out that the set of facilities of "El Salto" are a paradigm of modernity and technological advances of the time, both by the use of reinforced concrete in the implementation of its structural system, linked its authorship to the engineer D. Jose Eugenio Ribera; as to have a leading-edge technology of electricity, allowing its transport in high-voltage power lines to 250 km of distance, for the first time in Europe.

In addition there has been an uprising plan metric that defines exhaustively the whole hydroelectric and in particular the house of machines. Finally, and as a conclusion, an objective assessment shall be established, which will verify the enormous historical, technological, architectural and potential value of "El Salto del Molinar", as a key piece of the Industrial Heritage in the Iberian Peninsula, which constitutes a starting point for its well-deserved conservation and protection.

KEY WORDS

Hydroelectric Power, Salto Del Molinar, 1910, Jucar Basin, José Eugenio Ribera, Industrial Heritage.

RESUMEN

"El Salto del Molinar" construido en 1910 en la cuenca del río Júcar, en el municipio de Villa de Ves, Albacete, es uno de los primeros aprovechamientos hidroeléctricos de principios del siglo XX en la Península Ibérica, y el origen de la empresa Hidroeléctrica Española, pese a que actualmente se encuentra en estado de ruina. Conviene señalar además que el conjunto de instalaciones del Salto constituye un paradigma de modernidad y avances técnicos de la época, tanto por la utilización del hormigón armado en la ejecución de su sistema estructural, vinculada su autoría al ingeniero D. José Eugenio Ribera; como por disponer de una tecnología punta en materia de electricidad, permitiendo su transporte en líneas de alta tensión a 250 Km de distancia por primera vez en Europa.

De este modo, el trabajo de investigación realizado consta de una primera fase donde ha elaborado una contextualización histórica, social y económica centrada en el estudio de los comienzos del hormigón y la industria hidroeléctrica de principios de siglo XX en España y Portugal, realizando un análisis comparativo entre ambos países que permite demostrar el valor histórico y técnico del Salto del Molinar en todo el ámbito Ibérico. Posteriormente el desarrollo de la comunicación se centra en el análisis descriptivo del bien y en el registro e inventario de sus instalaciones, profundizando en el análisis arquitectónico del edificio de la central hidroeléctrica y su comparación con otros elementos de referencia, que permiten definir su valor patrimonial. Además, se ha realizado un levantamiento planimétrico que define exhaustivamente el conjunto hidroeléctrico y en especial la casa de máquinas. Finalmente, y a modo de conclusión se establecerá una valoración objetiva, que verificará el enorme valor histórico, tecnológico, arquitectónico y potencial del conjunto de Salto del Molinar, como pieza clave del Patrimonio Industrial en la Península Ibérica, lo que constituye un punto de partida para su tan merecida conservación y protección.

PALABRAS CLAVE

Hidroeléctrica, Salto del Molinar, 1910, Cuenca del Júcar, José Eugenio Ribera, Patrimonio Industrial.

EL DESCUBRIMIENTO: UNA VALIOSA PIEZA DEL PATRIMONIO INDUSTRIAL

El aprovechamiento hidroeléctrico del Salto del Molinar en la cuenca del Júcar ha sido objeto de una novedosa investigación que ha sacado a la luz la importancia histórica de una valiosa pieza del patrimonio industrial, reconociendo el valor histórico, social y técnico, arquitectónico y paisajístico del conjunto de instalaciones hidráulicas, que junto con la Central Hidroeléctrica, conforman el Salto y que está vinculado a un entorno natural poco conocido y de gran valor ambiental que todavía conserva sus cualidades primigenias.

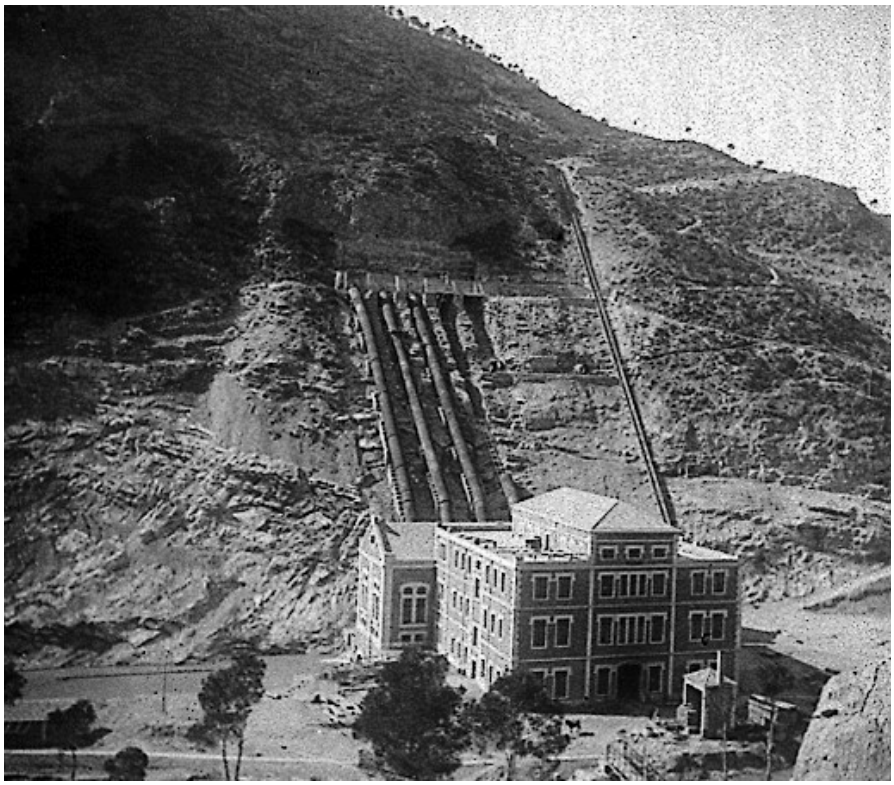


Figura 1. Vista general Central Hidroeléctrica del Salto del Molinar,1910. Fuente: AHISA.

Pero este conjunto patrimonial desgraciadamente forma parte de la llamada "arqueología industrial" como resto físico de un pasado industrial (Sobrino, 1996: 93) que ha quedado obsoleto, ha perdido su eficacia técnica y acaba abandonado a su suerte, "*un patrimonio olvidado, diezmado, el más maltratado que podamos encontrar y que suele desaparecer sin dejar rastro, sin dejar huella…".* (Aguilar, 1998: 23-33). El conocimiento de este patrimonio industrial tan singular es un primer paso para protegerlo y conservarlo.

APUNTES HISTÓRICOS: HE Y LA CREACIÓN DE UN TEMPLO PARA LA ENERGÍA

Las instalaciones del Salto del Molinar se sitúan en la Cuenca del río Júcar, en el término municipal de Villa de Ves, provincia de Albacete, lindando ya con la provincia de Valencia.

La primera concesión para aprovechar la fuerza motriz del salto data de 1901, a nombre de un empresario albacetense, Enrique Gonsálvez y Fuentes, quién la vendería un año después a la Sociedad vasca Hidroeléctrica Ibérica (HI), cuyo gerente, Juan de Urrutia y Zabala, intuyó las grandes posibilidades del aprovechamiento hidroeléctrico de este salto para abastecer de energía a Madrid y el Levante.

El 13 de Mayo de 1907 se constituía en Madrid la Sociedad Anónima denominada Hidroeléctrica Española (HE) con el objeto inmediato de poner en funcionamiento el Molinar. Se nombraría como gerente a Juan de Urrutia, que seguiría siéndolo también de Hidroeléctrica Ibérica, la cual formaría parte de la nueva sociedad aportando, entre otros activos, el Salto del Molinar, además de comprometerse a ejecutar de las obras hidráulicas: presa, canal, depósito de extremidad, conducción forzada y casa de máquinas de dicho salto. (AHISA, 1909: 5). La maquinaria eléctrica correría a cargo de HE.

Como ingeniero director de las obras fue nombrado Oscar Laucirica y Uribe, Ingeniero de caminos, canales y puertos, con la colaboración de Leandro Cossio (AHISA, 1908: 413), como Ingeniero Industrial, que ya tenían experiencia en la ejecución de las obras de los saltos de Quintana y Fontecha en 1904, y de Leizarán en 1905, que la Ibérica había realizado en el País Vasco.

En un primer momento la capacidad inicial prevista en el salto sería de 36.000 caballos, e instalar en la central generadora la maquinaria hidráulica y eléctrica necesaria para una producción de 12.000 caballos de energía, que serían transportados a Madrid (a 254 Km) y Valencia (a 80Km) con una tensión de 66.000 voltios. De esta manera la línea del Molinar a Madrid se convertiría en la de mayor longitud y más elevada tensión

existentes en Europa en ese momento.[1] Posteriormente se ampliaría las instalaciones hasta 21.600 caballos para construir líneas de transporte a Murcia y Cartagena (a 160Km), con estaciones intermedias en Alcoy, Alicante.[2]

En 1907 comenzarían las obras hidráulicas. En 1909 concluiría la ejecución de la central y en 1910 la instalación se puso en marcha al quedar concluidas también las líneas de transporte hacia Madrid y Valencia. La sala de máquinas de la central estaba equipada con cuatro equipos de turbinas generatrices suministradas por la casa J.M. Voith, de eje horizontal, sistema Francis con una potencia de 7.200 caballos cada una. Los grupos generadores, transformadores y resto de la instalación eléctrica fueron suministrados por la casa Siemens-Schuckert. En 1923, se procedió a la mejora en el trazado de las líneas de transporte de la energía de Madrid y Valencia que modificaba la tensión a la que se efectuaba este transporte, que pasó a ser de 132.000 voltios, lo que le permitió duplicar su capacidad.

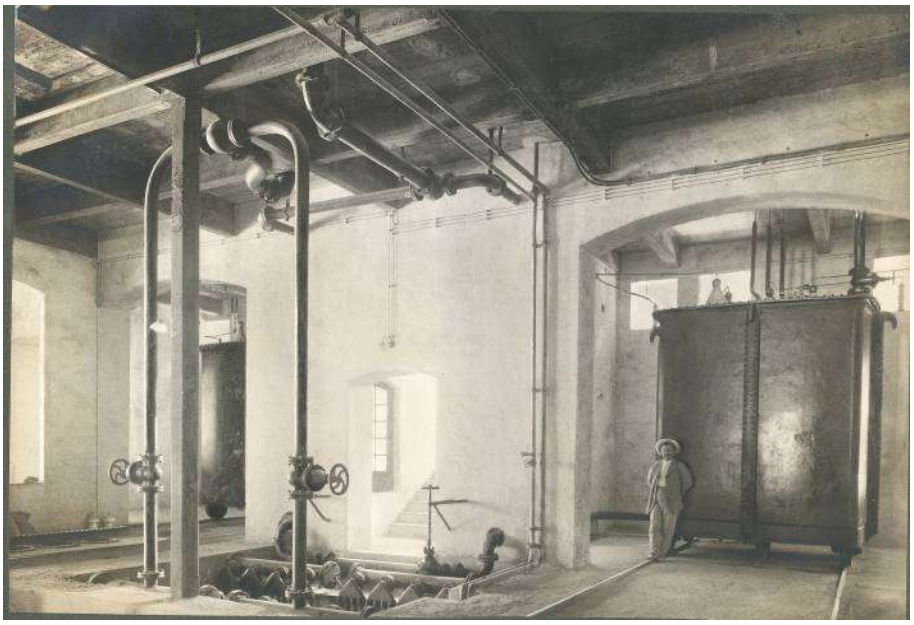


Figura 2. Vista general del interior de la planta baja del edificio de transformadores. Estructura de Hormigón armado de la central de "El Molinar", 1910, de J. Eugenio Ribera. Fuente: AHISA

[1] "En el año 1909 La energía eléctrica, p.194, se hacía eco de una información facilitada por la revista francesa La Houille Blanche, en la que se ofrecía una relación de los mayores transportes de electricidad del mundo. En ellas las líneas en construcción por HE ocuparían el quinto lugar, tras los pasos de tres líneas estadounidenses y una canadiense". Véase Cayón García, F. "Hidroeléctrica Española: Un análisis de sus primeros años (1907-1936)". Revista de Historia Económica nº 2, Año XX, Primavera Verano 2002, p. 312.

[2] Ibid., p. 1.

El Salto del Molinar estuvo en pleno rendimiento hasta 1952, fecha en la que fue sustituido por la central de Cofrentes, capaz de triplicar su producción de energía. En ese momento se construirían una presa y una central de nueva planta, que inundaría la anterior, derivando los caudales del Júcar hasta unas turbinas situadas cerca de Cofrentes. Se constituye así el nuevo embalse del Molinar tal y lo conocemos hoy en día. Parte de las infraestructuras del antiguo salto, como la presa, toma de agua o parte del canal quedaron inundados por este nuevo embalse y otras fueron desmanteladas y abandonadas, como el edificio de la central y sus anexos.

MARCO GEOGRÁFICO: LA INSTALACIÓN INDUSTRIAL Y SU RELACIÓN CON EL ENTORNO

Villa de Ves, se localiza en la provincia de Albacete, perteneciendo dicho municipio a la Comarca de La Manchuela, región dedicada principalmente a la agricultura y a la artesanía, con un alto grado de analfabetismo y con un índice de pobreza también bastante elevado. Se trataba además, de una de las zonas más aisladas de un país con una red de transportes deficiente e inadecuada. A lo largo su historia, el río había funcionado como canal de comunicación, sistema de riego y aprovechamiento hidráulico. De hecho la única industria en esta zona era la de los molinos harineros, situados en los márgenes del río Júcar. Pero será desde la puesta en funcionamiento del Salto y el inicio de la producción hidroeléctrica, que el proceso de transformación infraestructural del río tomó un cariz absolutamente nuevo, acelerando la conversión de sus instalaciones y provocando la entrada de este territorio en la modernidad.

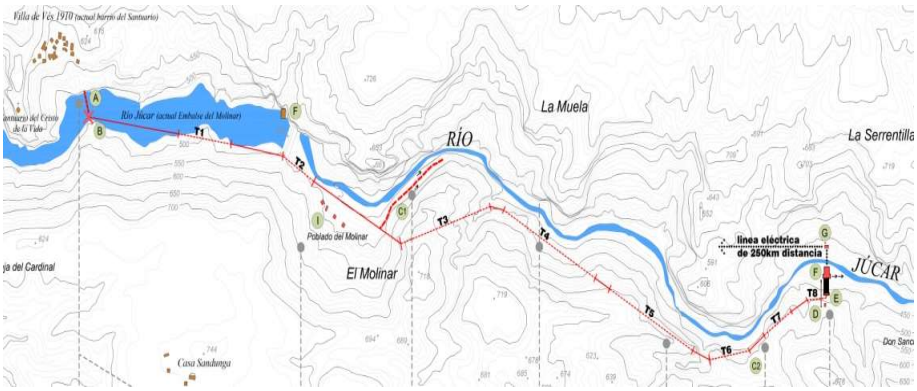


Figura 3. Emplazamiento y situación de las instalaciones y obras hidráulicas del Salto del Molinar. Levantamiento in situ. E: 1/10.000. Fuente: Hugo Candeias Afonso y Rocío Piqueras.

En lo más profundo de un barranco a 5 km de Villa de Ves, junto a un lecho del margen derecho del río, en una explanada llamada "La rinconada de Dámaso", se sitúa la central hidroeléctrica. Allí donde las riberas del río dejan de ser llanos inundables de cultivos y se convierten en un cañón inaccesible. El emplazamiento de la central viene condicionado por la

existencia de un salto natural de 65 metros aprovechado por los ingenieros de HE para producir energía sin apenas inversión. Nacería así un nuevo paisaje fluvial: se construiría una central moderna, se reforzaría una presa utilizada ya desde los árabes (la presa del Molino del Cura, situada 4 Km aguas arriba) se ejecutarían canales, túneles, depósitos de extremidad, conducciones forzadas, estaciones transformadoras, se levantarían postes de alta tensión y tendidos eléctricos, hasta un nuevo poblado obrero, con escuela, comedor y capilla; formando una nueva trama que modificaría para siempre el territorio.

LA EXPANSIÓN DE LA COMPAÑÍA HE. UNIFICACIÓN PENINSULAR DEL SISTEMA ELÉCTRICO. EL SISTEMA JÚCAR

El salto del Molinar constituye el primer aprovechamiento de la red hidroeléctrica que tejerá la compañía, no solo a nivel nacional. El sistema Júcar está constituido por un conjunto de saltos hidroeléctricos construidos en este tramo de la cuenca del Júcar entre 1910 y 1936 cuya construcción responde a un aumento de la demanda de los mercados madrileño y levantino. La producción del Molinar muy pronto se mostraría insuficiente, lo que obligó a recurrir con frecuencia a la generación térmica con el consiguiente aumento de los costes productivos. En un principio se adquirió un nuevo generador para la central, pero en seguida se iniciaron los trámites para obtener otras concesiones de otros saltos de agua, como el de Villora y de Dos Aguas, situados también en el río Júcar o sus afluentes.

En 1914, la central de Villora en el río Cabriel ya estaba en funcionamiento, con una potencia de 16.300 CV. Se construyó en menos de un año y con la instalación de este salto se dio un leve respiro a la demanda del mercado madrileño.

En este mismo periodo, los gestores de HE se plantearon la realización de una serie de embalses de regularizadores con el objetivo de reservar las aguas en las horas valle. Serían el de Guadazón en 1917, La Lastra 1926 y Buijoso 1927, el del Tranco del Lobo 1924 y Batanejo 1925, estos dos últimos funcionarían de regulación y producción.

En 1917 se iniciaron las obras para la utilización del salto de Dos Aguas. Se construyeron dos centrales independientes. La primera de ellas dio lugar al salto de Cortes de Pallás, y la segunda al de Millares (1936).

Internacionalización de la compañía HE. Electra de Lima. Central de Lindoso

No obstante, la Sociedad "Hidroeléctrica Española" seguiría expandiéndose no solo a nivel nacional. A nivel internacional, en el año 1916

adquiriría Electra de Lima, en Portugal para la explotación del aprovechamiento hidroeléctrico del Salto de Lindoso, el cuan entraría en funcionamiento en 1922. Urrutia cumpliría de este modo su sueño de intentar una unificación peninsular del sector eléctrico. Integrando a Portugal en la red ibérica, además de exportar capital, tecnología y capacidad de gestión al país luso.

Sería la primera vez que se transportaba energía eléctrica con una tensión nominal de 75.000 voltios (DC-EDP: 11). La línea recorrería una distancia desde Lindoso, el centro de producción, hasta las ciudades de Braga y Oporto, a 50 y 85 Km de distancia, respectivamente (Vaz Guedes, 1996: 118). Fue además, la primera en integrar una red completa de producción y distribución de electricidad, ultrapasando la esfera de los municipios. Se podría decir que estamos en la génesis del ciclo de las grandes centrales de los años 40 en Portugal. En este sentido, Lindoso, sería tal y como lo fuera 12 años antes en España el Molinar, el aprovechamiento hidroeléctrico que permitiría el salto tecnológico en materia de transporte de electricidad a alta tensión en Portugal.

LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA: ANÁLISIS ARQUITECTÓNICO DEL EDIFICIO

Figura 4. Alzado Este, conjunto edificado de la casa de máquinas del Molinar. Estado 1910. Fuente: Levantamiento in situ. 2014. Jugo Candeias Afonso y Rocío Piqueras

A continuación, se profundizará en el análisis arquitectónico del edificio de la central hidroeléctrica.

Programa y tipología

La configuración de los espacios responde de forma expresa al programa funcional. El volumen conjunto del edificio se define por la agregación de dos cuerpos visiblemente identificados desde el punto de vista funcional y tipológico: La sala de máquinas y el edificio de transformadores:

Sala de máquinas

Este edificio responde a la tipología industrial de nave de planta baja con cubierta de madera a dos aguas construida con cercha mixta de madera y metálica. Sus dimensiones son de 14 m de profundidad por 44 m de anchura y 11m de altura hasta el arranque del tejado. Dispone de un espacio diáfano suficiente para albergar cuatro grupos de turbinas y generadores en funcionamiento, más uno de reserva previsto, cinco grupos de excitación y la instalación de baja tensión de los cuadros de distribución.

Edificio de transformadores

Se corresponde con la tipología de fábrica de pisos y una división del espacio interior según requisites del programa. Dispone de 3 plantas de 29,60 metros de anchura por 32,50 profundidad y 5.50 metros de altura cada una. El edificio se configura simétricamente respecto a dos ejes principales a partir de los que se distribuye el programa de la central; uno trasversal que pasa por los núcleos de escalera y otro longitudinal y perpendicular a éste que divide el alzado central situado a Norte.

En planta baja están ubicados los transformadores y sus aparatos de protección en dos estancias adosadas a los núcleos de escaleras, a los que se accede a través de un espacio central reservado a la refrigeración de las máquinas. En planta primera, en las estancias anexas a los núcleos de escaleras, se sitúan las barras de alta tensión. Utilizando el espacio central para ubicar los limitadores a chorro de agua. La iluminación de este espacio se produce a través de los huecos abiertos en el forjado de la planta superior. El espacio central de la planta segunda es una linterna de 9,20 metros de altura, desde donde se distribuyen los cables de alta tensión, hasta la estación de protección situada al otro lado del río.

Sistema constructivo

Cada uno de los cuerpos que componen la central, dispone de un sistema estructural distinto. En un principio estaba planteada una estructura de muros de carga de mampostería y cubierta metálica a dos aguas con teja árabe, para la nave diáfana de la sala de máquinas y una estructura mixta de muros de carga y pórticos metálicos con entrevigado cerámico para la formación de forjados,[3] en el edificio anexo. Pero en algún momento de la ejecución de la obra, se sustituyó el sistema estructural metálico de los pisos del edificio de transformadores, por el del hormigón armado, siendo esta una innovación técnica de gran relevancia.

[3] Véase la sección del proyecto de 1908, donde la estructura planteada es metálica.

VALORACIÓN COMO PIEZA CLAVE DEL PATRIMONIO INDUSTRIA. VALORACIÓN DEL BIEN INDUSTRIAL

A continuación, y como conclusión a esta comunicación, se definirá el valor patrimonial y testimonial del aprovechamiento hidroeléctrico del Salto del Molinar, que podemos desglosar según su:

Valor histórico y social

El Salto del Molinar es uno de los primeros y más importantes aprovechamientos hidroeléctricos construidos a principios del siglo XX en la Península Ibérica. Esto le confiere un valor histórico de enorme relevancia, pues se trata de un ejemplo pionero del periodo de expansión del sector hidroeléctrico, justamente en el momento histórico cuando comienza la sustitución de las centrales térmicas por las centrales hidroeléctricas, como la principal fuente de producción de energía del país.

Valor del producto

La energía hidroeléctrica sería un factor determinante para la industrialización del país, que experimento un crecimiento industrial desde 1910 que no pararía hasta el comienzo de la Guerra Civil.

Valor de la empresa

Es en este periodo, cuando se asiste al nacimiento de las grandes compañías hidroeléctricas del país. El Salto del Molinar constituye el origen de la Compañía Hidroeléctrica Española, sociedad de capital vasco, que constituyen el origen de lo que hoy conocemos como Iberdrola.S.A.

La repercusión de la empresa HE a nivel nacional e internacional, ha quedado suficientemente demostrada por diversos autores, que coinciden en que la empresa HE es una pieza clave para el desarrollo industrial y económico de todo el Levante y Madrid,[4] además de colaborar intensamente en el crecimiento de la producción eléctrica del país.

Valor por la contribución del salto al desarrollo local

Así mismo, es de singular relevancia la contribución de la instalación industrial en el desarrollo local**.**

Villa de Ves, en cuyo término municipal están ubicadas las instalaciones del Salto, tal y como se ha mencionado anteriormente, pertenece a una comarca rural del interior de la Península, La Manchuela, que en 1910 era

[4] Véase CAYÓN GARCÍA, Francisco. Hidroeléctrica Española: Un análisis de sus primeros años (1907-1936). Revista de Historia Económica. Nº 2, Año XX, pp. 301-315. Primavera Verano 2002.

una de las zonas más aisladas del país y de mayor índice de analfabetismo, con una población empobrecida dedicada principalmente a la agricultura y sin apenas tradición industrial. Desde 1910 y hasta 1952, la población de Villa de Ves, tuvo un aumento demográfico llegando a duplicando su población en los años en los que estuvo en funcionamiento el Salto. Además se originó una creación de puestos de trabajo, no solo en el sector industrial (la propia central), sino también en el sector terciario (comercios, transportes) que supuso un importante incremento del nivel socioeconómico para la población de la comarca.

A nivel social, la empresa ejercía un papel paternalista con sus trabajadores (economato, escuela, consultorio médico), con una consecuencia muy positiva: la reducción del analfabetismo: los hijos de los trabajadores tenían la posibilidad de estudiar en la escuela y formarse para posteriormente entrar a trabajar para HE. Además los trabajadores disponían de consultorio médico y economato. La comarca pasó en pocos años del aislamiento geográfico y cultural a la vanguardia en cuanto a política social se refiere.

El Salto proporcionaría a esta zona rural, una memoria histórica vinculada al nuevo modelo social surgido de la revolución industrial y de una nueva forma de vida asociada al trabajo de la industria hidroeléctrica y al capitalismo.

Valor simbólico/iconográfico

El Salto del Molinar tiene un enorme *valor simbólico* y testimonial, como vestigio que evoca un momento concreto en la industrialización de la Península: el inicio de la expansión de la hidroelectricidad. Además posee un valor iconográfico de gran interés si se tiene en cuenta que se trata del primer aprovechamiento que dio origen de la Sociedad Hidroeléctrica Española (HE) (empresa germen de la actual Iberdrola S.A.)

Se aprecia en el edificio de la central una voluntad de ennoblecer el contenedor industrial y de convertir en un *templo de la energía* lo que hasta entonces se había tratado como un receptáculo de alternadores, turbinas y canalizadores. Existiría una preocupación por dotar al edificio de la central hidroeléctrica de una monumentalidad y una imagen capaz de representar la importancia que en ese momento tenía la industria hidroeléctrica, y asimismo la empresa HE, como símbolo de progreso y modernidad.

Valor técnico

La central del Salto del Molinar y el conjunto de instalaciones hidráulicas que lo conforman, constituyen un paradigma de modernidad y avance

técnico de su época. Bien por la utilización de nuevos materiales y sistemas estructurales, como por disponer de tecnología punta en materia de electricidad.

Innovación tecnológica en materia de electricidad: Tensión a 66.000 voltios.

La central del Molinar contó con la maquinaria eléctrica que le permitiría elevar la potencia eléctrica a una tensión de 66.000 voltios y transportar energía a 250 Km de distancia, por primera vez en Europa y sexta vez en el mundo. Se pone de manifiesto el enorme valor histórico, a la par que tecnológico, del Salto del Molinar, que situaba a España en la vanguardia europea y mundial, en lo que tecnología eléctrica se refiere.

Transformadores y material eléctrico, suministrado por la empresa alemana Siemens, sería los responsables de la innovación tecnológica, donde las líneas de transportes y aisladores, tendrían un papel importantísimo en el existo de la empresa.

Innovación en sistemas y técnicas constructivas: El hormigón armado
El sistema estructural utilizado para ejecutar cubierta del depósito de extremidad y los forjados de los pisos del edificio de transformación sería con hormigón_armado. Para la ejecución de la nave diáfana de la sala de máquinas y el cerramiento y muros de carga del edificio de transformadores todavía se utilizaría un material tradicional, como la mampostería de piedra. Pero no se puede obviar que la casa de máquinas del Molinar sería una de las primeras fábricas en la Península Ibérica, que sustituyeron la estructura metálica, por la de hormigón para la ejecución de los pisos y cubierta. Sistema todavía en sus inicios tecnológicos, pero de gran calidad y enorme durabilidad, que comenzaba a extenderse por Europa desde finales del siglo XIX.

Valor autoría: D. José Eugenio Ribera, Ingeniero de Caminos

Cabe destacar la transcendencia que para la investigación ha supuesto la vinculación de la autoría del cálculo y ejecución de la estructura de hormigón armado a la empresa de construcciones del ingeniero José Eugenio Ribera.

D. José Eugenio Ribera es una figura de enorme relevancia en la historia del hormigón armado en España, que se convertiría en el principal propulsor del nuevo material por todo el país al comienzo del siglo XX. Mencionar también su espíritu emprendedor y práctico, fundando en 1902 la primera empresa constructora en España.

Debido a su carácter práctico e innovador durante el primer tercio del siglo XX, D. José Eugenio Ribera ejecutó innumerables obras con este novedoso material, tanto en el sector público como privado, en las que se puede observar la evolución y desarrollo tecnológico del hormigón armado como material y sistema constructivo. Comenzaría en 1886 como primer concesionario del sistema Hennebique en España, pero muy pronto, en 1902, desarrollaría su propio sistema de cálculo. Hecho decisivo si tenemos en cuenta que no todos los países contaron con un ingeniero de esta enorme valía, capaz de desarrollar su propio sistema de cálculo y crear su propia empresa constructora para impulsar la utilización del hormigón armado. Esto podría explicar cómo en España, patentes extranjeras como el sistema Hennebique, no se difundieran ni tuvieran tanta influencia tal y como aconteció en países como Portugal.

Mencionar también su enorme labor pedagógica. Fue profesor en la Escuela de Caminos de Madrid, e impartió una asignatura dedicada al estudio del hormigón armado en 1913. Conviene señalar que tendría como discípulos de ingenieros de la talla de Eduardo Torroja (Hipódromo de Madrid, 1952) o José Entrecanales.

Debido al hecho de que la central del Molinar sea uno primeros ejemplos de estructura en hormigón armado en la Península, calculado y ejecutado por José Eugenio Ribera, le confiere al elemento patrimonial un enorme valor histórico, tecnológico, constructivo y de autoría, que, por sí solo, podría ser motivo suficiente para su catalogación y conservación.

Valor artístico

La central del Molinar constituiría uno de los máximos exponentes de la arquitectura industrial de su tiempo, ya no solo por la imagen y composición de sus fachadas, sino por la monumentalidad y representatividad del edificio. Sería uno de los primeros ejemplos donde se vislumbraría esa voluntad por definir un nuevo estilo industrial y arquitectónico, que otorgaría a la “fábrica de luz” una renovada imponencia, autoridad y presencia en el paisaje, imagen de progreso y modernidad de la era de las hidroeléctricas.

Se observa un mismo tratamiento artístico para todo conjunto edificado, con un lenguaje formal que evoca el eclecticismo del estilo denominado “historicismo-regionalista” que se desarrollaría en España a principios del siglo XX, caracterizado por recuperar los estilos históricos y conjugarlos con elementos ornamentales y materiales propios de la arquitectura local de cada región. Se aprecia una combinación del uso del lenguaje formal con elementos clásicos y una ornamentación propia de la arquitectura regional, así como la utilización de materiales autóctonos de la comarca, estableciéndose una simbiosis entre lo universal del lenguaje

clásico y lo particular de la tradición. Se aprecia una búsqueda de la belleza a través de armonía, concepto que se traduce en una construcción simétrica, con un ritmo compositivo de sus fachadas proporcionado, armónico y ordenado.

La central del Molinar tendría como referente directo la casa de máquinas de Fontecha, construida por HI en 1905 y junto con la central de Bolarque (Guadalajara, 1910), constituye uno de los primeros ejemplos de este nuevo modelo de centrales hidroeléctricas donde se aprecia esta intención de dotar al contenedor fabril de un determinado simbolismo y representatividad a través de la utilización del lenguaje formal y compositivo de sus fachadas.

Valor arquitectónico. Valor de representatividad tipológica. Volumen y programa

El edificio es uno de los ejemplos más singulares dentro de la tipología de centrales hidroeléctricas de principios de siglo XX en la Península. Además de conservar sus características sin contaminaciones superpuestas con otros periodos.

Tiene sus referentes tipológicos más inmediatos en las centrales del Norte de España, construidas previamente por HI entre los años 1904-1905, caracterizadas por estar constituidas volumétricamente por la agrupación de dos edificios, con diferenciación del espacio de trabajo: la sala de máquinas, de nave diáfana, planta rectangular y cubierta a dos aguas; y el edificio de transformadores, como fábrica de pisos de tres alturas y cubierta plana, en el que se yuxtapone a partir de la segunda planta, un tercer volumen, diáfano, con planta rectangular y cubierta a dos aguas que surge a partir de planta tercera. La distribución simétrica de las plantas respondía a las necesidades funcionales y al programa industrial del sistema productivo de energía hidroeléctrica.

La central del Salto del Molinar estaba basada en esta misma tipología pero poseía una peculiaridad que le otorga una enorme singularidad: el edificio de transformadores, que hasta entonces había sido considerado como un mero anexo a la sala de máquinas, adquiere una dimensión y proporcionalidad tal que arrebata a ésta cualquier protagonismo. Así el espacio que debía albergar los transformadores eléctricos a 66.000 voltios y que simbolizaba la máxima innovación en tecnología eléctrica, debía adquirir también dicha representatividad.

Este hecho confirió una monumentalidad y singularidad al conjunto edificado de la central del Molinar, difícil de encontrar en otros ejemplos de centrales hidroeléctricas que se construyeron en la Península en el

primer tercio de siglo XX.[5] La central del Molinar constituiría uno de los máximos exponentes de la arquitectura industrial de su tiempo, ya no solo por la imagen y composición de sus fachadas, sino por la monumentalidad y representatividad del edificio. Sería uno de los primeros ejemplos donde se vislumbraría esa voluntad por definir un nuevo estilo industrial y arquitectónico, que otorgaría a la "fábrica de luz" una renovada imponencia, autoridad y presencia en el paisaje, imagen de progreso y modernidad de la era de las hidroeléctricas.

Se observa un mismo tratamiento artístico para todo conjunto edificado, con un lenguaje formal que evoca el eclecticismo del estilo denominado "historicismo-regionalista" que se desarrollaría en España a principios del siglo XX, caracterizado por recuperar los estilos históricos y conjugarlos con elementos ornamentales y materiales propios de la arquitectura local de cada región. Se aprecia una combinación del uso del lenguaje formal con elementos clásicos y una ornamentación propia de la arquitectura regional, así como la utilización de materiales autóctonos de la comarca, estableciéndose una simbiosis entre lo universal del lenguaje clásico y lo particular de la tradición. Se aprecia una búsqueda de la belleza a través de armonía, concepto que se traduce en una construcción simétrica, con un ritmo compositivo de sus fachadas proporcionado, armónico y ordenado.

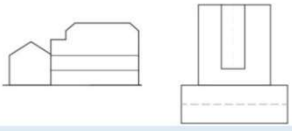
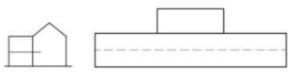
CENTRAL	UBICACIÓN	IMAGEN	PLANO SECCIÓN E:1/1.500	TIPOLOGÍA/ DIMENSIONES	
				Sala Maquinas	Edificio Transformadores
Central del Molinar (HI/HE) 1908-10	Salto del Molinar Río Júcar Albacete			Nave de planta rectangular con cubierta inclinada a dos aguas. **44x15,6x11 m S=704 m2**	Fábrica de 3 pisos con planta rectangular y cubierta plana. **33 x30 x 20 m S=2.970 m2**
Central de Bolarque (UEM) 1908-10	Salto de Bolarque Río Tajo Guadalajara			Nave de planta rectangular con cubierta inclinada a dos aguas. **56x20x13 m S=1.040 m2**	Fábrica de 2 pisos de planta rectangular, con cubierta plana. **66x12x13 m S=2.488 m2**
Central de Capdella (EEC) 1912-14	Salto de la Vall de Fosca Pirineo Catalán			Nave de planta rectangular y cubierta inclinada a dos aguas. **72.50x12x11 m S=900 m2**	Fábrica de 2 pisos de planta rectangular, con cubierta plana. **27x11x11 m S=450 m2**
Central de la Malva (HC)* 1913-15	Salto de Somiedos Asturias			Nave de planta rectangular con cubierta inclinada a dos aguas. **42x12x11 m S=504 m2**	Fábrica de 3 pisos con planta rectangular y cubierta plana. **42x12x 18 m S=1.512 m2**

Figura 5. Tabla comparativa de tipología y dimensiones entre las centrales construidas por HE en el 1tercio del siglo XX. Fuente: Rocío Piqueras

La central del Molinar tendría como referente directo la casa de máquinas de Fontecha, construida por HI en 1905 y junto con la central de Bolarque (Guadalajara,1910), constituye uno de los primeros ejemplos de este

[5] Véase fig. 5. Tabla comparativa de tipologías y dimensiones de centrales hidroeléctricas en la Península Ibérica en el primer tercio de siglo XX.

nuevo modelo de centrales hidroeléctricas donde se aprecia esta intención de dotar al contenedor fabril de un determinado simbolismo y representatividad a través de la utilización del lenguaje formal y compositivo de sus fachadas.

La central del Molinar fue la primera central hidroeléctrica donde se introdujo el hormigón armado como sistema estructural. Se ha podido constatar que, ni las centrales construidas en el norte por HI (Andoaín, Quintana, Fontecha), ni tampoco el resto de centrales coetáneas a ésta ejecutadas por otras compañías hidroeléctricas, (Bolarque, Capdella) utilizaran el hormigón como material o sistema constructivo. Pero si se ha comprobado que, tanto en las centrales del sistema Júcar (Villora, Batanejo, Millares) construidas por HE en años posteriores se utilizaría el hormigón armado como solución integral de todo la estructura. Esta circunstancia confiere al edificio un indudable valor simbólico y de autenticidad, convirtiéndose en el nuevo referente en la construcción de centrales de la compañía HE en cuanto a sistema estructural y un paradigma en cuanto a avance técnico se refiere.

Valor de Viabilidad y Potencialidad del bien. Presente y Futuro

Posibilidad de reconversión. Debido a su mal estado de conservación, su complejidad y dimensión territorial, sería necesaria una inversión económica muy importante para reconvertirlo a un uso turístico-cultural educativo. Sería necesario que un equipo multidisciplinar realizase un estudio previo de viabilidad económica y un proyecto global, dividido en fases de actuación.

Valor como recurso revitalizador: Se considera que la conservación del bien y su protección, junto con un plan director y estrategias globales de reutilización del patrimonio como uso turístico, cultural y educativo, lo convertirían en elemento dinamizador del desarrollo de la comarca.

CONCLUSIÓN. CLASIFICACIÓN DEL BIEN INDUSTRIAL

El Conjunto Industrial del Salto del Molinar, en Villa de Ves (Albacete), reúne de forma singular y sobresaliente los valores históricos, técnicos, territoriales y arquitectónicos en el ámbito territorial de la Península Ibérica, que lo hacen merecedor de su incoación como Bien de Interés Cultural (BIC) dentro de la categoría de Conjunto Histórico Industrial, según normativa autonómica (Ley 4/2013, de 16 de mayo, de Patrimonio Cultural de Castilla-La Mancha). Asimismo, se considera que debería formar parte del Inventario Selectivo de Bienes Industriales previsto en el Plan Nacional de Patrimonio Industrial y desarrollar un Plan Director que gestione la conservación y reutilización del bien.

LISTA DE REFERENCIAS

SOBRINO SIMAL, Julián. *Arquitectura Industrial en España. 1830-1990*. Cátedra, p. 93. Madrid 1996;

AGUILAR CIVERA, Inmaculada. *Arquitectura Industrial. Concepto, método y fuentes.* Museo de Etnología de la Diputación de Valencia, p. 23-33. Valencia 1998;

AHISA: Memoria que el consejo de administración presenta a la Junta General de Accionistas de Hidroeléctrica Ibérica, celebrada el 16 marzo de 1909. Imprenta Alemana, p. 5. Madrid 1909;

AHISA: Los Libros copiadores de Cartas, Correspondencia de 1908-1. 3ª. 2068, p. 413.

CAYÓN GARCÍA, Francisco. «Hidroeléctrica Española: Un análisis de sus primeros años (1907-1936)». *Revista de Historia Económica*. Nº 2, Año XX, pp. 301-315. Primavera Verano 2002;

Centro de documentación de la Empresa Pública Portuguesa de Electricidad (DC-EDP): *Electra del Lima: 50 anos de existência 1908-1958*, Op. Cit. p.11;

VAZ GUEDES, Manuel. *A linha de transporte Lindoso-Freixio*. Electricidade nº 333/334, Maio-, p.118, junio. 1996.

De cómo un embalse contribuyó a afianzar la política agroindustrial mexicana y a modificar el paisaje comarcano: La presa Calles

M. A. Sifuentes
S. I. Martínez
A. Acosta
J. C. Parga

Febrero de 2016

How a dam contributed to the straightening of Mexican agro-industrial policy and changed the Comarcan cultural landscape: The Calles Dam

ABSTRACT

Since 1926, with the Federal Water Act, the regime of President Plutarco Elias Calles gave legal course to the attempt to promote a water policy that would transform social relations in rural Mexico, dismantling local oligarchic powers around the land, and that in turn facilitate the development of new forms of agricultural production, needed by the agro-industrial project promoted at the stage of institutionalization of the Mexican Revolution.

The importance of this reservoir, as infrastructural heritage, rests in many respects: the strengthening of agro-hydraulic policy of revolutionary regimes; the use of natural runoff from the Sierra Fria and the Green River, and its concentration in a large reservoir to articulate and provide sufficient water resources for agricultural development in the irrigation district, the very first of the nation; the massive use of reinforced concrete technology; the need for bilateral geostrategic cooperation between Mexican and American technicians and the development of agriculture in the country, rather than the unilateral transfer and export strategy of Watershed Planning sponsored by the Tennessee Valley Authority (TVA), which goes on after the Mexican irrigation systems; and last, but not least, their embedding with the development of a cultural landscape sealed with the creation of the agricultural town of Pabellón. Unfortunately, the size and capacity of the reservoir exceeded the forecasted runoff and precipitation average; thus, since its start-up in 1929, it has not been filled once. In this situation, it has been chosen to turn the dam into an attraction for visitors, reinforcing it with the creation of an element of religious tourism: the megasculpture «Cristo Roto». Under such conditions, now there are new impetus to revitalize the Irrigation District 001 in coexistence with the dynamism brought about by this kind of tourism.

KEY WORDS

Hydrologic basins, Irrigation Districts, Infrastructural heritage, Cultural landscape, Agricultural cities

RESUMEN

Desde 1926, con la Ley de Irrigación de Aguas Federales, el régimen del Presidente Plutarco Elías Calles dio curso legal al intento de impulsar una política hídrica que transformara las relaciones sociales en el ámbito rural mexicano, desmantelando los poderes oligárquicos locales alrededor de la tierra, y que a la vez propiciara el desarrollo de nuevas formas de producción agrícola, necesarias al proyecto agroindustrial promovido en la etapa de institucionalización de la Revolución Mexicana, que esencialmente consistían, en la visión de Calles, en la transformación del campesino en un ranchero emprendedor.

La importancia de dicho embalse, como patrimonio infraestructural, descansa en múltiples aspectos: el afianzamiento de la política agrohidráulica de los regímenes revolucionarios; el aprovechamiento de los escurrimientos naturales de la Sierra Fría y del Río Verde, así como su concentración en un gran embalse que articulara y proporcionara recursos hídricos suficientes para el desarrollo agrícola del distrito, el primero en el país; el empleo masivo de la tecnología del hormigón reforzado; la necesidad de la colaboración geoestratégica bilateral de técnicos mexicanos y estadunidenses para el desarrollo de la agricultura en el país, más que el trasvase y exportación unilateral de la estrategia de Planificación de Cuencas hidrológicas promovida por la Tennessee Valley Authority (TVA), posterior a los sistemas de riego mexicanos; y *last, but not least*, su embonamiento con el desarrollo de un paisaje cultural sellado con la creación de la ciudad agrícola de Pabellón.

Infortunadamente, la magnitud y capacidad del embalse sobrepasó las previsiones de escorrentías y de precipitaciones, pues desde su puesta en operación (1929) no se ha llenado una sola vez, lo que tanto redunda en su subutilización, cuanto sugiere la idea actual de su obsolescencia ante los problemas de desertificación progresiva de la cuenca. Lo anterior, por consecuencia, compromete la continuidad del embalse como patrimonio infraestructural. Ante tal situación, se ha optado por tornar a la presa como un atractivo para los visitantes, reforzándolo con la creación de un elemento de turismo religioso: la megaescultura del Cristo Roto. Ante tal panorama, en la actualidad existen nuevos impulsos para revitalizar el Distrito de Riego 001, en coexistencia con la dinamización propiciada por esa clase de turismo.

PALABRAS CLAVE

Cuencas hidrológicas, distritos de riego, patrimonio infraestructural, paisaje cultural, ciudades agrícolas

INTRODUCCIÓN

La presente comunicación tiene como objetivo compartir con los asistentes al III Seminario Internacional sobre Patrimonio de la Arquitectura y la Industria, los avances y resultados del intercambio interdisciplinario de conocimientos en torno a un solo objeto de estudio: el rol que una infraestructura hidráulica de gran alcance en México, tuvo en el afianzamiento de una política agroindustrial del Estado revolucionario y en la modificación y la construcción social de un paisaje cultural en el centro del país. A este respecto, desde la mirada convergente de la Historia Urbana, de la Ingeniería Hidráulica, de la Morfología Urbana y de los estudios del Patrimonio Industrial, la comunicación revisa el caso de la Presa Presidente Calles del Distrito de Riego 001 en el estado de Aguascalientes (México), considerada como la primera presa de grandes dimensiones construida en México con hormigón reforzado, situada en el primero de estos distritos creados en el país como parte de los Sistemas Nacionales de Riego, impulsados en 1926 por el régimen del Gral. Plutarco Elías Calles, en un contexto de reconfiguración de las relaciones productivas en el ámbito rural mexicano. Desde entonces, a pesar de su excesivo sobredimensionamiento para el volumen de agua que efectivamente capta, y por ende su consecuente subutilización, se ha constituido tanto en un patrimonio infraestructural de gran valor que utilizó y aún utiliza la potencia mecánica del agua para el riego y el desarrollo de la industria agroalimentaria, como en un referente del paisaje cultural de la comarca, pues además del atractivo turístico que desde su origen ha tenido y sigue conservando, a su estela se creó además una nueva ciudad agrícola que otorgó nuevas significaciones y contenidos al espacio rural y urbano de la provincia central mexicana.

LAS POLÍTICAS DE IRRIGACIÓN EN MÉXICO: LOS SISTEMAS NACIONALES DE RIEGO Y LA CREACIÓN DE GRANDES EMBALSES

El interés del Estado mexicano por el uso y aprovechamiento del recurso hídrico para fines ya fueren productivos (gracias a la generación de energía hidráulica o al almacenamiento del vital líquido) o bien de consumo humano, quedó establecido desde que el país experimentó la célebre *pax porfiriana*, con la primera ley sobre el control estatal del agua, del año de 1888, a la que le siguió otra similar en 1894 (Rodríguez, 2006: 18 y 21), aunque desde tiempos prehispánicos existe noticia de los eficaces sistemas de manejo, conducción y distribución del agua como potencia mecánica y fuente de energía con propósitos agrícolas; lo mismo se puede decir de la regulación por los ayuntamientos del uso del agua en las ciudades, villas y pueblos en el período virreinal, tanto para el consumo como para el regadío; intervenciones similares por parte de la autoridad se produjeron para el caso de las inundaciones, sobre todo en la ciudad de México. Pero no fue sino hasta la etapa posterior a la lucha armada de 1910 que existió una "política oficial de irrigación y de desarrollo agrícola" (Fuentes y Coll, 1980: 254), cuando en 1916 el Presidente Carranza creó el Departamento de Irrigación, que más tarde, en 1921, se transformó en la Dirección de Irrigación de la Secretaría de Agricultura y Fomento, la que tuvo una vida efímera, siendo reintegrada dos años después, en 1923, a la Dirección de Aguas como Departamento de Reglamentación e Irrigación (Fuentes y Coll, 1980: 255). Según estos últimos autores, "El primer paso efectivo en la organización y aprovechamiento de este recurso se da en 1926", al crearse la Comisión Nacional de Irrigación en el marco de la Ley de Irrigación con Aguas Federales (Fuentes y Coll, 1980: 255).

En el contexto de esta ley, y con el incentivo de aprovechar las aguas de los afluentes del Río Bravo, la Comisión susodicha estableció los primeros sistemas de riego del país: el primero de ellos fue precisamente el "Presidente Calles" en los ríos Pabellón y Santiago, además de otros ocho que se construyeron poco después (Fuentes y Coll, 19801: 255). La caracterización de los distritos de riego dependió del juego concurrente de tres variables: la variable del modo de obtención del agua; la variable de la modalidad de producción agrícola; y la variable de las condiciones de trabajo de los usuarios. A su vez, según De la Loma (Fuentes y Coll, 1980: 257), dichas variables dieron lugar a otros tantos tipos, definidos precisamente por aquéllas.

Para el gobierno mexicano de la época, las presas "fueron percibidas como la estrategia adecuada para superar los desequilibrios estructurales interregionales y homogeneizar el tan anhelado desarrollo nacional"

(Sierra, Romero y Zizumbo, 2012: 245). En el primer caso antes referido (el modo de obtención del agua), Fuentes y Coll (1980, 254) establecen cuatro tipos de captación: 1) almacenamiento en vasos; 2) derivación directa de corrientes; 3) bombeo de corrientes; y 4) bombeo de pozos profundos. En el Estado de Aguascalientes los campesinos sólo podían explotar la agricultura de temporal en tierras asignadas bajo la figura del ejido, y escasamente contaban con regadío a través de norias, bordos, estanques o pequeñas presas en los cauces de los ríos, mientras que antes de la Revolución algunas prósperas haciendas se dieron el lujo de contar con sistemas de riego de sus cultivos. No obstante, ni siquiera el 1% de las tierras registradas en el catastro estatal de 1913 era de riego, y para 1923 la cifra apenas se elevó al 4.6%, lo que explica, según Hurtado (2004: 30 y 59), "la necesidad de almacenar aguas para irrigación", así como "la urgencia de construir presas para garantizar los cultivos". Al efecto, la Comisión Nacional de Irrigación realizó cálculos sobre la cantidad de agua de riego demandada por hectárea para regar aproximadamente 40,000 hectáreas del Valle de Aguascalientes, resultando en 5,100 m^3 anuales, lo que proporcionó el requerimiento de al menos 204 millones de m^3 (CNI, 1930: 11).

Así que el embalse en cuestión, con el almacenamiento previsto, vendría a paliar las penurias que a intervalos se padecían con las sequías. Sin embargo, no todos fueron igualmente beneficiados con el recurso hídrico, pues, a diferencia de los nuevos colonos que habitarían la nueva ciudad agrícola que concomitantemente se construiría, los ejidatarios quedaron en franca desventaja, pues escasamente entraban en los planes e ideas del Gral. Calles, quien en su cuatrienio sólo repartió 2 millones 972, 876 hectáreas para ejidos; en 1921 los ejidatarios poseían sólo 3,916 hectáreas en la zona del ulterior proyecto del Distrito de Riego (Hurtado, 2004: 85), y para 1932 la tierra irrigable de propiedad ejidal en dicho distrito fue de 5,639 hectáreas. En contraparte, los nuevos colonos, que eran preferentemente los braceros repatriados que habían trabajado en los Estados Unidos, los vecinos de la región, los agricultores en pequeño y los alumnos de las escuelas agrícolas (Hurtado, 2004: 87), adquirieron 7,191 hectáreas irrigables (Hurtado, 2004: 102).

La Cuenca de riego de Distrito 001: Antecedentes y la caracterización

Debido a las condiciones climáticas del estado de Aguascalientes, que padecía en malos años cruentas sequías, se pensó de tiempo atrás construir un embalse que controlara las aguas del Río Santiago (afluente del Río Verde, que a su vez desembocaba en el Río Lerma, uno de los principales caudales del centro del país), para con él regar una "gran cantidad de

ranchos y haciendas ubicadas en el Valle de Aguascalientes" (Gómez, 2000: 336). Desde el año de 1895 el gobernador en turno (Rafael Arellano Ruiz Esparza) acarició la idea de formar una comisión al efecto, que por fin cristalizó en 1896, encabezada por el ingeniero topógrafo Tomás Medina Ugarte, quien al año siguiente entregó los estudios técnicos correspondientes, determinándose en ellos la construcción de una presa en la boquilla del Paixtle. El embalse, conocido como "Proyecto Presa Santiago", que finalmente no se levantó en vista de su alto costo para las arcas locales y federales, contemplaba una cortina de mampostería de 50 metros de altura, con una capacidad de almacenamiento de 45 millones de m^3, suficientes para irrigar alrededor de 10 mil hectáreas. El proyecto, entonces, quedó abandonado (Gómez, 2000: 336-340), siendo reanimado en 1914 por el gobierno estatal en turno, cuya petición de que se le concediese el permiso de extraer agua del Río Santiago para el riego de cultivos, hecha a la Secretaría de Fomento, fue respondida al año siguiente con una solicitud, por parte de esta última, de mayor información de la cantidad de agua a extraerse, cosa que ya la autoridad local no atendió (Hurtado, 2004: 82-83). A efectos de dimensionar la magnitud y la importancia relativa que para el Estado de Aguascalientes y para el país representaba un embalse como éste, recurramos a la siguiente caracterización.

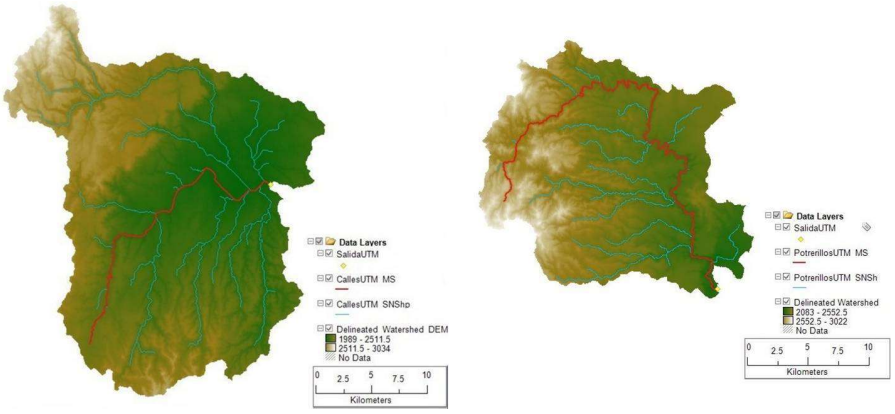


Figura 1. Izq.: Cuenca Presa Calles. Se muestra la red de drenaje y el cauce principal. Der.: Cuenca Presa Potrerillos. Se muestra la red de drenaje y el cauce principal. En ambos casos obtenidos a partir del MDE. Fuente: Martínez, 2015.

Una cuenca hidrográfica es el área que contribuye al escurrimiento, que capta parte o todo el flujo de la corriente principal y sus tributarios (Springall, 1970; citado en Martínez, 2011). Al contorno de la cuenca hidrográfica se le llama parteaguas o divisoria y su función es separar a la cuenca de otras adyacentes. Las cuencas se delimitan a partir de su salida, modernamente se suelen delimitar semiautomáticamente utilizando aplicaciones geoinformáticas. Utilizando un modelo digital de elevación (MDE), bajado del sitio del Continuo de Elevaciones Mexicano 3.0 (CEM 3.0) del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática de México (INEGI, 2013) [8] y con las coordenadas de la cortina de la Presa Calles (Longitud 102° 25' 01" W, Latitud 22° 08' 28" N), se delineó la cuenca

y se identificó su red de drenaje, como se muestra en la Figura 1 (imagen izquierda). Se usó el programa gratuito MapWindowGIS (MapWindow, 2011) [9] y las herramientas DACHydro (Martínez, 2013). Como resultado se obtuvo que el área de la cuenca es de 596.76 km^2. Por la forma de la curva hipsométrica, que no mostramos aquí, la cuenca es, desde un punto de vista geológico (Martínez, 2011), un pie de montaña prácticamente convertido en un valle.

	Presa Calles			Presa Potrerillos			Combinado
No. años	63	63	63	61	61	61	59
Valor	P (mm)	T (°C)	E miles m^3	P (mm)	T (°C)	E miles m^3	E miles m^3
medio	574.3	16.2	45,184	582.4	15.2	25,334	70,994.5
mínimo	281.4	13.6	4,954	304.4	13.9	2,660	7,614.0
máximo	873.1	17.4	109,797	903.2	17.2	66,453	170,402.9

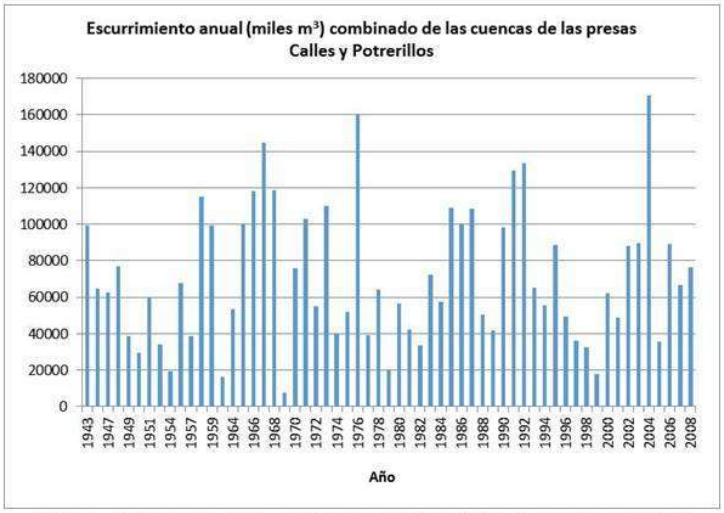
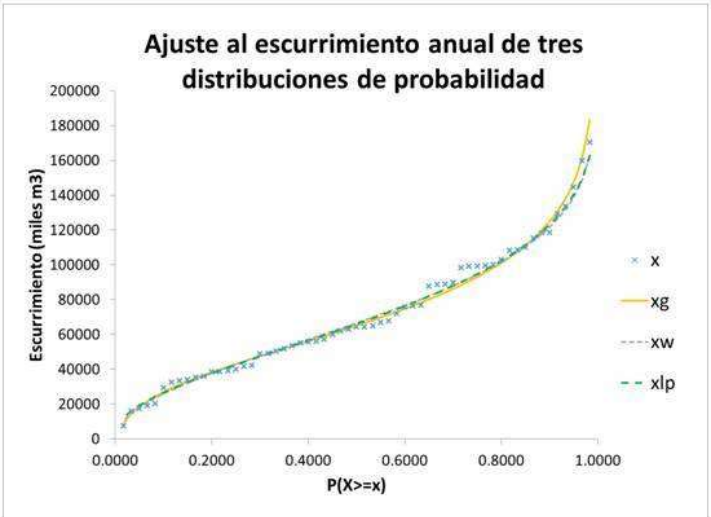


Figura 2. Arriba: resumen de escurrimientos anuales de las cuencas Presa Calles y Presa Potrerillos. Abajo: escurrimiento combinado de las cuencas de ambas presas. Fuente: Martínez, 2015.

La Presa Plutarco Elías Calles es importante, pues ocupa el lugar 45 de 57 presas con capacidad mayor a 200 hm^3, su capacidad hasta el NAMO (nivel de aguas máximas ordinarias) es de 350 hm^3. Forma parte de la Región hidrológico-administrativa VIII Lerma-Santiago-Pacífico y su uso es la irrigación (CNA, 2013). Originalmente se pensaba que el escurrimiento que generan las lluvias en la cuenca era suficiente para llenar la presa (Quiroz, 1930). Entonces se estimaba que el escurrimiento medio anual del río Santiago, la corriente que alimenta a la Presa Calles, era de 290 hm^3 y, para propósitos de regularización de la corriente, determinaron que la capacidad sería de 340 hm^3. Para aumentar la disponibilidad de agua en la Presa Calles (CNI, 1932) se construyó también la presa derivadora "Potrerillos", cuya cortina está localizada (Longitud 102° 26' 15" W, Latitud 22°14'05" N) sobre el río Pabellón. Esta presa lleva el agua mediante un túnel a una corriente que descarga al vaso de la Presa Calles. En

esta misma figura (imagen derecha) se muestra la cuenca de la Presa Potrerillos, también obtenida a partir de un DEM del CEM 3.0. Su área es de 313.24 km^2, mientras que su curva hipsométrica nos muestra que es una cuenca madura o de pie de montaña.



Tr (años)	Ve (miles m³)
10000	346,186
1708	290,001
1000	272,978
500	250,928
100	199,640

Figura 3. Arriba: ajuste de tres distribuciones de probabilidad al escurrimiento combinado de las cuencas de las presas Calles y Potrerillos. Se observa que la distribución Gumbel (xg) sigue más de cerca al escurrimiento (x). Abajo: escurrimientos combinados de las cuencas de ambas presas para diversos períodos de retorno. Fuente: Martínez, 2015.

Los escurrimientos combinados de las dos cuencas han sido más bajos que los esperados y, combinados con las extracciones del Distrito de Riego, han causado que el vertedor de excedencias no haya funcionado nunca. Una estimación de los escurrimientos anuales se puede realizar tomando en cuenta datos climáticos y datos de suelo-cobertura de las cuencas. Se aplicaron los métodos de Turc, Coutagne, Langein y del coeficiente de escurrimiento anual (Martínez, 2011), se adoptó como valor estimado el promedio de los resultados de los cuatro métodos. Los datos climatológicos se obtuvieron del programa ERIC III del Instituto de Tecnología del Agua (IMTA, 2009). Dado que las estaciones no tienen registros simultáneos, necesarios para obtener los valores representativos de las cuencas, se utilizó el algoritmo de Beale-Little, basado en regresión lineal múltiple, para estimar los valores faltantes simultáneamente en estaciones múltiples (Campos-Aranda, 2015). Al aplicar dicho algoritmo se llegó a determinar que las estaciones 1010 La Tinaja, 1018 Presa Plutarco Elías Calles, 1021 Rancho Viejo y 1095 Milpillas de Arriba, pueden ser usadas para la cuenca de la Presa Calles, mientras que las estaciones 1010

La Tinaja, 32042 Palomas y 32051 San Pedro Piedra Gorda-Ciudad Cuauhtémoc, para la cuenca de la Presa Potrerillos. Los datos climatológicos medidos y deducidos abarcan el período 1943-2008. Los datos de la Presa Calles no incluyen los de los años 1955, 1961 y 1962; los de la Potrerillos no incluyen los de 1944, 1945, 1953, 1955 y 1963. Con respecto a los datos de suelo y de uso de suelo y vegetación, se contó con archivos en formato vectorial publicados por el INEGI (2003). Con dichos archivos se creó un nuevo archivo en el que se identificaron las combinaciones suelo-cobertura necesarias para obtener el parámetro *k* del método de coeficiente empírico anual para las dos cuencas (Calles: *k* =0.2728 y Potrerillos: *k* =0.2399). Un resumen de los resultados principales se indica en la tabla de la Figura 2 (arriba).

Para cada presa se indica la precipitación anual (P), la temperatura media anual (T) y el escurrimiento anual (E). Se indican también los valores del escurrimiento combinado de las dos cuencas para los años completos en ambas cuencas. A su vez, la imagen de abajo de esta misma figura muestra dichos escurrimientos.

En un estudio probabilístico de frecuencias (Martínez, 2011), efectuado sobre la serie de volumen de escurrimiento anual combinado de ambas cuencas, probando siete distribuciones de probabilidad (normal, log-normal, gamma incompleta, Pearson tipo III, log-Pearson III, Weibull y Gumbel), se encontró que las distribuciones que se ajustan mejor a la serie son la log-Pearson tipo III, la Weibull y la Gumbel. Sus errores estándar de ajuste son, respectivamente: 1378.70, 1347.78 y 1241.28 miles de metros cúbicos. Por lo que la que mejor se ajusta es la Gumbel. La Figura 3 (arriba) muestra el ajuste de las tres distribuciones de probabilidad (xw, xlp y xg) a los escurrimientos estimados (x). Con la distribución Gumbel se pueden estimar los escurrimientos para diversos períodos de retorno. El período de retorno (T_r) es el número promedio de años en el que un evento hidrológico es igualado o excedido. En la tabla de abajo de esta figura se muestran los escurrimientos anuales combinados obtenidos con la distribución Gumbel para varios períodos de retorno.

Esta tabla claramente indica que para que se llegara a los 290 millones de metros cúbicos deberán en promedio pasar del orden de 1,700 años. La probabilidad de que ese volumen de escurrimiento se presente dentro de un período de 84 años (de, por ejemplo, 1932 a 2015), es del orden de 0.048. Por lo que se concluye, confirmándose con la evidencia histórica, que el escurrimiento producido por ambas cuencas es insuficiente para llenar la Presa Calles, lo que sin embargo no obsta para reconocer la importancia histórica del embalse.

"LA PRESA COMO ESTA APENAS HABRÁ CUATRO SEMEJANTES"

No fue sino hasta que Calles terminó por configurar su idea del desarrollo agrícola impulsando al nuevo tipo de campesino que tenía en mente (el pequeño propietario, por contraposición al ejidatario), que el general presidente previó la necesidad de impulsar la audaz política de irrigación reseñada en el apartado previo. Casi al asumir el poder en 1925, de inmediato solicitó a los gobernadores de los estados que le enviaran proyectos de irrigación y de caminos. La coyuntura para revivir el proyecto de Río Santiago era favorable, aunque, a instancias (¿capricho?) de Calles, la ubicación no sería en la barranca susodicha, sino en un sitio cuyas escorrentías, de almacenarse, terminarían por dejar bajo las aguas al antiguo pueblo de indios de San José de Gracia. El proyecto, pues, consistió en levantar "una presa de almacenamiento en el curso del río Santiago a la que se desviaron las aguas del río Pabellón, mediante una presa de derivación en el cause [*sic*] de este río que hizo entrar las aguas a un túnel de tres kilómetros de longitud perforado en el macizo montañoso que separa las cuencas de ambos ríos" (Bravo, s.f.: s.p.). El propio Gral. Calles afirmaría que "presa como ésta apenas habrá cuatro semejantes" (Pabellón de Arteaga, s.f.).

El gobierno del Gral. Calles, a través de la Comisión Nacional de Irrigación recién creada, contrató entonces a la compañía neoyorquina J. G. White Engineering Corporation para el inicio de los trabajos de construcción de la presa, dando comienzo con ello la primera fase de vinculación entre nuestro país y el vecino del norte, a través primero de la asistencia técnica, para después inaugurar una fase de cooperación bilateral (Aboites, 2012; Cerutti, 2013; Samaniego, 2012). Así, se diseñó una cortina de 66 metros de altura, 268 metros de largo y una capacidad de 340 millones de m^3 (Bravo, s.f.: s.p), como se aprecia en la Figura 4. En la *Memoria descriptiva del Sistema Nacional de Riego "Presidente Calles" (Río Santiago, Aguascalientes)*, editada en el año de 1930, se hace notar que:

> Por las condiciones topográficas y geológicas del sitio elegido para la construcción de la presa, se consideró que el tipo de construcción más adecuado para ésta, desde el punto de vista de la estabilidad y económica, era el de un arco de radios variables, construido de concreto, que forma la pared central de la presa cerrando el cañón del río, y prolongado a partir de las orillas del cañón, por secciones de gravedad en direcciones tangenciales al arco, hasta encontrar en el terreno natural la altura requerida para la corona de la presa. La sección de gravedad en el lado sur de la presa continúa por el vertedor de excedentes, construido también en concreto, en forma de superficies curvas que facilitan el escurrimiento del agua y de longitud suficiente para evitar que el agua salte por encima de la presa. En la unión del arco con las secciones tangenciales de gravedad

> se requirió una masa adicional de concreto para que la relación de los esfuerzos verticales a las horizontales fuera superior al coeficiente de fricción en la base, y que se construyó en forma de contrafuertes salientes hacia el lado de aguas abajo y como motivo decorativo que contribuye a dar mayor aspecto arquitectónico a la obra (CNI, 1930: 44).

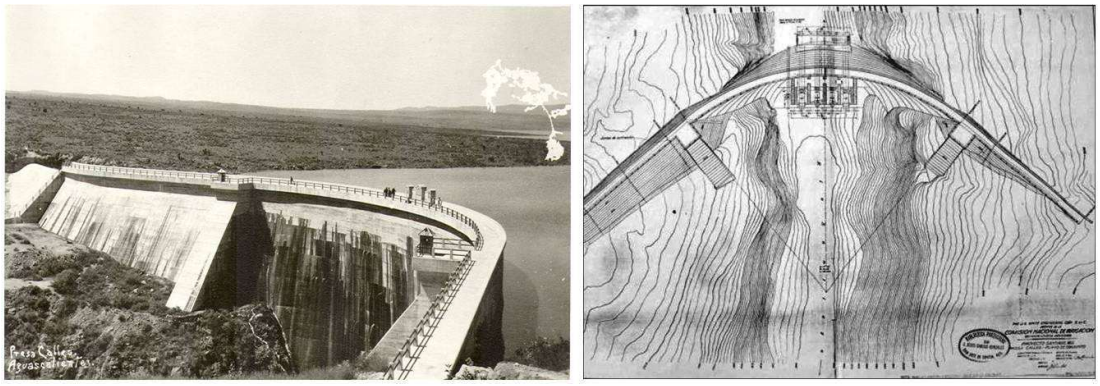


Figura 4. Presa Presidente Calles en Aguascalientes (México), vista (*ca.* 1930) y plano (*ca.* 1925). Fuente AHEA, Fototeca y Mapoteca.

Las obras iniciarían el 1 de diciembre de 1925, requiriéndose 46 mil m^3 de cemento, a un costo en pesos de $4,277.00. Se dice que el costo total de la obra principal en pesos fue de 2 millones 870 mil pesos, que sumados al costo de su presa de desagüe, canal y túneles, alcanzaron la cifra de 11 millones 396 mil, que por cierto nunca se recuperaron (otras fuentes indican 7 millones 731 mil pesos [Hurtado, 2004: 100]). Asimismo, la capacidad de la presa (por lo menos a la luz de la experiencia histórica y del análisis párrafos arriba presentado) rebasó exageradamente el volumen de precipitaciones, lo que según algunos estudios fue resultado de la escasez de datos suficientes de los aforos de las corrientes que se intentaba aprovechar (Hurtado, 2004: 81).

En relación a la inundación premeditada del antiguo pueblo de indios de San José de Gracia, cabe reiterar que esta situación representó en su momento un deslinde identitario con la historia local, a pesar de que se generó una nueva población –en un nivel superior–; la arquitectura de este nuevo lugar no refleja la pátina de un pueblo histórico, sino más bien representa particularidades de una colonia urbana del siglo XX. A pesar de dicho deslinde, y del impacto social producido, en el imaginario aguascalentense aún subsiste omnipresente la imagen del pueblo, pues no ha desaparecido, sólo quedó inundado. Esto se ve reforzado cuando ocasionalmente baja el nivel de agua de la presa y se alcanza a observar parte de la torre campanario del templo antiguo, sobresaliendo de las imperturbables aguas.

La cortina de la presa presenta una forma ondulada (en planta), característica de múltiples presas de hormigón reforzado en el mundo, aunado al paramento liso e inclinado, que expone sin temores el lenguaje plástico

del hormigón. El diseño de esta cortina, con su franca adaptación formal a la topografía natural, constituye una característica valiosa para el patrimonio fluvial de Aguascalientes. Adicionalmente a esto, se encuentra el contraste visual de la tersa superficie del vaso y las cañadas y salientes rocosos característicos de la sierra. Cabe mencionar la presencia de grandes contrafuertes en la cortina –a manera de presa romana, pero ahora de hormigón– con miradores instalados en sus coronas. Otra característica de la presa es su gran capacidad de almacenamiento de agua y su ubicación –alejada de la población principal de Aguascalientes–, típica de las presas del siglo XX. Es importante resaltar el carácter renovable de la energía utilizada en este tipo de embalses. Le abona a las características patrimoniales el sistema innovador de captación de aguas de la cortina, las turbinas, los alternadores y los generadores de energía; aprovechada dicha energía en la zona del Distrito de Riego y en la ciudad de Aguascalientes, la cual alteró su perímetro morfológico paulatinamente en el transcurso del siglo XX, aumentando así el requerimiento de energía eléctrica de sus habitantes y de su aparato productivo industrial.

"DESDE QUE SE HIZO LA PRESA SE NOS ACABÓ EL HAMBRE"

La creación del Distrito de Riego 001, como dijimos, el primero de los Sistemas Nacionales de Riego, con su colosal Presa Calles, significó una importante transformación cuya expresión territorial más acabada fue la ciudad agrícola –o "campestre"– de Pabellón, tanto por lo que toca a la creación de un medio artificial urbano completamente nuevo, en plena campiña del Valle de Aguascalientes, cuanto por lo que se refiere a las formas de vida que ahí se implantaron.

Quizá el retrato más fiel del proyecto de esta nueva ciudad sea la del propio titular de la entonces recién creada Comisión Nacional de Irrigación, el Ing. Ignacio López Bancalari, quien en el Primer Congreso Nacional de Planeación, celebrado en 1930 en la ciudad de México, presentó la ponencia "La ciudad agrícola en los sistemas nacionales de riego", publicada en el mismo año por la Editorial Cultura. En palabras de López Bancalari (1930: 1), la ciudad agrícola "puede asimilarse […] desde varios puntos de vista a la organización y funcionamiento de la 'Ciudad Jardín', tal como fué [*sic*] concebida y creada por el gran urbanista Howard", y agrega "*a cuyo origen las refiero*" (López Bancalari, 1930: 19, cursivas nuestras). Dice López Bancalari: "La Ciudad Jardín es, en el término más amplio del vocablo, una *ciudad cooperativa* y ningún otro caso, probablemente, más propicio para la organización de una ciudad de esta especie, que el que presentan las proyectadas dentro de los sistemas nacionales de riego" (López Bancalari, 1930: 19, cursivas en el original).

El documento destaca la convicción de que, tarde o temprano:

> ... habrá de agruparse, en un futuro más o menos próximo, algún núcleo de población importante que viva y progrese en términos paralelos al desenvolvimiento de los sistemas agrícolas, *y cuyo establecimiento y desarrollo es necesario prever y precisar desde ahora*, para evitar la peligrosa anarquía en que suelen crecer estos conglomerados urbanos... (López Bancalari, 1930: p. 1, cursivas nuestras).

"El Habitante" sería "… un campesino en el sentido más elevado de la palabra, porque, si bien es verdad que habrá de desarrollar su vida a expensas del cultivo de la tierra, también es verdad que habrá de tener todas las características del empresario en lo que se refiere a capacidad económica y espíritu de organización y previsión..." (López Bancalari, 1930: 4). Y abunda López Bancalari: "... el hogar, la familia del colono, necesita de otras atenciones y servicios sociales que no le brindaría la vida aislada en la casa modestamente construida en la parcela"; por el contrario, se necesitaría una ciudad que contara con equipamientos educativos, deportivos, de esparcimiento, y con servicios comunitarios para una "sociedad homogénea y sencilla", con una "vida confortable aunque modesta" (López Bancalari, 1930: 4). Semejante concepción del campesino y de su vida determinó por un lado la lotificación, de cuya distribución urbana fueron autores el ingeniero J. J. Serrano y V. Pingarrón (Figura 5); y por otro la respuesta arquitectónica, con los proyectos de arquitectos connotados, cuyo común denominador fue la vivienda como una pequeña granja, sólo que urbana. En suma, el habitante de estas ciudades agrícolas sería "un hombre simple" y "sin complicaciones, sin exigencias ni refinamientos" (López Bancalari, 1930: 4); esto es, un soldado dócil del capitalismo agroindustrial. Así pues, la traza de Pabellón[1] se originó bajo estos lineamientos.

A MODO DE CONCLUSIÓN: SITUACIÓN ACTUAL Y PROSPECTIVA DE LA PRESA CALLES COMO EL PATRIMONIO INFRAESTRUCTURAL

No obstante que en muchos sentidos el Distrito de Riego 001 y la ciudad agrícola que a su cauda se fundó, no cubrieron las expectativas de cobertura de riego, su impacto en la constitución de un paisaje cultural fue y ha sido digno de destacarse. Testimonios de los usuarios del agua de la presa, que habitaron como colonos en la nueva ciudad agrícola (es decir, aquellos que compraron tierra de riego), indican consistentemente que la creación de este gran embalse modificó sustancialmente sus vidas, pues

[1] En su connotación de campamento, "pabellón" proviene del latín *papilio*, *papilionis*, que significa la mariposa, "porque a lo lejos da la impresión de mariposas esparcidas por el campo". Ver Mateos (1966: 70).

muchos de ellos provenían de familias que habían estado circunscritas a formas del trabajo sujetas a relaciones de cuasi-vasallaje en las antiguas haciendas de la región, en donde habían sido peones y en el mejor de los casos medieros y arrendatarios de las tierras del patrón. Otros, en cambio, habían sido sujetos repatriados que trabajaron en el programa Bracero en los Estados Unidos, y que en la migración de retorno encontraron en la nueva ciudad agrícola del Sistema de Riego Presidente Calles la oportunidad de labrarse una nueva vida. Unos y otros, los antiguos comarcanos y los migrantes recién llegados, tuvieron la ocasión de convertirse en propietarios individuales de una parcela, y desarrollar su vida conforme al modelo del pequeño granjero emprendedor (la vía farmer) buscado afanosamente por el régimen callista. En sus recuerdos aparece persistentemente la imagen idílica de una ciudad próspera que les permitía vivir no con gran holgura, pero sí sin hambre, con trabajo remunerado en la construcción de la presa o con los excedentes derivados de los cultivos de sus parcelas, que comercializaban con ventaja gracias a que por la nueva ciudad pasaba el ferrocarril, que transportaba sus mercancías a mercados de mayor importancia.

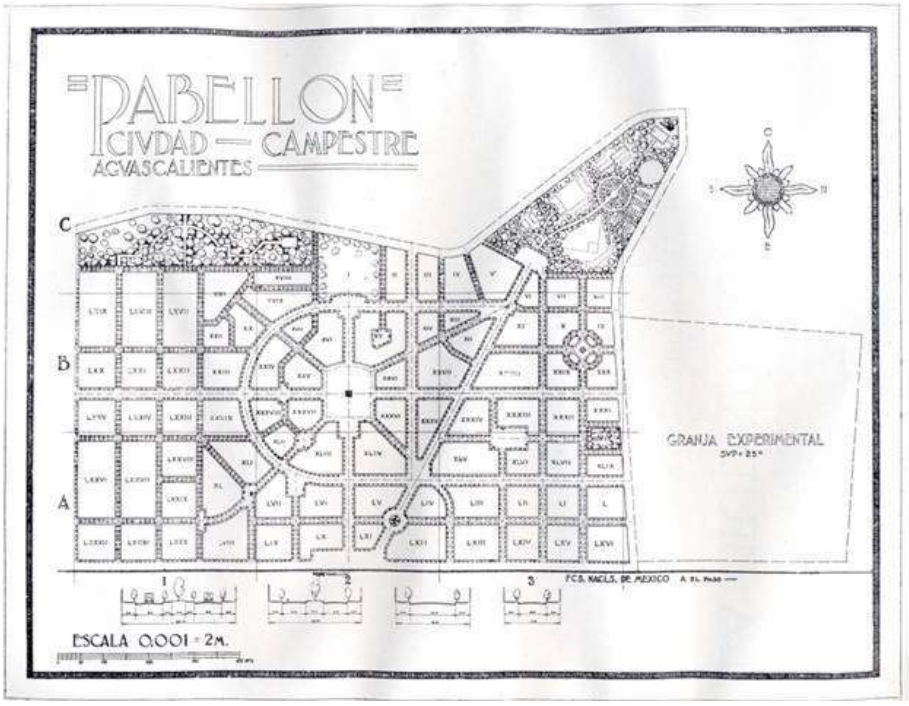


Figura 5. Proyecto para la Ciudad Agrícola de Pabellón, Comisión Nacional de Irrigación, 1929. Fuente: López Bancalari, 1930.

Desde la misma época en que se concluyó, la Presa Calles suscitó tal admiración que no sólo atrajo a gran cantidad de trabajadores y colonos, ya para las labores de edificación, ya para las de cultivo, sino también la mirada curiosa de los habitantes comarcanos, al grado que se convirtió en un temprano "atractivo" en el paisaje rural, pues se organizaba un "servicio turístico" desde la cercana ciudad de Aguascalientes (capital del estado) para conocer expresamente el embalse y una de sus presas de

derivación (la Presa El Jocoqui), dado que no carecían de encanto las obras en sí mismas, así como sus entornos naturales circundantes (Pabellón de Arteaga, s.f.).

En la actualidad continúan las iniciativas de gobierno para revitalizar al Distrito de Riego 001, aunque los ciclos de precipitación y escurrimientos siguen arrojando volúmenes de agua muy inferiores a la capacidad de la presa, por lo que su continuidad, estabilidad y funcionamiento se han visto comprometidos, al grado que entre las autoridades existe preocupación por el riesgo de fracturamiento. La superficie de riego no se ha incrementados significativamente, antes bien, ha disminuido en razón de los nuevos destinos del suelo para usos urbanos o industriales y la disminución relativa de la dinámica de la cuenca como zona productora agrícola y ganadera. Para la revitalización del gran embalse como patrimonio infraestructural que fue de la industria agroalimentaria, en razón de su extraordinaria potencia mecánica, el gobierno estatal ha echado mano, además del proyecto de la más moderna tecnificación del Distrito, de la explotación del turismo religioso al construir una megaescultura de un "Cristo Roto" en una isla dentro del vaso de la presa, que a fuerza de una repetida ritualización, producto de un efectivo marketing, se ha convertido en lugar de procesión y devoción religiosas, lo que al menos ha devuelto a la presa uno de sus valores añadidos de origen: ser un atractivo lugar de paseo.

LISTA DE REFERENCIAS

RODRÍGUEZ, M. L., «Un caso de pequeña irrigación en Tulancingo de Bravo (1938-1944)», Tesina, México: UAM-Unidad Iztapalapa, 2006.

FUENTES, L. y Coll, A., «Los Distritos de Riego en México», en *Investigaciones Geográficas*, No. 10, México: Instituto de Geografía de la UNAM, 1980.

SIERRA, N.; Romero, A.; Zizumbo, L., «Desarrollo regional, electrificación y reorganización socioespacial en el Valle de Bravo, México», en *Revista Pueblos y fronteras digital*, vol. 7, No. 13, Jun.-Nov. 2012.

HURTADO, E., *Agricultura e irrigación 1926-1938*, México: Consejo de la Crónica de Aguascalientes, 2004.

Comisión Nacional de Irrigación, *Sistema Nacional de Riego "Presidente Calles" (Río Santiago, Aguascalientes). Memoria Descriptiva. Formulada por el Ing. Manuel Bancalari, Supervisor Técnico de las obras*, México: Editorial Cultura, 1930.

GÓMEZ, J., *Haciendas y ranchos de Aguascalientes. Estudio regional sobre la tenencia de la tierra y el desarrollo agrícola en el siglo XIX*, México: Universidad Autónoma de Aguascalientes, 2000.

MARTÍNEZ, S. I., *Introducción a la Hidrología Superficial*, México: Universidad Autónoma de Aguascalientes, 2011.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática – INEGI, Continuo de Elevaciones Mexicano 3.0 CEM 3.0, 2013, en: http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/datosrelieve/continental/continuoelevacio nes . aspx. Visitado el 24 de Ago. 2015.

MapWindow Project Overview, 2011, en: http://www.mapwindow.org/apps/wiki/doku.php?id=project_overview. Visitado en Abr. 2013.

MARTÍNEZ, S. I. «Acercamiento a la delineación iterativa de cuencas utilizando modelos digitales de elevación», en: *Memoria de resúmenes del 14º. Seminario de Investigación, Aguascalientes*, México: Universidad Autónoma de Aguascalientes, 2013, pp. 168-175.

Comisión Nacional del Agua CNA, *Estadísticas del Agua en México*, México: Edición 2013.

QUIROZ, R. «Aguascalientes, sus elementos de riqueza», en *Irrigación en México*, vol. 1, No. 2, México: Comisión Nacional de Irrigación, 1930, pp. 39-51.

Comisión Nacional de Irrigación (CNI), «Sistemas de riego. Sistema Nacional de Riego "Presidente Calles"», en *Irrigación en México*, vol. IV, No. 3, México, 1932, pp. 200-203.

Instituto Mexicano de Tecnología del Agua IMTA, *Extractor Rápido de Información Climatológica, ERIC III 2.0, Software, México*: Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2009.

CAMPOS-ARANDA, D.F., «Estimación simultánea de datos hidrológicos anuales faltantes en múltiples sitios», en *Ingeniería Investigación y Tecnología*, vol. XVI No. 2, FI-UNAM, Abr.-Jun, 2015, pp. 295-306.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática - INEGI. (ed.), *Conjunto de Datos Vectoriales de las Cartas de Suelo y Uso del Suelo y Vegetación*, Escala 1:1'000,000 Serie II (Continuo Nacional), Aguascalientes, Ags., México, 1a. Edición, 2003. En: http://www.inegi.gob.mx/ visitado el 29 de Abr. 2011.

BRAVO, Y. Una presa de los Veinte, s.f., en: http://www.imcyc.com/revistacyt/mar10/especial2.htm, consulta 9 de Mar. 2015.

Pabellón de Arteaga (s. f.), en:

http://herenciapabellonense.org.mx/historia/origen.html, consulta 16 de Jul. 2015.

ABOITES, L., «Transnational dimensions of Mexican irrigation, 1900-1950», en *Journal of Political Ecology*, vol. 19, 2012.

CERUTTI, M., «La agriculturización del desierto. Estado, riego y agricultura en el norte de México (1925-1970)», en *IV Encuentro Asociación Española de Historia Económica*, Pamplona-Iruña, España, Sept. 2013.

SAMANIEGO, M. A. «International Basins and Social Uses of Water. Creation of Spheres of Cooperation an Conflict: North Mexico and West of the United States», en *Secuencia*, No. 83, May.-Ago. 2012.

LÓPEZ, I. *La Ciudad Agrícola en los Sistemas Nacionales de Riego*, México: Editorial Cultura, 1930.

MATEOS, A. *Etimologías grecolatinas del español*, 5ta. Edición, México: Ed. Esfinge, 1966.

Obsolescencia y valor conmemorativo
El acueducto de Segovia

Álvaro Jesús Álvarez Gutiérrez

Álvaro Álvarez Gutiérrez (1988) arquitecto y Máster de Conservación y Restauración del Patrimonio Arquitectónico por la ETSAM. Prosigue su formación académica realizando el doctorado en la especialidad de Patrimonio en la misma escuela. En la actualidad ejerce la profesión de manera autónoma intercalando su vida laboral con la investigación. Su principal foco de investigación es la ciudad de Segovia, tanto en su concepción urbana como arquitectónica.

Febrero de 2016

Obsolescence and a commemorative value.
The aqueduct of Segovia

ABSTRACT

The debate of the value of industrial heritage brings to question the first declarations of heritage in pre-industrial complexes and the value given. As a special case and one of the most respected works, we have the Aqueduct of Segovia. The Aqueduct was the first engineering work declared National Monument, forty years after the first declaration of the Cathedral of Leon. The declaration, sponsored by the Real Academia de Historia, is one more of the historical measures, in the form of laws, decrees or ordinances aimed at the conservation of the property based on its function of supplying the city.

The incorporation of the water supply system in the XXth and the statement of views, partial sets and picturesque landscape of the city have been forced to "freeze" the engineering work. Actually, the monument has gone part of the urban scene, whose interventions have been guided to extol their value, regardless of associated elements that disturb its original image in favor of enhance their beauty.

This presentation is part of the ongoing thesis *La forma de Segovia: génesis, identidad y espacios singulares*, focused on the perception and transformation of the urban landscape and the constitution of the place as a hallmark of the city of Segovia, analyzed through its main compositional elements, where the Aqueduct is inherent in the existence of city.

KEY WORDS

Water supplying, aqueduct, urban historical scenery, industrial heritage, Segovia.

RESUMEN

La reflexión sobre el valor del patrimonio industrial conlleva a cuestionar las primeras declaraciones de monumentos históricos nacionales en conjuntos preindustriales y el valor otorgado en su declaración. Como caso singular y uno de las obras más respetadas a nivel nacional, subyace el acueducto de Segovia. La "Puente Seca" es la primera obra ingenieril declarada Monumento Nacional, Artístico e Histórico, cuarenta años después del primer bien protegido con tal título. La declaración, promovida por la Real Academia de Historia ante el temor de actuaciones incoherentes que atentasen contra su "arrogante belleza artística", se suma a las medidas históricas, tanto en forma de leyes, decretos u ordenanzas enfocadas a la conservación del bien en base a su función de abastecer la ciudad.

La incorporación del sistema de abastecimiento en el siglo XX y la declaración de vistas, conjuntos parciales y paisaje pintoresco de la ciudad han obligado a "congelar", en teoría, la obra ingenieril. El monumento ha pasado de constituir un elemento per se, a formar parte de la escena urbana, cuyas intervenciones han llevado a realzar su valor rememorativo, prescindiendo de elementos asociados que perturban su imagen primigenia con la potestad de, según dicen, realzar su belleza.

La presente ponencia forma parte de la tesis en curso La forma de Segovia: génesis, identidad y espacios singulares, centrado en la percepción y transformación del paisaje urbano y la constitución del lugar como seña de identidad de la ciudad de Segovia, analizado por medio de sus principales elementos compositivos, donde el Acueducto es parte inherente a la propia existencia del núcleo urbano.

PALABRAS CLAVE

Monumento histórico nacional, legislación patrimonio industrial, paisaje histórico urbano, acueducto, Segovia.

INTRODUCCIÓN

Los grandes pensadores han establecido criterios para definir el espacio como lugar. Heidegger, en su obra Construir, habitar, pensar estipula que por el hecho de existir un elemento –y pone como ejemplo un puente-, surge el lugar. Es el proceso de adaptación del territorio a las necesidades del hombre lo que conlleva la condición de habitar. Por lo tanto, la garantía de habitar en la perspectiva heideggeriana, reside en el proceso de construcción y modificación del entorno; pero también conlleva a "cuidar" (custodiar, velar por). En definitiva, el hombre en comunidad debe mantener su identidad a partir de sus construcciones frente a la inexorable ley del cambio; a mantener una herencia pasada, a conservar su patrimonio. En esta dinámica cabe preguntarse sobre el papel de las obras de infraestructura como elementos patrimoniales destinados a su conservación. Los innovadores avances en todos los campos dejan obsoletos infraestructuras que forman parte de una época y que caracteriza a una sociedad. Según el Plan Nacional de Patrimonio Industrial (2011) apreciar el patrimonio industrial es el resultado de un proceso de toma de conciencia patrimonial en el que se integran la necesidad de conservación de sus testimonios materiales y la transmisión de la memoria asociada a cada actividad en un entorno territorial concreto. El patrimonio industrial debe considerarse como un elemento más del amplio análisis y conformador de la identidad cultural de una sociedad.

Bajo el auspicio de la acción de construir y habitar el hombre, el acueducto de Segovia queda como herencia de una población romana -de la cual no se sabe con precisión sus características-, y de una ciudad de marcado carácter fabril, una de las principales ciudades en los siglos XV y XVI tanto de España como de Europa que, pese a su jubilación, constituye uno, si no el que más, de los elementos identitarios de la urbe.

EL ACUEDUCTO COMO OBRA HIDRÁULICA: ESA GRAN DESCONOCIDA

El valor monumental que hoy otorgamos a la obra hidráulica dista mucho del valor reconocido por sus usuarios. Sin duda, las descripciones de los viajeros que han pisado tierras segovianas, se afanan en trasmitir la belleza y grandiosidad de la obra y escasamente relatan el sistema de canalización. Juan Álvarez de Colmenar, en su obra Las delicias de España. Se govia (1707), se asombra de la disposición de pilas y fuentes que rodean al Acueducto, que por medio de un grifo se deriva el agua "a donde se quiera y haya necesidad", dando servicio tanto a palacios, instituciones religiosas, uso doméstico y actividad industrial, especialmente en el arrabal. Lo que Álvarez de Colmenar describe es difícil de imaginar al haberse eliminado el sistema de distribución de agua que bajaba el agua desde el specus aéreo hasta el suelo por medio de cerbatanas. Las cerbatanas eran conductos perpendiculares, posiblemente de cerámica o barro con forma tubular, encajadas una a continuación de otra y protegidas por muretes de piedra o madera adosadas a los pilares del Acueducto, dispuestos tanto en el tramo extramuros como intramuros (figura 1).[1] Recogían el agua por medio de sangrías[2] a lo largo del canal. La documentación histórica hace pensar en un posible origen medieval.[3] El funcionamiento de una cerbatana o arcaduces era similar a un sifón: en tubo encorvado que sirve para sacar líquidos de un vaso, haciéndola pasar por un punto superior a su nivel para alcanzar otro inferior, de manera que la zona de vertido es más larga que la de cebado en base a una diferencia de presión. Para empezar es necesario hacer el vaciado de la primera rama del tubo, operación que recibe el nombre de cebado. Pese a su innegable funcionalidad, estos ingenios eran muy perjudiciales para el acueducto ya que se trataba de conductos sujetos a los pilares del monumento que por el empuje de su propia obra, así como escape de aguas que en invierno se convertía en hielo causaban graves daños en la estructura.

La eliminación de las cerbatanas deriva del proceso de eliminación de las casas adosadas al acueducto en su punto álgido (1807). Fueron muchas y constantes las peticiones por parte de los vecinos para la reparación y eliminación de las cerbatanas, incluso agravadas al meterse el agua en sus casas por las deficiencias del sistema.[4] Las disputas fueron constantes:

[1] El Archivo Municipal de Segovia cuenta con documentos sobre reparaciones en cerbatanas.

[2] Orificios, de tamaño cuantificados según las dimensiones de monedas, destinado a dirigir el agua para su derivación a través de cerbatanas.

[3] La máxima documentación conocida sobre el Acueducto corresponde al siglo XV y XVI, en pleno Renacimiento en el momento de mayor auge de la ciudad.

[4] Archivo Municipal de Segovia (A.M.S.), leg. 1186-108.

frente a los partidarios de su eliminación, los usuarios alargaban el pleito hasta que el 21 de diciembre de 1817 una Real Orden ponía fin a las cañerías. El 3 de enero de 1820, Antonio Ortiz, fontanero mayor, el fontanero mayor concluye en la viabilidad del sistema de abastecimiento de agua de manera soterrada, con la consiguiente mejora al no verse privados de agua por culpa de las heladas y el aumento de la producción de forma proporcionada al incremento de las jornadas de trabajo. El mismo autor, el 12 de junio de 1821 ofrece una relación de cerbatanas que necesitan "apearse y componerse por hallarse roturadas y arruinadas a los machones del Puente".[5] Con los años, las cerbatanas seguían adosadas al Acueducto. Los problemas permanecían y se ofrecían nuevas soluciones, como la creación de una cuneta junto al Acueducto para recoger las aguas que salen de las cerbatanas.[6] Son constantes las peticiones para reparar o incluso solicitar nuevas mercedes de agua a partir de las cerbatanas ya existentes. En 1872 se procede a la demolición con la venta de los sillarejos que constituían las columnas de sujeción. La labor continuó hasta 1886 e incluso en una fotografía de Josep Salvany de junio de 1915 aparecen tres canalizaciones a modo de cerbatanas que contrasta con la apreciación de Félix Gila, en su Guía y plano de Segovia (1906) al advertir sobre la desaparición de las cerbatanas en los últimos años y la colocación de cañerías a sus pies de la insigne fábrica "que ha de aliviar de carga al Acueducto".[7] El único documento que da cierta fiabilidad sobre la distribución del agua y la posición de las cerbatanas lo encontramos en el siglo XIX, de autor desconocido (posiblemente de Asensio o Joaquín Odrizola en los años 60). El documento consta de 25 cuartillas tamaño A4 con la descripción gráfica de la red de distribución del Acueducto extramuros.[8]

Figura 1. Acueducto de Segovia. Josep Salvany (junio 1915) Biblioteca Nacional de Cataluña.

[5] A.M.S. leg. 3543-29, I y II.
[6] A.M.S. leg. 319-17-2.
[7] Félix Gila, Guía y plano de Segovia, p.87, 1906.
[8] A.M.S. leg. 3543-24.

REGULACIÓN DE LA "PUENTE SECA"

Por Real orden de 11 de octubre de 1884 se declaró la magna puente Monumento Nacional, Artístico e Histórico. La declaración de "la puente seca" constituyó la primera obra de ingeniería civil en obtener la máxima protección concedida por el Estado. Así quedaron oficialmente declarados intangibles y sagrados los venerables sillares del Acueducto o, al me nos, en teoría. La prerrogativa entra dentro de la protección del legado histórico y artístico del país que a partir de la década de los años 30 se había empezado a promulgar. Habrá que esperar hasta 1905 para continuar con mayor intensidad la tendencia de protección de obras de ingeniería en el territorio español (puentes, acueductos, baños, aljibes y fuentes de origen románico y árabe especialmente) hasta alcanzar en la década de los 60 un total de cincuenta y cinco declaraciones. La declaración de conllevó al enfrentamiento activo entre la Academia de San Fernando y el consistorio local. Los motivos: la declaración de intenciones de los académicos, incluido en el Boletín Oficial, para poner fin a las profanaciones acontecidas al monumento por el "desconocimiento de su importancia arqueológica y de su arrogante belleza artística que con razón se teme verlo bárbaramente afeado con construcciones adosadas (…)".[9]

El Ayuntamiento montó en cólera y trasmitió al ministro de Fomento, Alejandro Pidal y Mon, su queja al herir su dignidad y decoro ante tales imputaciones sin razón y por medio de la publicidad, al valorar el Acueducto como obra amada, emblema del Ayuntamiento y de todos los segovianos. En este sentido años antes, Ricardo Villanueva, nieto de Diego de Villanueva, incide en la protección del pueblo hacia su bien más preciado "que no ha perdonado gasto ni escatimado trabajo para la mejor conservación y mayor lucimiento del puente que ha elegido por escudo y que tiene en mucho poseer".[10]

El asunto llegó incluso al presidente del Consejo de Ministros de aquella época, Antonio Cánovas del Castillo. La designación levantó ya en su época recelo y enfado entre los segovianos, ante las críticas por falta de conservación y la posible pérdida de prestación de funciones. Los periódicos locales -La Tempestad, El Pardillo, El Adelantado e incluso la revista de la Sociedad Económica Segoviana de Amigos del País-, se hicieron eco de la noticia, instando incluso o la omisión de tal declaración. El intelectual Ezequiel González, quien en años anteriores había criticado la actitud del Consistorio por el derribo de la Puerta de San Martín (1883), apoyaba la iniciativa del grupo local. Otros intelectuales han cuestionado también

[9] Informe que la Real Academia de la Historia emitió el 5 de octubre de 1884.

[10] Ricardo Villanueva, "El acueducto de Segovia" en La Ilustración de Madrid, Madrid, 1872.

la declaración. Ramón Gómez de la Serna afirmó en El secreto del Acueducto (1922), lo no necesidad del reconocimiento puesto que la insigne obra bastaba por sí misma para su protección. Sin duda, la declaración del Acueducto interpone la defensa del bien histórico entendida como monumento frente al concepto utilitario del mismo.

Definitivamente, la declaración entró en vigor. El Acueducto de Segovia quedó bajo la protección de la Comisión Provincial de Monumentos, que no tardó en emitir un estudio de obras a acometer para preservar la integridad de la infraestructura, entre ellas la demolición de seis cerbatanas y de cuantos edificios impidiesen por su proximidad mostrar toda su magnificencia. Afortunadamente, no hubo dinero para llevar a cabo las expropiaciones, pues la declaración, tal como afirmó Félix Gila, los gasto corren a cargo del Ayuntamiento para la conservación de la joya, que paga "con amoroso celo y mano pródiga, en lucha constante con los hielos invernales" Un repaso a la normativa del Consistorio local puede ofrecer una idea de los criterios de protección de la obra. Frente a la política de embellecimiento y protección de las piedras, la historia reivindica el monumento como obra de infraestructura, es decir, por su funcionalidad. Toda medida otorgada se destinó a la mejora del sistema de abastecimiento y al control del abusivo uso del preciado líquido. El derecho romano ya había otorgado una normativa para la protección de la infraestructura. La primera normativa con determinaciones claras sobre el empleo y la canalización del agua son las ordenanzas de 1505.[11]

La reina doña Juana otorga al Rey y su Consejo todo lo referente a la administración del agua, concesión de mercedes, mantenimiento del Puente e imposición de penas a los infractores. El papel del Ayuntamiento de Segovia se ciñó al asesoramiento e información previa al dictamen del Supremo Tribunal hasta el siglo XVII, momento en el que el Rey y su Consejo delegan esta función al Ayuntamiento. Parece ser que el reparto y distribución de agua a particulares a lo largo de todo su trazado se fue imponiendo con el tiempo; en su origen fue edificado para abastecer la ciudad intramuros. En el ático[12] se han detectado restos de otros tres canales más antiguos –de fecha indeterminada, aunque no parecen romanos- que no se encuentran horadados para instalar en ellos surtidores.[13] El reparto del agua se basada en el principio de economía política de prevalecer el provecho universal sobre el particular, donde las obras necesarias para la construcción de la conducción del agua hasta el domicilio corrían a

[11] A.M.S., leg. 40-20, Copia de las Ordenanzas del agua del Puente, hojas 316-341.

[12] Se denomina ático a la parte superior ubicada sobre la arcada por donde discurre el specus.

[13] Alonso Zamora Canellada, "El Acueducto de Segovia", Estudios Segovianos, Academia de Historia y Arte de San Quirce, Segovia, 1996.

cargo del titular de dicha merced, con la obligación de ir bajo tierra; o el sobrante de agua quedaba a disposición del Ayuntamiento. El reconocimiento del acueducto como elemento identificativo de la ciudad obliga al Ayuntamiento a endurecer y ampliar la normativa, en especial aquella dirigida a la seguridad y salubridad pública. El artículo 30 de las Ordenanzas Municipales de 1845 prohíbe verter basuras e inmundicias en las inmediaciones al acueducto de la ciudad, "cuya magnífica obra debe evitar estar despejada para que sea vista con desembarazo por los muchos admiradores que tiene". La Ordenanza Municipal de 1857 dentro del capítulo "Fontaneros, caños públicos, pozos y mercedes de agua" presta especial relevancia la conducción del agua y enfatiza el papel del Fontanero Mayor, como principal responsable para su conservación. El siglo XX se inaugura con Las Ordenanzas Municipales de la muy Noble y muy Leal Ciudad de Segovia (1905), con el fin de "colocar el nombre de Segovia a la altura que merece todo pueblo culto".[14]

La nueva normativa contempla el apoyo de la Comisión Provincial de Monumentos ante cualquier intervención en bienes patrimoniales. Mayor dedicación encontró al configurarse la Comisión Provincial de Monumentos de Segovia en 1844, auspiciada bajo la Académica de Bellas Artes de San Fernando, reflejado en el acta fundacional.[15] La década de 1940 supuso el momento de máximo reconocimiento del patrimonio segoviano. Si bien, al igual que en los casos anteriores, la declaración no trajo consigo un aporte económico para la conservación del bien. El 12 de julio de 1941, el Ministerio Educación y Ciencia Natural, apoyados por la Ley del Tesoro Artístico Nacional de 1933, abre el camino para la valoración del tejido y la trama urbana de Segovia, "acompañante" de los monumentos declarados, considerado parte esencial del propio conjunto monumental. Entre las declaraciones, se contempla el Conjunto parcial de las calles y plazas situadas a los largo del Acueducto, desde la antigua calle Campillo (hoy Coronel Rexach) hasta la del Sauco, ya intramuros (Obispo Gandásegui).

Dentro del entorno del Acueducto se protege las vistas panorámicas de San Justo y El Salvador desde el mirador del Postigo del Consuelo. Como respuesta, y ante la falta de una normativa específica, a la declaración de conjuntos parciales siguió la aprobación de Las Ordenanzas Monumentales de la Ciudad de Segovia (1941), "para una mejor adaptación y concreción de la protección derivada del mismo a cada edificación concreta del tejido urbano", según reza su introducción El máximo reconocimiento

[14] Las Ordenanzas Municipales de la muy Noble y muy Leal Ciudad de Segovia, Introducción, Segovia (1905).

[15] A.R.A.B.A.S.F., Comisión Provincial de Monumentos de Segovia 1840-1880, doc. 2-52-2.

llega el 6 de diciembre de 1985. El Acueducto y la ciudad antigua de Segovia alcanzan el título de Patrimonio de la Humidad por la UNESCO. La rapidez y el "ocultismo" del trámite no condujeron a una participación activa de la población. Tal como sucedió en los casos anteriores, el reconocimiento no estuvo ligado a una aportación económica para su conservación con lo que llevó en futuras intervenciones a la aportación económico por parte del Estado, Junta de Castilla y León y diversas entidades privadas.[16] La reciente declaración de Reserva de la Biosfera de la Sierra de Guadarrama en 2013 se suma a los reconocimientos otorgados hasta el momento.

Figura 2. El Acueducto, detalle, nº327. Hauser y Menet. Posterior a 1905

USO Y MEMORIA

Muy pocas son las obras que tienen un nombre tan universalmente conocido, y muy raras son las obras de los mortales que después de diecinueve siglos pregonan la grandeza de los que las construyeron prestando la misma utilidad que el primer día.

La ciudad romana era el marco principal donde presentar numerosos elementos considerados símbolos del prestigio municipal y de integración cultural, de la *civilitas* construida sobre las costumbres latinas (romanitas), símbolos de confort y del modo de vida romano. Varios de los componentes que construían tal imagen se relacionaba con el agua: fuentes, termas, jardines públicos y privados, letrinas, así como sistema de agua

[16] Conferencia ofrecida por J. M. Merino de Cáceres, A. Ruiz Hernando, F. Coullaut Valera y M. A. Trapero por los 30 años de la declaración celebrada el pasado mes de diciembre (7-12-2015).

corriente con acceso público (desconocemos si se empleó para el desarrollo de la industria en época romana). El abastecimiento de agua no era una obligación contenida en las leyes: era una manifestación de beneficencia y de poder frente a otros municipios y manifestar el dominio imperial. En el caso de Segovia, la carencia de agua en el recinto urbano motivó la construcción de una infraestructura, construido y mantenido por el municipio, actividad que estimulaba, a su vez, la efervescencia constructiva regional dentro de una importante política propagandística imperial: se consideraba como una concesión del emperador, quien garantizaba el bienestar social el desarrollo de las provincias. Allí donde el agua no puede subir a la altura de la ciudad, se entrega al arquitecto, dotándola de monumentalidad que potenciase su imagen.

Con esta expresión de orgullo cívico, la ciudad disfrutaba de un equipamiento que, al mejorar la calidad de vida de sus habitantes, la convertía en modelo de la cultura urbana romana (urbanitas) dominadora de la naturaleza. Los municipios también permitían la participación financiera de los privados en obras públicas, quien se convertía en benefactores locales. Este tipo de actuación era un mecanismo habitual para autoafirmar a la élite con altos deseos de acaparar cargos públicos. Por lo tanto, la monumentalidad otorgada a la infraestructura iba acompañado de un reconocimiento político y social con un bien público, el agua, necesario para la vida humana, no susceptible de comercio (*res extra commercium humanl iuris*) y pura, por la sacralización que acompañaba la concepción del poder imperial.

Tal fue la impronta trasmitida por la civilización romana que, tras la Repoblación (1088),[17] la imagen arquetípica de las arcadas se convertirá en símbolo identitario de la ciudad, acompañado por un rostro de un doncel, posiblemente como seña de la cabeza de la Extremadura, talcomo refleja el sello concejil del siglo XIII. El juego entre protección de la obra hidráulica o la monumentalidad corre también a cargo de las opiniones de viajeros y de la valoración de los propios habitantes. Esta dicotomía queda patente en la forma de nombrarlo: frente al término "acuaducho", o "la puente seca" otorgado por los segovianos, el embajador Andrea Navagero lo nombra propiamente como "acueducto" en 1517.[18].

Sorprende a sus visitadores la persistencia de la fábrica frente a sus compatriotas italianos o francés, así como que aún se mantenga en pie para abastecer de agua a la población, "una construcción útil" motivo por el

[17] Existe la tendencia entre los historiadores a establecer el año 1088 como inicio de la Repoblación. Sin embargo, cada vez son más los que apuestan por una continuidad poblacional durante la Alta Edad Media.

[18] A. Navagero, Viaje por España, 1517 [Mercadal, II, pp.307-312].

cual persiste al paso del tiempo "aunque cada piedra de esta obra costase mil pesos, los tiene a mi parecer muy bien ganados".[19]

Ciertos autores auguraban la permanencia de su estado actual durante tanto tiempo como Segovia exista, a causa de la inhospitalidad del peñón rocoso: "si los grandes monumentos hubieran sido tan útiles, la mayor parte existirían aún".[20] Frente a la cuestión de símbolo de poder, imagen representativa y belleza de su construcción, su función utilitaria está fuera de toda duda. Sin embargo, la aparición del insigne monumento en varias revistas y libros extranjeros, con mayor auge a partir del Voyage pittoresque et historique de l'Espagne (1806-1820) de Alexandre Lobarde, reivindicaba su valor patrimonial y artístico.

Las descripciones técnicas de los viajeros foráneos y nacionales, admirados por el canal de abastecimiento y en muchos casos, dentro del debate técnico sobre la obra, dieron paso a descripciones literarias donde el objeto descrito y escritor establecen una íntima relación. Tanto a nivel nacional e internacional se multiplicaron los artículos y fotografías que tenían por objeto el Acueducto, llegando a ser una imagen icónica de la España de la época. Pero dicha permanencia se ve trastocado por el valor utilitario otorgado por el pueblo, tal como refleja Edward Clarke quien se vio "forzado" a tomar medidas por sí mismo, "pues en cuanto a la población, no conocen ni se preocupan por cuan alto es o cuan ancho".[21] Esto es lo que ocurre con los objetos que vemos cada día. Sean ellos tan nobles o excelentes, cuando se hacen familiares, se les descuida: la novedad impresiona y no la excelencia. A su vez, los propios viajeros critican ciertas actuaciones inoportunas que distorsionan la imagen de tan magna obra más que su funcionalidad.

A principios del XX, cuando se ponía en duda su función primitiva y se comenzaba la instalación de un canal subterráneo para el abastecimiento, la puente seca acabó albergando los hilos de la red telefónica "como sutil pentagrama", en palabras de Antonio Zozaya, pese a existir una compenetración a través del tiempo entre la ciencia vieja (el acueducto) y la ciencia nueva (el teléfono) (figura 3). Bajo esta perspectiva, el relevo de la función primigenia por otras acciones contemporáneas pone en peligro la pervivencia de la obra, así como la exaltación de su valor rememorativo y artístico. Frente a la continuidad de las funciones de abastecimiento, el

[19] A. Ponz, Viaje de España, Madrid. Aguilar Maior, 1988, tomos IX-XIII, pp.346-350.

[20] Jean François Peyron Nuevo viaje en España hecho en 1777 y 1778. [Mercadal, V, pp.383-385]

[21] M. A. Edward Clarke, Letters concerning the Spanish Nation, Carta X (Escrita en Madrid, 1760-1761) Descripción de la ciudad de Segovia, Londres, 1763, pp.179.186.

Ayuntamiento se planteó cortar el suministro de agua y de este modo no poner en riesgo "el histórico monumento, orgullo de Segovia" (El Adelantado de Segovia, 12 febrero 1906). La decisión no se llevó a cabo, ante el perjuicio que podría ocasionar a sus ciudadanos, tal como se evidenció con la polémica del caño libre en los años 20. Sin embargo, la ciudad empezó a construir con lentitud las nuevas infraestructuras para un suministro de agua acorde a las necesidades de la época, entrando en vigor en 1907.

La supresión de las cerbatanas, como ya se ha visto, trajo consigo la supresión de la industria a su paso, abocando a la magna obra a cierto aire de ociosidad según Ramón Gómez de la Serna y al peligro de supervivencia ante la inapropiada jubilación en palabras de Unamuno. La Comisión Provincial de Monumentos instó al consistorio local a continuar con su función (El Adelantado de Segovia, 5 junio de 1909). Ante tal presión, se restableció el suministro de agua, con las medidas preliminares correspondientes para evitar futuros daños a la fábrica, entre 1925 y 1928 y vigente hasta mediados del siglo XX. La incuestionable lucha entre función y memoria condicionaba los criterios de intervención en la obra, hasta acabar predominado sus funciones representativas y patrimoniales. Pese a la admiración de la parte aérea, el specus subterráneo del recinto murado se convirtió en cloaca principal.

Figura 3. El Acueducto, rebaño y pastores (1920-1930) Otto Wuderlich. Archivo Wunderlich (IPCE)

LA TRANSFORMACIÓN DE LA IMAGEN URBANA

El Acueducto hizo posible la vida en lo alto de la roca al tiempo de participar íntegramente en la forma de la ciudad, tanto intramuros como extramuros. Hasta bien entrado el siglo XIX constituyó el límite oriental de la ciudad, acompañado a su paso de grandes vacíos interrumpidos por conventos y monasterios, edificaciones que aún hoy persisten a duras penas ocultas tras la creciente masa edilicia. El siglo XVIII está plagado de comentarios de viajeros apreciando la belleza de la fábrica desde ciertos lugares y a determinadas horas del día, al tiempo que reivindican la demolición que afean las pilas del puente, enemigos que atenta contra su conservación: cerbatanas, casa adyacentes, tiendas, bodegas, atajadizos para habitaciones de gente pobre y en ellos puestos de carbón entre otros.

En definitiva, un pensamiento propio de la época de desembarazar a los monumentos en consonancia con la imagen ideal de Viollet-le-Duc. Otros autores valoran los elementos del espacio urbano en base a su función primigenia como un factor potencial de su imagen, por el cual el edificio se yergue sólido, valiente y atrevido por encima de la ciudad entre el caserío. José María Quadrado en Recuerdos y bellezas de España (1865) destaca las perspectivas a través de las arcadas, a cual más bella y original, por los cuales se desvela el cielo, calles, edificios, verdes paisajes y lejanos horizontes. Este juego perceptivo y su integración en el ámbito urbano han caracterizado desde antaño las obras hidráulicas, tal como lo hicieron los quince acueductos de Roma o el acueducto de Água de Prata, en Évora, cuyos pilares y arcadas se integran entre las edificaciones.

Figura 4. Portada Puerta Díaz Sanz (1879-1880) Academia de Artillería, Biblioteca. Fot. 39-7

El proceso de desembarazar y mostrar la magnificencia de la fábrica tuvo sus inicios en 1803 por orden de Carlos IV tras el aparatoso accidente de la delegación sueca. La Guerra de la Independencia y la frágil situación económica paralizaron toda actuación. En apenas cincuenta años la edificación parasitaria fue suprimida. El mismo énfasis de contemplar la magna obra en su conjunto propició la demolición de empresas constructivas de traza medieval y que hoy constituyen un patrimonio perdido. Entre ellas la iglesia de Santa Columba, en la plaza del Azoguejo, cuyas ruinas permanecieron hasta 1931 tras el desplome de su torre mudéjar en 1818; o la iglesia del antiguo convento de San Francisco, hoy Academia Militar tras la desamortización de Mendizábal. En este caso, los contrafuertes de la capilla mayor casi alcanzaban los sillares del acueducto, del cual llegó a distar 1,5 metros. Las obras, iniciadas a principios del siglo XX, con plan de alineación de por medio, aprobado en sesión celebrada por el Ayuntamiento el 27 de octubre de 1926, no culminaron hasta mediados de siglo,

con la inauguración por el Generalísimo del cuerpo oriental que hoy cierra el complejo.

El crecimiento de la ciudad había configurado la plaza del Azoguejo como el principal centro neurálgico de la ciudad, lugar por antonomasia de pícaros, como el Buscón don Pablos de Quevedo, símbolo de decadencia y pobreza crónica. En definitiva, un reflejo de la Segovia semiurbana con claros tintes rurales sucedida desde tiempos inmemorables en contraposición con la ciudad alta. El golpe definitivo fue la decisión de conseguir que la N-110 atravesara la ciudad por medio, con el consiguiente paso del tráfico bajo los arcos del Acueducto y el ensanche de las vías de la actual Fernández Ladreda hacia San Millán y Vía Roma, dejando al Azoguejo incluso demasiado abierto y desamparado frente al colmatado caserío que constituía la plaza.

La obra comenzó en 1946, año en el que se convocaba el Concurso Nacional de Arquitectura, con la intención de establecer una nueva imagen y relación dinámica con la ciudad, dejando atrás todo pulso histórico. El resultado fue y sigue siendo un espacio destartalado y sin identidad, condición que obligó, tras la supresión del tráfico en la década de los noventa a convocar nuevamente un concurso a nivel internacional sin resultados óptimos por una parte, ni intención por el Consistorio local de ejecutarlo. Pese a estas transformaciones, el rumor del agua no volverá a zumbar en la plaza y, por ende, la pérdida de parte de la idiosincrasia segoviana.

EL VALOR DE LA IMAGEN: LA LECCIÓN DE ROMA

Tal como se presentó al inicio de la comunicación, la condición de habitar del ser humano obliga al hombre a adaptar el territorio a sus necesidades. Las necesidades, cambiantes especialmente en el siglo XX, obligaron a plantear soluciones urbanísticas idílicas de la mano de los grandes arquitectos del Movimiento Moderno, donde las infraestructuras jugaban un papel fundamental tanto en funcionalidad como la imagen proyectada en la ciudad.

Charles Édouard Jeanneret-Gris (1887-1965), más conocido como Le Corbusier, invitado por la Residencia de Estudiantes, y en especial por Fernando García Mercadal, visitó la ciudad de Segovia, donde recibió, de nuevo, la lección de Roma que sólo cinco años atrás había dejado patente en Hacia una arquitectura: El 12 de mayo de 1928, el genio suizo posó bajo los pies del Acueducto. Durante su estancia, compró dos tarjetas postales ilustradas con el acueducto como protagonista. En una, la obra ingenieril aparece en primer término. En la otra, tomada desde los Altos de la Piedad, las arcadas del puente seca emergen por encima de los tejados de la ciudad: una perspectiva que, casi un siglo después, es prácticamente

irreconocible (figura 5). Tal como los expertos han apuntado, Le Corbusier en sus planes urbanísticos utilizó los viaductos –así como otras piezas de infraestructura- como mecanismos proyectuales: elementos de puesta en valor simultánea de arquitectura, ciudad existente y naturaleza. La Lección de Roma ofrece pautas de cómo relacionar la arquitectura con el paisaje a través de la ordenación, la escala con que se presenta la arquitectura gracias a la proporción, y el tratamiento de la materia a través de la emoción. En la grandeza del orden encuentra Le Corbusier la arquitectura: la ordenación como una de las prerrogativas de la arquitectura. Y más, siguiendo con las ideas del arquitecto suizo, si la luz acaricia las formas puras: esto produce ordenación, idea única, audacia y unidad de construcción. Dichas palabras reflejan las características del Acueducto, basado en una relación con el territorio y un sistema ritmado de piedra sobre piedra al estilo de un pseudo almohadillado rústico. Por eso, el acueducto de Segovia reúne, siguiendo a Isidoro Bosarte en su Viaje artístico por España, las tres cualidades del estilo más difíciles de juntar en toda bella arte: la simplicidad, la elegancia y la grandiosidad. En el Plan Obus A. en Argel (1931), Le Corbusier proyecta un viaducto en el borde de la costa para consolidar la conexión entre St-Eugène y Hussein Dey, marcado por el orden de los elementos y la cohabitación con el territorio, siguiendo las características geográficas del lugar. El proyecto es una respuesta a las necesidades de los habitantes de la ciudad, mejorando la calidad de vida a partir de la nueva planificación urbana.

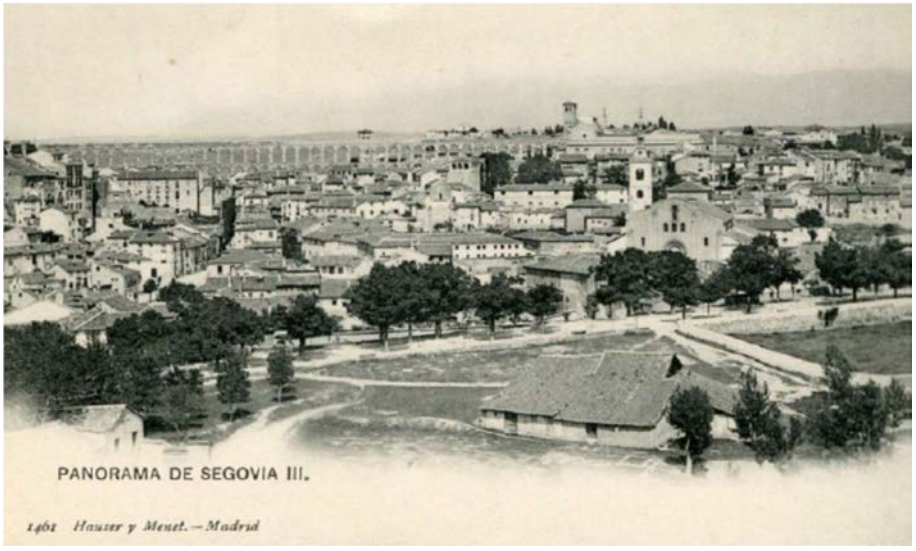


Figura 5. Panorama de Segovia III, nº 1461. Hauser y Menet. Anterior a 1905. Serie General

CONCLUSIONES

Para concluir, puede decirse que el acueducto de Segovia, al mismo tiempo que mantenía su funcionalidad originaria, ha disfrutado de la categoría de monumento digno de ser contemplado con admiración, hasta

el punto de constituirse como símbolo de la ciudad y el principal motivo que ha llevado a numerosos viajeros a desplazarse a Segovia. Icono identificativo de la ciudad sin que ningún otro edifico le haya podido quitar ese rango, inmune al paso del tiempo y a los cambios de sensibilidades, valoraciones y modas. ¿Hasta cuándo?

En estas líneas no queda más que incidir en la visión y función urbana frente a la individualidad del monumento. Como resultado de las políticas anteriores, actualmente el acueducto preside un espacio inacabado cuyo desconocimiento y olvido conduce a una acción paisajística de maquillaje, más que de integración. La respuesta parece ser, tal como pronosticaba Le Corbusier en La lección de Roma, es para sabios, para los que pueden apreciar, los que pueden resistir, los que pueden controlar. Sólo entendiendo el lugar, y la dedicación que el propio habitante hace uso de él, podemos participar creativamente y contribuir a su historia.

LISTA DE REFERENCIAS

AGUIRRE, Antonio, «El acueducto segoviano y su estado de conservación», *Revista de Obras Públicas*, nº78, t.I, (2541 y 2546): 33 y 35 (147-149), 1930.

CHAVES MARTÍN, Miguel Ángel, *Arquitectura y Urbanismo en la ciudad de Segovia (1750-1950)*, Cámara Oficial de Comercio e Industria de Segovia, Segovia, 1998.

CORRALES, Enrique, *El acueducto de Segovia*. Madrid, Impr. De Enrique Rubiños. 1889.

EDWARD CLARKE, M. A., «Letters concerning the Spanish Nation, Carta X (Escrita en Madrid, 1760-1761)» *Descripción de la ciudad de Segovia*, Londres, 1763, pp.179.186.

GILA, Félix, *Guía y plano de Segovia*, Segovia, Imp. del Diario de Avisos, 1906.

GONZÁLEZ HERRERO, M., *Segovia: pueblo, ciudad y tierra*, Segovia, 1971.

LARRUGA BONETA, Eugenio, *Memorias políticas y económicas sobre los frutos, comercio, fábricas y minas de España*, t. X, XI, XII, XIII, Madrid, 1791.

LECEA Y GARCÍA, Carlos, *Recuerdos de la antigua industria segoviana*, Imp. Santander, Segovia, 1897.

MARTÍNEZ CABALLERO, Santiago (coord.), *Segovia romana I y Segovia romana II*, Obra Social y Cultural Caja Segovia, Segovia, 2000 y 2010.

MARTÍNEZ CABALLERO, Santiago, *El Acueducto de Segovia. De Trajano al siglo XXI*., Segovia, Ayuntamiento de Segovia, 2012.

MARTÍNEZ DE PISÓN, Eduardo, *Segovia, evolución de un paisaje urbano*, Colegio de Caminos, Canales y Puertos, Madrid, 1976.

MOSÁCULA, Francisco Javier, *El abastecimiento de agua a Segovia a través del tiempo*, Segovia, 2011.

PÉREZ, Cesareo y Luis Antonio Arroyo, *El Acueducto de Segovia. Viajes, viajeros y algo de arqueología. Segovia*, Instituto de Estudios Pisoraca, 2011.

PONZ, A., *Viaje de España*, tomos IX-XIII, pp.346-350, Madrid. Aguilar Maior, 1988,

QUADRADO, José María, *Recuerdos y bellezas de España (1865)*, Ed. Facsímil, Caja de Ahorros y Monte de Piedad de Segovia, Segovia, 1977.

RUIZ HERNANDO, A., *Historia del urbanismo en la ciudad de Segovia del siglo XII al XIX*, t. I. Segovia, 1988.

ZAMORA CANELLADA, Alonso, *El Acueducto de Segovia*, Academia de Historia y Arte de San Quirce, Segovia, 1996.

Energías extinguidas
Centrales térmicas del periodo de la Autarquía

Rafael García García

Doctor Arquitecto
Profesor Titular de Universidad en el Departamento de Composición Arquitectónica de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura, Universidad Politécnica de Madrid.
Director de la revista *Cuaderno de Notas* sobre teoría e historia de la arquitectura.
Investigador principal del grupo de investigación de la UPM Arquitectura y Paisaje del Patrimonio Industrial y de la Empresa (2008-2011).
Investigador invitado desde 2006 del Departamento de Historia de la Arquitectura de la Facultad de Arquitectura de la Universidad Técnica de Delft.
Miembro de la asociaciones TICCIH España e INCUNA.
rafael.garcia@upm.es

Febrero de 2016

Extinguished Energies
Power plants of the Spanish Autarchic period

ABSTRACT

The construction of power stations in Spain in the years after the Civil war, was intended to overcome the scarcity of electric supplying in a period of special difficulties. These were due to the sustained increase of demand but in a great measure also to the seasonality variations of the produced energy. The cause of this was mainly that the majority of electricity was obtained from hydroelectric plants. The consequences of this shortage were critical in the industrial sector. In the dry years, and 1945 was an exceptional one, occurred frequent activity breaks in a sector in recovery and fundamental for the country economy.

During the Autarchy, the State through the National Institute for Industry (INI) was the main actor for the construction of these plants. For this goal the Institute created the public firms Endesa (Empresa Nacional de Electricidad S.A.) and Calvo Sotelo devoted to electric and liquid fuels production respectively. Under his guidance started a new period of electric generation by thermal means which first step was the emergency solution of a series of movable power plants. They were acquired in the United Kingdom and installed in several capitals of provinces. Those installations were followed by the first big power plants with examples as Compostilla or Puentes de García Rodríguez in La Coruña, that were also the first modern plants using the renewed techniques of electric production with coal as fuel. Successive improvements and changing circumstances led to increases in installed power and alternative use of fuel oil instead of, or complementarily, coal. This will occur in later plants as Escombreras in Cartagena or Alcudia in the Balear islands, both belonging to the end of the autarchic period.Throughout their evolution, the tecnology, composition and construction of these plants will undergo a series of changes whose description and analysis are the subject of this paper. The adopted point of view will be that of the architecture but underpinned in the technical functionality, protagonist in the project of these industrial installations. A comparative travel by the period is intended through its more representative examples.

KEY WORDS

Power plants, industrial heritage, industrial architecture, Spanish Autarchy, INI, Endesa.

RESUMEN

La construcción de grandes centrales térmicas en España en los años posteriores a la contienda civil tuvo por objeto paliar los importantes déficits de suministro eléctrico en un periodo de especiales dificultades. Estos fueron debidos al progresivo incremento de la demanda pero en gran medida también a la variación por estacionalidad de la energía producida. Causante principal de ello fue la concentración de electricidad de origen hidroleléctrico, mayoritaria hasta esos momentos. Las repercusiones de esa carencia fueron críticas sobre todo en el sector industrial, especialmente en años de sequía. Durante el periodo de la Autarquía será el Estado a través del Instituto Nacional de Industria quien lidere la construcción de dichas centrales. Ello se realizará principalmente mediante las empresas Endesa y Calvo Sotelo, creadas por el Instituto para la producción de electricidad y combustibles líquidos respectivamente. Bajo la tutela de las mismas se inició una nueva etapa de generación de electricidad por medios térmicos que comenzó con las primeras instalaciones de emergencia a través del plan de centrales móviles adquiridas en el Reino Unido y distribuidas estratégicamente por distintas capitales de provincia. A las anteriores le sucedieron las primeras grandes centrales ya fijas que, como Compostilla o Puentes de García Rodríguez, serán también testimonios de las renovadas técnicas del momento para la producción de electricidad mediante quema de carbones. Sucesivas mejoras y cambios coyunturales llevarán a incrementos en las potencias instaladas y al uso alternativo de gasóleo como combustible tal y como se verá en posteriores centrales como Escombreras o Alcudia y situadas ya al final del periodo autárquico. A lo largo de la evolución apuntada, la técnica, composición y construcción de dichas centrales sufrirá una serie de cambios cuya descripción y análisis son el objeto del presente trabajo. Desde una mirada arquitectónica pero sustentada en la funcionalidad técnica que protagonizó el proyecto de estas instalaciones, se pretende recorrer de una forma comparativa lo realizado en el periodo a través de sus más destacados ejemplos.

PALABRAS CLAVE

Central térmica, Autarquía, arquitectura industrial, patrimonio industrial, INI, Endesa.

Aunque en la inmediata posguerra civil el suministro de energía eléctrica en España pudo satisfacer brevemente una demanda inicialmente reducida, este equilibrio sólo se sostuvo hasta 1943, año en que el crecimiento industrial comenzó a crear una situación deficitaria marcada por las restricciones.[1] En realidad, ya previamente, en 1941, expertos del sector pronosticaron que con el ritmo de crecimiento existente en 1945 la producción eléctrica sería insuficiente para atender a la demanda (Anes, Fernández y Tembury 2001: 59). Además, la situación empeoró especialmente con la grave sequía de 1945 en donde se puso de manifiesto que al ser la mayoría de la instalada entonces en España de procedencia hidroeléctrica, se era especialmente sensible a los periodos de estiaje.[2] Con la bajada de producción consecuencia del vaciamiento de los pantanos en 1945 llegó a ocurrir que las principales industrias funcionaron con frecuencia solo dos días a la semana (Sánchez Conde 1956: 2).

Como consecuencia de lo anterior, la solución por parte del Gobierno se vio en la creación de un plan de nuevas centrales de energía térmica que tendrían sobre todo el papel de compensar los fuertes estiajes. Su papel no sería tanto sumarse a la producción nacional como intervenir en apoyo de los periodos de caída de la generación hidroeléctrica.[3] Por otra parte, no se contemplaba la construcción de térmicas por la iniciativa privada, supuestamente sin apenas incentivos para ello principalmente por las bajas tarifas establecidas oficialmente. Dichas nuevas centrales fueron llevadas a cabo por el Instituto Nacional de Industria a través de sus

[1] En el periodo previo a la contienda la oferta se había mantenido sobreabundante con un crecimiento lento pero constante. En conjunto, y aunque no hubo grandes daños en las infraestructuras, durante los tres años de la guerra la producción disminuyó un 25% (Anes, Fernández y Tembury 2001: 40).

[2] Al final de la guerra el 75 % de la potencia instalada en España era de origen hidroeléctrico (Anes, Fernández y Tembury 2001: 59).

[3] Se estimaba que para resolverlo por parte del Estado con nuevas hidroeléctricas instaladas en cuencas sin explotar, éstas deberían tener una capacidad de generación triple que las térmicas. Siendo además mucho más caras y dilatadas en su construcción, era claramente inviable esta opción (Sánchez Conde 1956: 2).

empresas ENCASO y ENESA (poco después ENDESA) ambas fundadas en 1944. Fueron las primeras empresas públicas nacionales creadas con objetivos de generación eléctrica.

Complementariamente, era también necesario resolver la falta de interconexiones de la red española, con una estructura fuertemente local e independiente. Ello agravaba aún más el problema de la escasez, ya que tampoco era posible establecer compensaciones entre regiones con diferentes reservas hidrográficas. El sistema de presas existente no contaba entonces tampoco con pantanos de regulación, por lo que se estaba más a tenor del régimen pluviométrico de cada año. A todo ello había que sumar la dificultad de financiación en el exterior para la compra de equipos, debido a las restricciones de adquisición de divisas.

LAS CENTRALES TÉRMICAS MÓVILES Y FLOTANTES

Por el carácter de emergencia de la situación con restricciones en aumento, una solución provisional y paliativa hasta tanto no entraran en pleno funcionamiento las primeras centrales fijas previstas vino con la adquisición de diez centrales térmicas móviles provenientes del Reino Unido. Este capítulo de la historia de la producción energética autárquica tuvo su origen en la circunstancia de que dichas centrales, fabricadas durante la II Guerra Mundial por los talleres Metropolitan Vickers de Manchester como apoyo a Rusia, no llegaron a ser finalmente enviadas. Fue por ello que el INI pudo adquirirlas a un precio considerado muy asequible (18,7 libras esterlinas / KVA) recibiendo la primera por vía marítima en 1946 (INI 1948, N.6).[4]

Una característica básica de las mismas era que estaban diseñadas para su transporte por ferrocarril, montadas en bogies que al llegar a destino se sustituían por cimentaciones sencillas. De hecho cada central estaba constituida por varios vagones, uno para cada caldera, otro para el generador y uno o dos vagones auxiliares dependiendo de la clase de central. Éstas eran de tres tipos: 5.000 Kw quemando fuel-oil y 2.500 y 1.000 Kw con combustible de carbón. Los convoyes de las de 5.000 y 1.000 Kw eran de tres vagones y el de las de 2.500 de cinco, con dos calderas de carbón, generador y dos vagones auxiliares. Su puesta en funcionamiento era rápida tras una poco costosa preparación del terreno y las conexiones eléctricas y de refrigeración.

[4] Fue desembarcada a finales de marzo de 1946 entrando en servicio cuatro meses después. Todas las demás en conjunto se montaron en el breve plazo de seis meses.

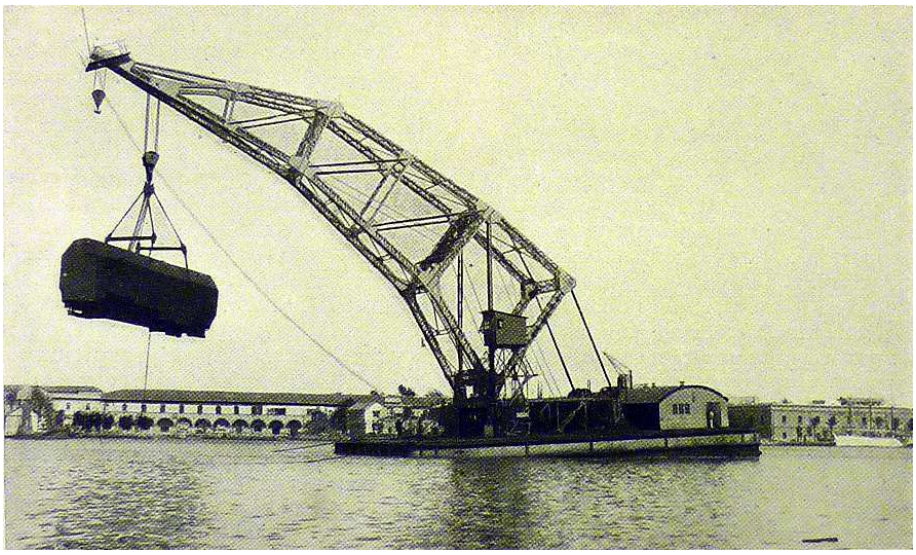


Figura 1. Desembarco de vagón-caldera de una Central móvil (INI 1948 N.6, p.15).

De interés especial fueron también los emplazamientos elegidos, estando las de fuel cerca de puertos con suministro por parte de la empresa CAMPSA o de la Marina y las de carbón de interior en bocamina para evitar su transporte. Dos de ellas, Ferrol y Palma, aunque estaban junto al puerto, eran de carbón y lo recibían por mar. Pero fundamentalmente contó su situación estratégica: en Asturias (dos de 2.500 Kw en La Felguera) para el funcionamiento de la minería y siderurgia; en Barcelona (una de 5.000 Kw) y Zaragoza (dos de 2.500 Kw) por su situación de déficit y en espera de futuras conexiones; en Cartagena (una de 5.000 Kw) y en El Ferrol (una de 2.500) por sufrir grandes pérdidas al estar al final de líneas de transporte; en Puertollano (una de 1.000 Kw) como apoyo a la construcción del complejo industrial y en Palma (una de 2.500) por su aislamiento insular.[5] Aun cuando su concepto fue el de centrales de apoyo, no funcionando en periodos de abundancia de reservas de agua, en 1947 llegaron a producir el 13,8% de la energía total del país. Se estima que consiguieron paliar un 28% de las restricciones de ese mismo año (INI 1948 N.6). Nuevamente tuvieron un papel destacado en los años siguientes, con la nueva sequía de 1950 y los ya bajos índices hidráulicos de 1948 y 1949 (0,32, el menor del periodo). Su vida fue, no obstante, significativamente prolongada, alcanzando su máxima producción en 1957 y estando activas algunas de ellas hasta comienzos de los 70.[6] Su condición de móviles fue literal, con nuevos emplazamientos para las dos de Zaragoza y la del Ferrol que, tras cumplir su función de emergencia, se trasladaron a Almería.

[5] Las dos centrales de Zaragoza y la de Puertollano fueron asignadas a ENCASO y el resto a ENDESA.

[6] Trabajando en condiciones difíciles y en largas jornadas de atención constante, las centrales y sus operarios recibieron el apelativo de "bomberos de la electricidad". Sus principales datos técnicos eran: presión de 27 atm, temperatura de vapor de 357 ºC y velocidad del alternador 1.500 rpm.

Otros destinos finales fueron San Fernando (Cádiz), Ceuta, Melilla, Alcudia y Mahón.

De ellas ha quedado una colección de fotos en archivos del INI en donde se aprecia una maqueta ilustrativa de un montaje tipo, imágenes de su transporte, detalles de sus componentes y diversas vistas de las mismas emplazadas o en proceso de montaje. Tras su observación se deduce que en general primero se montaron completamente las calderas y grupos y después la nave o galpón que las albergaba, siendo este de factura extremadamente simple. Pero al ser realizados con medios y materiales locales y ser de los diferentes tipos antes citados, resultaron con bastantes variaciones entre sí. Son ejemplo de ello la curiosa forma con tejado sobreelevado de chapa de Puertollano, la doble nave de albañilería de Palma, las más simples y de espacio único de Ferrol o Cartagena o la nave de estructura metálica de celosía ligera de Zaragoza, ésta con doble ancho para albergar las dos centrales en paralelo. En ésta última se puede apreciar también el amplio foso exterior anexo para almacén de carbón que fue necesario construir en las de su tipo.

Menos recordado aún es el apoyo prestado por las centrales flotantes, constituidas por dos barcos usados como centrales eléctricas y fondeados en diversos puertos de nuestra geografía. La primera se trató de un petrolero de bandera panameña contratado en 1950 para paliar las agudas restricciones de verano de la región de Málaga. Atracado en el puerto de la capital, su reconversión en central fue relativamente sencilla al estar dotado con calderas, generadores y motores eléctricos que desacoplados de la hélice destinaban su energía a la producción de electricidad. Por seguridad, los transformadores se situaron en una torre construida expresamente en tierra y un aparatoso tendido de cables los enlazaba con el barco (INI 1950 12).[7]

El segundo fue la corbeta comprada a la marina norteamericana y rebautizada con el expresivo nombre de *Nuestra Señora de la Luz*. Su reconversión como central se hizo en Bélgica dotándose de dos unidades de generación de 4.500 Kw cada una. Entró en servicio en 1954 y sirvió en San Fernando, después fue trasladada a Barcelona en 1958 y finalmente remolcada a Tenerife en 1962, estando activa allí hasta 1973 (Anes, Fernández y Tembury 2001: 86-87).[8] Ya desaparecidas estas centrales al igual

[7] Se trataba del barco-tanque *Los Hermanos,* adquirido a la *Victor Panamanian Steamship*, con 167 x 20 m eslora-manga y potencia de generación de 4.100 Kw.

[8] De la información suministrada en la revista *in* (1961 N1: 40), parece deducirse que también prestó servicio en Cartagena previamente a San Fernando (a donde se trasladaría en 1956), Su origen era una fragata adaptada, con 14 metros menos de eslora en popa por el alcance de un torpedo, y comprada con créditos a bancos de Washington.

que las móviles, su inexistencia impide por tanto su acceso al estatus de lo patrimonial. Sin embargo, deben al menos recordarse como importantes eslabones históricos en los difíciles tiempos de la recuperación energética de la Autarquía.

LAS PRIMERAS TÉRMICAS FIJAS

El plan de construcción de centrales térmicas elaborado por el INI como refuerzo estratégico fue aprobado por el Gobierno y dio lugar a las cuatro centrales de Compostilla (Ponferrada, León), Puentes de García Rodríguez (La Coruña), Puertollano (Ciudad Real) y Escatrón (Zaragoza), y que, con la excepción de Puentes de García Rodríguez, algo menor, eran las más grandes de carbón llevadas a cabo hasta entonces en España. Las cuatro entraron en funcionamiento en un plazo relativamente breve, Compostilla en 1948 en su primer grupo y al año siguiente en el segundo, Puentes también en 1948 y 1949 para sus dos grupos, Puertollano en 1951 y Escatrón en 1953. La realización de tres últimas fue encomendada a ENCASO (Empresa Nacional "Calvo Sotelo") dedicada principalmente a la obtención de combustibles líquidos y lubricantes [9] y la primera, Compostilla, a ENDESA (Empresa Nacional de Electricidad), esta sí con el cometido directo y explícito de generación eléctrica. No obstante, el objetivo de las centrales en su conjunto era múltiple, ya que aunque las tres primeras tenían como primera meta abastecer a los complejos industriales surgidos en torno a ellas, incluían también hacer aportes destacados a la red externa y por tanto contribuir al apoyo del sistema eléctrico general. Así mismo, Compostilla, aparte de su objetivo primario de vertido en la red centro y noroeste, se concibió también como medio de asegurar el abastecimiento a otras importantes empresas del propio INI y a diversos servicios estratégicos de la región.[10] Así pues y como se elogiaba oficialmente desde el mismo INI, "la situación de las dos primeras centrales en la región Noroeste…la de Escatrón, en las proximidades del sistema catalán y levantino, y la de Puertollano, en la zona Sur, señalan los vértices de un triángulo situado con indudable acierto geográfico" (INI 1951 N.13: 1).

[9] El conjunto de empresas de ENCASO tuvo como finalidad básica la obtención de gasolinas, lubricantes y derivados a través de materias primas españolas en ausencia o escasez de petróleo exterior. Fue uno de los ejemplos más singulares de desarrollo de industria de matriz autárquico, defendido con gran orgullo por sus promotores (Suanzes 1951). Como importante actividad ligada y complementaria estuvo la producción de abonos nitrogenados.

[10] Un caso destacado de lo primero fue la Empresa Nacional del Aluminio en Valladolid. También se conectó por ejemplo a los enlaces ferroviarios del tren de Villablino.

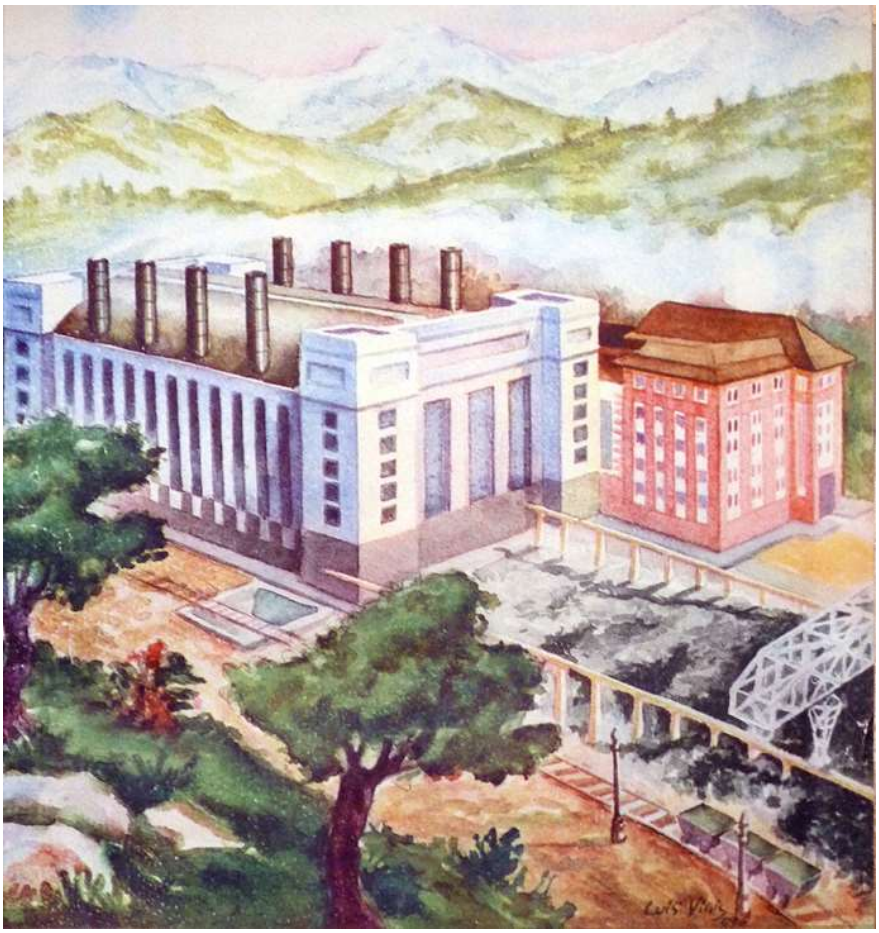


Figura 2. Central de Compostilla (Instituto Nacional de Industria. Memoria del ejercicio 1948, portada).

Hubo sin embargo otro aspecto capital en su elección y fue el del combustible empleado. Este es un tema vinculado estrechamente a la filoso-fía autárquica, ya que ni se podía contar con carbón de importación (menos aún fuel-oil) ni se podría detraer carbón de calidad ya usado con otros objetivos, como la industria, en absoluto sobrados de él. Las enormes cantidades de carbón que consumirían las centrales debían de buscarse principalmente en yacimientos de relativa baja calidad, que por sus mismas características apenas habían sido explotados. El alto consumo justificaría ahora la rentabilidad de su extracción. Por tanto, y en cierto sentido, casi más que ubicarse en las proximidades de criaderos de carbón importantes, fue en realidad cada central la que generó o alentó en su región próxima una explotación minera de grandes proporciones. Con la construcción de cada central hubo un surgir (o resurgir en algún caso) minero de gran desarrollo en sus respectivas zonas. Se creaba así una nueva justificación de desarrollo regional (minero) a añadir a las mencionadas.[11]

[11] A su vez, la abundante electricidad disponible redundaría en la mecanización y transporte de las minas, mejorando rendimientos y condiciones de trabajo.

Lo anterior conllevó una intensa etapa de estudios geológico-mineros que dio por resultado la elección de Ponferrada con el aprovechamiento de los menudos de antracita de toda la cuenca del Bierzo hasta entonces en desuso, Puentes de García Rodríguez, a bocamina de un extenso yacimiento de lignitos de extracción masiva a cielo abierto, Puertollano con el aprovechamiento intensivo de la hulla de su región minera y Escatrón con la adquisición de los grandes yacimientos de lignito de Andorra y Escucha en Teruel.[12]

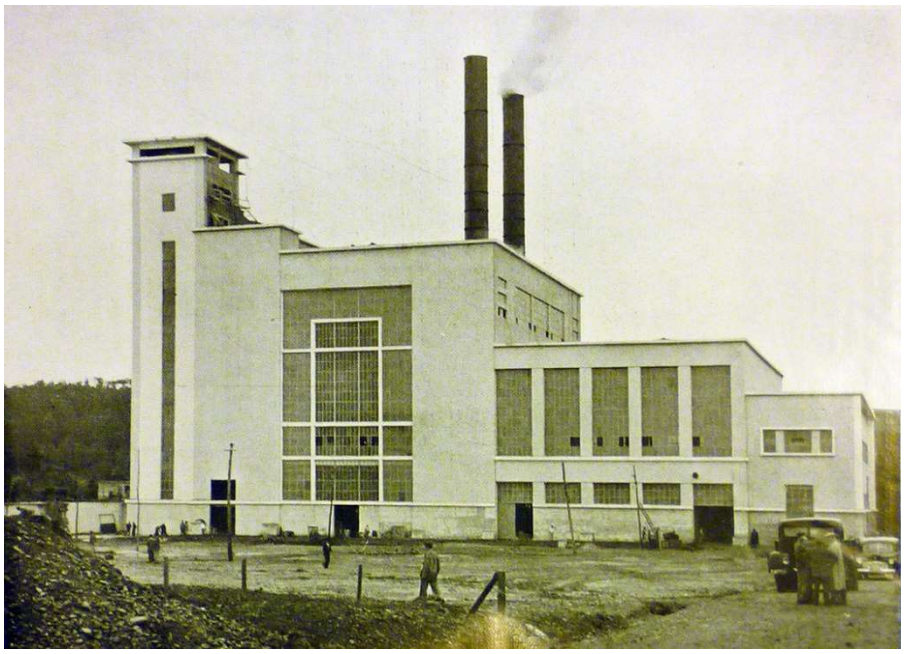


Figura 3. Central de Puentes de García Rodríguez (INI 1949 N.9, p.10).

Así pues, todas las centrales crearon un *Hinterland* más o menos próximo al que modificaron y con el que se establecieron relaciones de diversos tipos. La relación más fundamental en el ámbito técnico fue la del propio aprovisionamiento: de carbón por un lado y de agua para refrigeración por otro. Respecto al primero, el medio principal fue en todos los casos el ferrocarril, con líneas de creación expresa en Puentes y Escatrón, un nuevo ramal en Compostilla y aprovechamiento del ferrocarril existente en Puertollano. En Puentes se construyó una línea de vía estrecha (1m) y 5.300 de longitud para el transporte de lignito desde el extenso yacimiento contiguo. Para Escatrón por el contrario, se tendió toda una nueva línea de 45,761 km de longitud de ancho nacional uniendo Andorra con la central y enlazada en la estación de Samper de Calanda con RENFE. En

[12] En los tres últimos emplazamientos contó también y de forma fundamental el aprovechamiento por destilación de los propios lignitos consumidos en Puentes y Escatrón y de las pizarras bituminosas existentes en Puertollano, origen todos ellos de los complejos industriales proyectados en torno a las centrales.

Compostilla se construyo un ramal del ferrocarril de vía estrecha Ponferrada-Villablino (1m) y en Puertollano se hizo uso fundamentalmente de la red de la ya existente Sociedad Minero Metalúrgica de Peñarroya, compañía privada beneficiaria de la cuenca hullera.

Respecto al agua, es llamativa la variedad de soluciones adoptadas. El importante flujo necesario, principalmente para la refrigeración del circuito de vapor, debía primeramente ser captado de una fuente que garantizara su funcionamiento continuo. Esta podía ser usada en sistema abierto o cerrado. Con sistema abierto se utilizó en los dos casos con cercanías a ríos caudalosos es decir, Puentes con el río Eume y Escatrón con el Ebro. En ambos el agua se captaba por canales pasando bajo la central y era devuelta más caliente al río aguas abajo.[13] La central de Puentes se situó justo al borde del río realizándose en ese mismo punto una pequeña presa de captación y regulación (56.000 m3 y 300 m de largo) sobre la cual se construyó además la carretera de acceso. En Escatrón se captaba desde una pequeña presa ya existente en las cercanías, siendo bombeada por una tubería de 240 m hasta la central. Para el retorno había otra tubería de 600 m, mediando en total 1 km entre punto de toma y devolución (INI 1953 N.2: 13).

Los sistemas cerrados de Compostilla y Puertollano fueron obligados por la ausencia de cursos de agua suficientes durante todo el año en las inmediaciones. El sistema inicial de Compostilla poseía cierta complejidad sobre todo en el estío, teniendo como elemento fundamental la construcción de una presa de derivación (Fuente del Azufre) a solo 600 m de la central y situada sobre el canal bajo del Bierzo, cercano en su curso a la central.[14] Desde ella se efectuaba la captación pero el agua sobrecalentada se enviaba de nuevo a la presa vertiéndose en la chimenea de equilibrio del salto (INI 1948 N.3: 8). En épocas de caudal normal se podía usar, por el contrario, un sistema abierto con captación y retorno sobre el mismo canal. Para Puertollano fue necesario construir el importante pantano de captación de Montoro (36,70 m altura de coronación, 160 m de longitud y hasta 29 millones de m3 de almacenamiento) situado a 18 km de la central. El enfriamiento se realizaba mediante baterías de torres de refrigeración.

Por último, y en cuanto a elementos exteriores básicos para el funcionamiento de las centrales estaban los parques de carbón, enormes explanadas formadas por fosos contenedores en donde por diversos sistemas era vertido, repartido por su superficie y conducido por cintas y galerías

[13] En el caso de Puentes y para un caudal próximo a 1m3/segundo, el canal subterráneo tenía en el punto de aspiración una sección aproximada de 3,5 x 3,5 m.

[14] Más tarde esta presa dejó de usarse sustituida por el más grande embalse de Barcenas del Río.

hasta la central. Fueron a cielo abierto, pudiendo destacarse quizás el sistema de puente grúa con voladizos diseñado para Compostilla y rodante sobre carriles elevados. También en él es interesante la galería subterránea de 120 m de longitud situada bajo el foso que conducía el carbón hasta el pie de la central. El parque de Escatrón fue el mayor de todos, abastecido con trenes de gran número de vagones facilitado por la pendiente general favorable minas-central. Por su magnitud, se contó con dispositivos especiales para evitar la combustión espontánea. Respecto al carbón otro tema básico era la evacuación de cenizas tras su quema, las cuales podían significar un volumen importante. Los sistemas disponibles eran bien su almacenamiento o bien arrastre por canales interiores con agua.

EL PROGRAMA TÉCNICO

Arquitectónicamente las centrales fueron edificios de escala poco usual. Pero a pesar de su tamaño,[15] se trató siempre de contenedores estrictos que albergaban sus partes y equipos sin desperdicio de espacio útil. Sus vacíos lo eran por razones de accesibilidad y/o mantenimiento (que no obstante podía ser de gran holgura) y su nave más espectacular, la sala de turbogeneradores justificaba su altura libre por el espacio necesario de operación con puente grúa y desmontaje de los equipos. El esquema tipo de la época lo vemos en un croquis del ingeniero Martínez Cattaneo (1949 II) autor de las estructuras de Compostilla y Puertollano y que presenta el característico esquema escalonado de naves longitudinales de diferentes alturas. En él destacan por su mayor tamaño la de calderas y la de turbos, siendo siempre la primera la más alta de las dos. Frente a la de calderas y en el exterior se sitúa la nave estrecha y alta (que en la realidad podía ser la de mayor altura) con las tolvas de carbón en su parte superior. Entre calderas y turbos hay una nave también estrecha para funciones diversas como depuración de agua, bombas y colectores de vapor, y en el otro extremo se dispone la nave de aparellaje y conmutadores eléctricos a la tensión de generación, en cuya misma crujía en piso superior podían disponerse oficinas y la sala de mando. Se aprecia también que hay un nivel elevado común (plano noble llamado por Cattaneo), que es el plano de operación normal de acceso tanto a calderas como a turbos y bajo el cual se sitúan como elementos destacados, los grandes condensadores bajo los turbogeneradores y la zona de recogida de escorias bajo las calderas. Solo queda comentar que la nave de calderas, se subdivide a

[15] Solo la nave de turbogeneradores de Compostilla tenía 72,5 m de largo. Puentes de García Rodríguez una longitud de 75,30 m y una altura en torre de elevación de carbones de 43,6 m. Puertollano tenía una planta de 75 x 72 m con altura máxima de 28m.

su vez en dos quedando una parte para la caldera en sí y otra más estrecha para el sistema de salida de humos incluyendo las chimeneas.

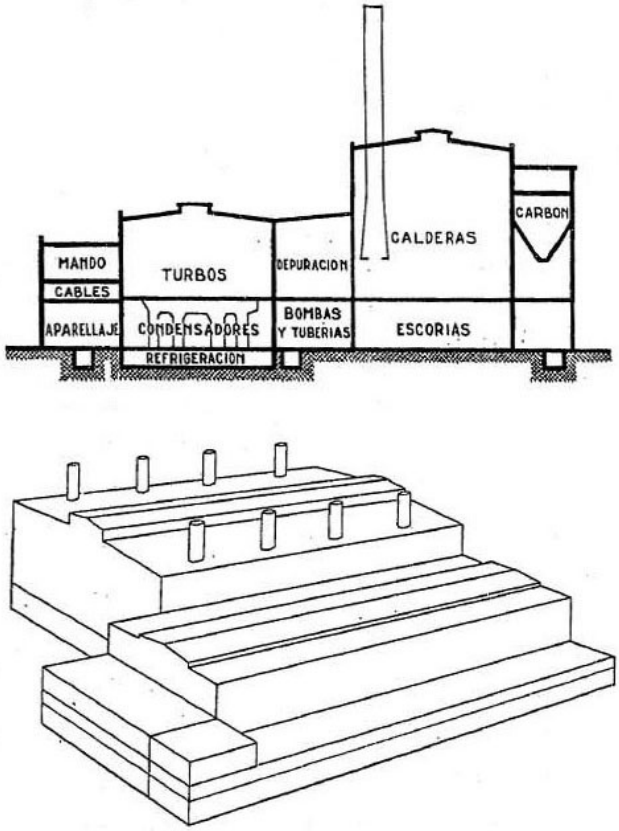


Figura 4. Esquema clásico escalonado y primer croquis Compostilla (Cattaneo 1949 II).

El esquema anterior es seguido claramente en todas menos en Compostilla, que por su carácter inicial y particulares circunstancias fue también la más atípica y en cierto modo experimental de todas. Una sección completa de Puentes de García Rodríguez publicada en la revista INI (1949 N.9) muestra en detalle los elementos de la central siguiendo el esquema estándar. Pero volviendo a Compostilla, lo más singular fue la disposición con doble fila de calderas, lo que conllevó la colocación del espacio de tolvas entre ellas. Esto tuvo su justificación en la menor potencia de sus calderas y que por tanto tenían que ser dos por cada grupo turbogenerador.[16] También la tolva será de diseño muy particular al ser en forma continua y no dividida en las usuales unidades troncocónicas, y además adoptar un estudiado fondo laminar de hormigón con la forma antifunicular de las cargas.

[16] También fue singular el tipo de caldera (*De Combustion Engineering* Co. EEUU), quemando el carbón de menudos en parrilla rodante frente a las demás ya con el más moderno sistema de carbón en polvo previamente molido.

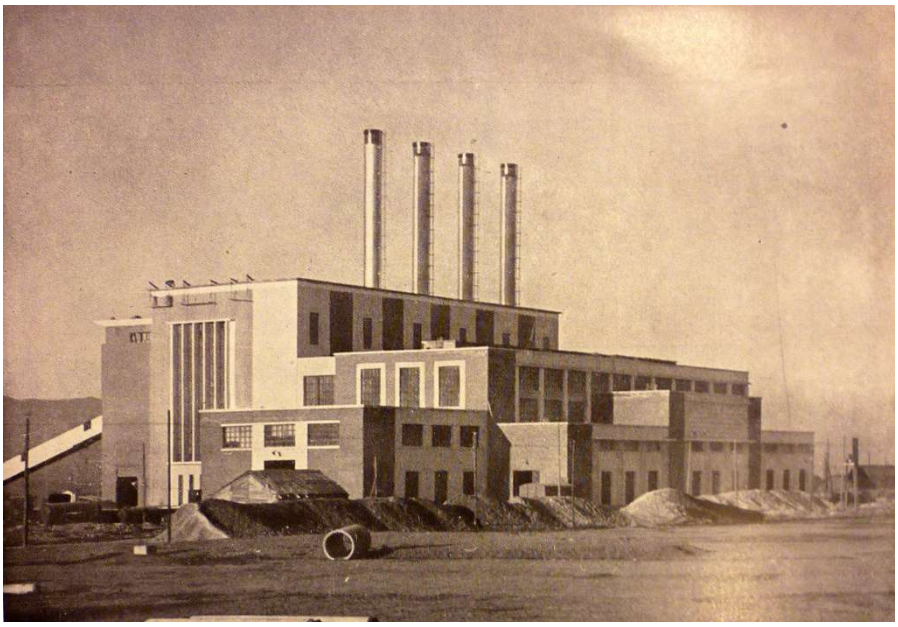


Figura 5. Central de Puertollano (INI 1951 N.14, p.7).

Por el esquema tipo de sección anteriormente descrito, las centrales estarían en línea con la tendencia actualizada general de entonces, sin embargo, un aspecto que las situó en un momento técnico ligeramente más antiguo es el de su distribución de vapor. Un gran cambio que se va a producir desde finales de los años 30 fue el abandono del sistema de colectores de vapor mediante el cual todas las calderas aportaban conjuntamente el vapor que era distribuido por un sistema de válvulas según las necesidades de los turbinas de los grupos.[17] Las modernas centrales de posguerra en Europa y EEUU seguirán a partir de entonces sistemas modulares por unidades caldera-grupo independientes. Al menos Compostilla, Puentes y Puertollano mantuvieron el sistema de colectores pese a que en las dos últimas hubo una relación uno a uno entre calderas y turbos. Compostilla dispuso en su primera fase de dos grupos de 25.000 Kw cada uno y, en forma más insólita, cinco calderas de las cuales una sería de apoyo o reserva. Martínez Cattaneo (1949 I: 543) justificaba la solución de colectores adoptada en Compostilla por la elección de presiones y temperaturas de vapor también más conservadoras (casi la mitad en la presión) que los ejemplos más avanzados, lo cual se hacía por "seguridad y sencillez en el servicio".[18] Puentes y Puertollano operaron con presiones semejantes, incluso levemente inferiores pero Escatrón ya se diseño para la alta presión de 85 kg/cm3.

[17] Con el sistema de colectores era normal disponer la nave de calderas en perpendicular a la de turbos (García 2012).

[18] Para Compostilla los valores fueron 47,4 Kg/cm2 y 440 ºC habiéndose alcanzado ya en 1941 presiones de 85 Kg/cm2.

CONSTRUCCIÓN Y COMPOSICIÓN

Es interesante entender que como edificios las centrales fueron construcciones de un fuerte carácter rítmico y regular. Su estructura resistente, que como veremos marca fuertemente los aspectos compositivos y formales, estuvo en todos los casos formada por sistemas de grandes pórticos de hormigón que además, excepto en Compostilla cuya estructura comentaremos más abajo, fueron transversales, iguales entre sí y espaciados regularmente. En su perfil, estos pórticos seguían el escalonamiento de los espacios incluyendo los niveles intermedios, pero sustituyendo con frecuencia las vigas de cubrición de mayor luz por soluciones metálicas. En el caso de Puentes se usaron cerchas trianguladas y en Escatrón pórticos metálicos de alma llena para la nave de turbos. En Puertollano se mantuvo la cubrición con vigas de hormigón.

Un carácter singular sin embargo tuvieron las estructuras propias de calderas y grupo turbogeneradores, concebidas como construcciones independientes con cimentaciones propias. Insertadas dentro del sistema de pórticos, las de calderas eran siempre metálicas formando un complejo bastidor para el montaje de las mismas, el cual se hacía a la vez que la estructura general. El soporte de turbos y condensadores era por el contrario una estructura de enorme solidez, en hormigón armado y con especiales cimentaciones para absorber las vibraciones.

El mencionado sistema de pórticos de las centrales con el esquema general escalonado estuvo condicionado y en cierto modo condicionó la disposición de tolvas y calderas, que se adaptaron a las líneas maestras de los pórticos. En ellas cada crujía corresponde a una tolva y las calderas se encajan en las crujías cada dos pórticos (Puentes, Puertollano)[19]. En cambio, la disposición de los grupos fue mucho más flexible y en cierto modo "flotante" dentro de su nave, ubicándose más libremente e incluso optando por colocaciones de sus ejes en sentido longitudinal (Puentes, Escatrón) o transversal (Puertollano).

La central de Compostilla tuvo además de las excepcionalidades ya mencionadas, la de que su estructura, aun siendo rigurosamente modulada en su conjunto (5 m), dispuso sus pórticos longitudinalmente en la nave de calderas. En ella, dos pórticos interiores paralelos soportando las tolvas seguían un ritmo alterno para alojar las calderas, mientras que tres de sus laterales se sustentaban en pórticos regulares envolventes dejando la fachada este como una pantalla ligera de ladrillo para permitir una futura ampliación. Por otra parte, para la sala de turbos se empleó una bóveda con el sistema Sánchez del Río de cerámica armada atirantada, cubriendo

[19] No disponemos de información para Escatrón.

una luz de 24 m.[20] Fue otra más de las particularidades de dicha singular central.

Figura 6. Central de Escatrón (Instituto Nacional de Industria. Memoria del ejercicio 1953, portada).

Como se ha indicado, la estricta adaptación al interior marcó el volumen envolvente de estos edificios. Pero es aquí donde la labor de los arquitectos colaboradores tuvo su papel, ya que en palabras de Martínez Cattaneo se fue consciente de que los ingenieros "aspiran a completar sus creaciones con el logro de la satisfacción espiritual que constituye las formas estéticas" (1949 III: 578). Así por ejemplo, el diseño final de Compostilla corrió a cargo del arquitecto Francisco Bellosillo, mientras que para Puentes se cita entre otros, y sin distinción de ingenieros y arquitectos, a García Lomas (INI 1949 N.10). Puertollano es obra también de Javier García Lomas y Mata con la supuesta contribución de Fernando Moreno Barberá (Braña, Landrove, Tostoes 2005).

[20] Fue una de las primeras realizadas por el sistema Río-cerámico de estas características y por su carácter experimental se ensayó primero sobre el suelo un tramo a tamaño natural de 6 m (Martínez Cattaneo 1950: 41).

En conjunto las formas arquitectónicas fueron volúmenes sobrios y lisos, de un clasicismo simplificado e industrial, quizás con reminiscencias de la monumentalidad de la Werkbund, pero sobre todo en línea con algunos rasgos de la solemnidad que este tipo de construcciones aún tenían en el contexto internacional. Destacaría quizás la fuerte imagen neoclásica depurada de los testeros de Compostilla. Común a todas ellas fueron sus cerramientos de fábrica de ladrillo, revocadas o no y a veces con chapados de piedra en zócalos y apilastrados. En los huecos el uso de enmarcados fue bastante restringido, limitándose a un elemento enfático en los más importantes o en agrupaciones especiales. Una sutil cornisa de coronación estuvo siempre presente aunque en algunas partes de Puertollano y en todo Escatrón pasó a ser una simple línea de remate horizontal. Pero más que las cuestiones de detalle que no podemos atender en este estudio general, conviene llamar la atención sobre rasgos generales del carácter de las fachadas.

A este respecto la diferenciación entre las direcciones longitudinal y transversal de las naves y por añadidura de las centrales en su conjunto es reveladora. Así, en todas se ve que los ritmos transversales (coincidentes con los pórticos siempre excepto en Compostilla) marcan fachadas regulares con sus huecos siguiendo fielmente dichos ritmos. Para ellas fue característica la verticalidad general de los grandes huecos de las del lado de las tolvas, formándose además sobre ellos líneas horizontales de ventanas más pequeñas a modo de piso ático claramente visibles en Puentes y Escatrón.[21] En el lado opuesto, este ritmo regular también se manifestaba en las fachadas de la nave de conmutadores y en los ventanales sobresalientes de la nave de turbos. En Compostilla y Puertollano por ejemplo toma la forma de un reticulado muy estricto aportando probablemente las imágenes de modernidad más acusadas de todas las centrales. Por el contrario, las fachadas de las otras dos direcciones (las transversales podríamos decir ya que no siempre fueron las más cortas) ya no estuvieron sujetas a ritmos y en cierto modo fueron fachadas mucho más libres en cuanto a la formalización de sus huecos. Quizás más rigurosamente dicho, cada necesidad funcional de iluminación se expresó en ellas con el sistema de huecos más idóneo o sugestivo en cada caso (Puentes, Puertollano y Escatrón siguen el esquema escalonado y Compostilla optó por la formalización clasicista antes aludida).

Respecto a los volúmenes quedaría por comentar que las naves y espacios menores de conmutadores, oficinas y sala de control fueron las que ayudaron a crear excepciones en el esquema escalonado riguroso de naves paralelas de igual longitud, tal como es seguido por ejemplo en Puentes.

[21] Este nivel coincidía en ellas con la cinta de transporte de carbón sobre las tolvas, espacio que iluminaban.

Esto es claro en Compostilla, en donde la planta de la nave de turbos se prolonga sobresaliendo en el lado oeste con un volumen destinado a talleres, oficinas, entreplanta de cables y sala de control, dispuestos en pisos sucesivos.[22] Con ellos se creó una especie de edificio anexo, adosado a la central y en el que el diseño adoptó formas tradicionales con rasgos de la arquitectura imperial dominante y una cubierta inclinada de pizarra.

También en Puertollano, se produjo una ampliación similar de prolongación de la nave de turbos, pero en este caso sin incorporar la sala de control ni su entreplanta de cables. Ambas fueron alojadas en el eje y montadas sobre la nave de conmutadores, con lo que se creó un nuevo volumen saliente, sobrelevado y excepcional, distintivo de esta central. Como otro rasgo propio, el tratamiento de materiales en el exterior se basó en la alternancia entre grandes superficies lisas de color claro y otras de ladrillo visto más oscuro con un marcado efecto bicolor. Con ello se produjeron fuertes efectos de contraste que dieron potencia a los volúmenes y se dio especial énfasis al desarrollo de un excepcional ritmo alternado en el volumen emergente justo bajo las chimeneas y acompasado con ellas. Los planos de ladrillo sirvieron también para dar expresión a las partes salientes antes comentadas, marcando especialmente sus tramos modulares extremos.

LA EVOLUCIÓN POSTERIOR

Poco después de inaugurarse las cuatro comentadas y por parte también del INI ya existían planes para su ampliación y para la creación de otras nuevas para áreas especialmente deficietarias. En el caso de Compostilla, en 1953 se inició su segunda fase con dos nuevos grupos y calderas aumentando cada uno otros 50.000 kw y ya ambos para carbón en polvo (Anes, Fernández y Tembury 2001: 79). Ello supuso la primera desfiguración de la central ya que las nuevas calderas no cabían en la altura de la nave y hubo que desmontarse la cubierta y romper partes altas de las fachadas. La desfiguración fue aún mayor con una caldera posterior aún más grande y con chimenea de gran altura montada frente a las anteriores. Análogamente en Escatrón se añadió a los dos grupos iniciales de 25.000 Kw uno nuevo con 60.000 kw que introdujo otra importante desfiguración. La nave de calderas quedó interrumpida y a ella se adosó un nuevo contenedor de caldera ya sin relación ninguna con lo existente. Así mismo, la nueva chimenea, aunque con la misma altura y alineación que

[22] La sala de mandos quedó así desplazada de su posición típica en el eje de la central aunque fue destacable por su amplia superficie y por el lucernario superior de última planta..

las otras se construyó apoyada en el suelo y no montada sobre la cubierta como había venido siendo habitual. Puentes y Puertollano siguieron por el contrario sin cambios destacables hasta el final de su actividad.

Estas nuevas ampliaciones ya introdujeron uno de los elementos de cambio más decisivos en lo que sería la imagen futura de las térmicas. Nos referimos a los equipos de intemperie. Estos ya están parcialmente en la central de ENSIDESA en Avilés, una de las siguientes centrales construidas por el INI (1952-57) en la que el sistema de filtrado de humos y sus chimeneas ya se situaron en el exterior (Hidalgo 1960). Pero de forma nítida una de las primeras calderas de intemperie se instaló en la nueva central de Huelva inaugurada en 1954. Esta modesta central (25.000 Kw) cuya producción se dedicó fundamentalmente a la minería, se situó frente a la ría del Odiel y fue también adelantada en el uso de fuel-oil, lo que simplificaba notablemente su instalación (Sánchez Conde 1956).[23] La instalación de este tipo de calderas marcaría desde entonces el futuro de la mayoría de las centrales y ya fue nítidamente visible por ejemplo en la nueva central de Compostilla II, inaugurada en 1961 y considerada como de la nueva generación de vanguardia más propia del nuevo desarrollismo (Anes, Fernández y Tembury 2001: 97).

No obstante, otras tres centrales construidas antes de 1960 en Andalucía dentro del plan del Gobierno para el refuerzo del subdesarrollo eléctrico de la región, parecen haber sugerido otra interesante dirección.[24] Fue el caso de las de Cádiz (1957 y ampliación 1959, 2 x 30 Mw), Málaga (1958, 30 Mw) y Almería (1958, 30 Mw) que aunque aún instalaron calderas alojadas en edificios contenedores, parecen haber planteado, por su gran semejanza de diseño, una cierta idea de normalización hasta entonces no aplicada. Que fueran las tres realizadas por la recién creada empresa AUXINI dependiente del INI es un elemento de apoyo a esta suposición (INI 1961).

Y finalmente, y para terminar con este breve desarrollo del final del periodo autárquico es preciso hacer mención a una técnica constructiva que desde Europa y ya en los 50 comenzó a aplicarse muy especialmente en la construcción de centrales. Me refiero al empleo de elementos prefabricados que vendría a sustituir la costosa y entretenida construcción de los considerables paños de sus fachadas de ladrillo. Un notable hito fueron por ejemplo los grandes elementos de fachada de la *Amercentrale* (1952)

[23] Hoy ya desmantelada.

[24] Todas ellas se enmarcaron en la programación para el periodo 1956-1960 en que las previsiones de nuevas instalación termoeléctrica por el sector privado en Andalucía solo eran de 71 Mw. A tal fin se ordenó al INI el 13 de noviembre de 1954, la contratación y puesta en servicio de las tres centrales mencionadas (INI 1961, pp.40-41).

de los Países Bajos, impresionantes "ladrillos" de hormigón de 9 x 2,25 m. Más modestamente pero con gran interés, piezas prefabricadas especialmente estudiadas se aplicaron también en España en las centrales de Escombreras, próxima a Cartagena (Urrutia y Jaureguizar, 1958), y en la más conocida de Alcudia, esta última realizada por Gas y Electricidad S.A. (GESA) también filial del INI. Con proyecto arquitectónico de Vázquez Molezún e inaugurada en 1957 resume de manera ejemplar las posibilidades de la prefabricación aplicadas a multitud de elementos que en su caso fueron desde vigas a conductos técnicos, pasando por soportes del parque de alta tensión, piezas para la chimenea y naturalmente elementos de fachada. Estas últimas con su especial diseño proporcionaron un patrón de fachada con marcados nervios salientes que dispuestos en horizontal o vertical proporcionaban protección contra los rayos del sol (Sánchez Conde 1960).

Así pues, el umbral de 1960 supuso para España el inicio de una nueva etapa con gran desarrollo industrial y consiguientemente de las fuentes de generación eléctrica. Pero también supuso el fin de un periodo en el que sus más importantes instalaciones se pudieron considerar todavía como edificios y arquitecturas, como obras técnicas y estéticas que las contenían en su práctica totalidad. La evolución siguiente fue liberando sus grandes equipos, que cada vez más han quedado a la vista y se hace más difícil al lego reconocer sus funciones en su cruda desnudez técnica. Por ello se ha estimado que las cuatro centrales que ocupan el núcleo de este trabajo merecían un estudio comparado y que su análisis es necesario para ayudar a poner de relieve su pertenencia a un momento histórico y técnico del que fueron casi sus últimos testimonios. Se construyeron como las novísimas centrales de carbón en España y a la vez han quedado como representantes de las últimas de su propia generación y tipología. Puentes de García Rodríquez está ya desaparecida, junto con su antiguo complejo industrial, pero todavía son importantes las presencias de Puertollano, Escatrón y una bastante mutilada Compostilla. Su estudio aún más profundo y el del conjunto de las otras centrales todavía existentes de la época debe contribuir al mejor esclarecimiento del papel de la energía en ese crucial periodo.

LISTA DE REFERENCIAS

ANES ÁLVAREZ DE CASTRILLÓN Gonzalo; Santiago FERNÁNDEZ PLASENCIA y Juan TEMBURY VILLAREJO (2001): *Endesa en su historia (1944-2000).* Fundación ENDESA, Madrid.

BRAÑA, LANDROVE, TOSTOES (2005): *La Arquitectura de la industria, 1925-1965*. Barcelona, Fundación DOCOMOMO Ibérico.

GARCÍA GARCÍA, Rafael (2012): «Centrales termoeléctricas en los Países Bajos. Tres ejemplos en los años de la reconstrucción». *La fábrica, paradigma de la modernidad. Actas VII Congreso Docomomo Ibérico.* Barcelona, DOCOMO,.

HIDALGO FERNÁNDEZ-CANO, Amalio (1960). «Ensidesa, Edificación industrial. Central térmica». *Informes de la Construcción,* 117, pp. 1322701-1322712.

INI (1948): «La Empresa Nacional de Electricidad». *Instituto Nacional de Industria*. *Revista de Información.* N.3, pp. 1-10.

INI (1948): «Las Centrales Térmicas Móviles». *Instituto Nacional de Industria*. *Revista de Información.* N.6, pp. 1-15.

INI (1949): «Empresa Nacional "Calvo Sotelo". Grupo de Puentes de García Rodríguez». *Instituto Nacional de Industria*. *Revista de Información.* N.9, pp. 1-27.

INI (1950): «La central térmica flotante de Málaga». *Instituto Nacional de Industria*. *Revista de Información.* N.12, pp. 1-7.

INI (1951): «La participación del Instituto Nacional de Industria en la producción nacional de energía eléctrica». *Instituto Nacional de Industria*. *Revista de Información.* N.13. pp. 1-28.

INI (1951): «El abastecimiento de agua y la Central térmica del Centro Industrial de Puertollano, de la Empresa Nacional "Calvo Sotelo"». *Instituto Nacional de Industria*. *Revista de Información.* N.14, pp. 1-20,.

INI (1953): «Empresa Nacional "Calvo Sotelo". Instalaciones del Grupo Ebro». *Instituto Nacional de Industria*. *Revista de Información.* Año 7, N.2, pp. 3-14.

INI (1961): «Aportación del Instituto Nacional de Industria a la producción y transporte de energía eléctrica en la zona andaluza». *in*, N.1.

MARTÍNEZ CATTANEO, A (1949 I). «La central termoeléctrica de Ponferrada. II. Maquinaria y esquemas». *Revista de Obras Públicas*, 2815. pp. 535-548.

MARTÍNEZ CATTANEO, A (1949 II): «La central termoeléctrica de Ponferrada. III. Proyecto del edificio». *Revista de Obras Públicas*, 2816. pp. 578-592.

MARTÍNEZ CATTANEO, A (1950): «La central termoeléctrica de Ponferrada. IV. Construcción del edificio». *Revista de Obras Públicas*, 2817. pp. 36-44.

SÁNCHEZ CONDE, Enrique (1956): «La central térmica de Huelva y el mercado eléctrico español». *Informes de la Construcción*, 81. pp. 3200201-3200214.

SÁNCHEZ CONDE, Enrique (1960): «La central térmica de Alcudia». *Informes de la Construcción*, 121, pp. 3260101-3260110.

SUANCES, Juan Antonio (1951). «Puesta en marcha de las instalaciones de abastecimiento de agua y de la Central térmica del Centro Industrial de Puertollano. Discurso». *Instituto Nacional de Industria*. *Revista de Información.* N.14, pp. 23-26.

URRUTIA, Fernando y Carlos JAUREGUÍZAR (1958): ♫Una pared funcional». *Revista Nacional de Arquitectura* 1958, N. 201 pp. 6-8.

Comunicaciones

Sesión 2

La fuerza del agua

Cristina García Fontán
Camilo Blanco Pampín
Nuria Freire González

Cristina García Fontán, Doctora arquitecta, Profesora del departamento de Proyectos arquitectónicos y urbanismo de la UDC y coordinadora del Master de Arquitectura del Paisaje MAPJV, cgarciaf@udc.es

Camilo Blanco Pampín, Arquitecto, Máster en Arquitectura del Paisaje MAPJV y estudiante de doctorado de la UDC, camilo.blanco@udc.es

Nuria Freire González, Arquitecta, Máster en Arquitectura del Paisaje MAPJV y estudiante de doctorado de la UDC, nuria.freire.gonzalez@udc.es

Febrero de 2016

The Power of Water

ABSTRACT

Lérez River is, from its source in Aciveiro (Forcarei), to its mouth in Pontevedra estuary, a structuring element of the territory. Its meandering orography reveals a very powerful landscape, while the quality of its water has been used for the locals benefit since ancient times.

The dialogue between the riversides and its water become clear as we find royal paths, roman bridges and cereal mills that used to take advantage of the river's strength to develop a self-sufficient economy. Their use lasted until the fifties, coexisting in time with industrialization and, at the beginning of the twentieth century, with the use of the river energy to develop two of the first mini-hydro in Galicia, which used to provide electricity to the cities of Vigo and Pontevedra.

The mini-hydro that provided energy for the entire city of Pontevedra is located in San Xurxo de Sacos, Cotobade, coexisting in the same riverside with four cereal mills, connected to the villages through an old roman path. In the seventies, it fell into disuse, as a new hydroelectric power station was built downstream.

The revitalization of a building of this architectural and heritage value, added to the recuperation of the pipe and water tanks, is an important revaluation of the history of electricity in Pontevedra. It is in fact a real project in which we propose the recuperation of the mini-hydro spaces, keeping its original industrial essence. Although the energy production is no longer suitable in terms of program, the new uses maintain water as the story line.

The recovery of this industrial heritage converges with many cultural and natural values of the environment, leading to a various scales project, including the development of a Landscape Charter between the townships in the two riversides, in order to achieve the protection, management and planning of the "Lérez River meanders" landscape system.

KEY WORDS

Mini-hydro, water, rehabilitation, industrial heritage, territory, landscape.

RESUMEN

El río Lérez es, desde su nacimiento en Aciveiro (Forcarei), hasta su desembocadura en la ría de Pontevedra, un elemento vertebrador del territorio. Con su orografía sinuosa, que se revela en un paisaje de meandros de gran potencia, y la calidad de sus aguas, que desde antaño se ha venido utilizando para provecho de las gentes del lugar;

El diálogo de ambas orillas con el río se pone de manifiesto en caminos reales, en puentes romanos y en molinos de cereal que empleaban ya la fuerza motriz del cauce del Lérez para desarrollar una economía de subsistencia. Su uso se prolonga hasta finales de los años 50, solapándose con la industrialización y el aprovechamiento, a principios del siglo XX, de la energía del río para el desarrollo de dos de las primeras minicentrales hidroeléctricas de Galicia, que abastecían a las ciudades de Vigo y Pontevedra.

La minicentral que generaba electricidad para toda la ciudad de Pontevedra se sitúa en San Xurxo de Sacos, Cotobade, conviviendo en la misma orilla del meandro con cuatro molinos de cereal, conectados con las aldeas cercanas a través de una calzada romana. A las antiguas trazas se superponen nuevas vías de conexión y un canal de abastecimiento que recoge el agua del río en una cota superior, extendiéndose durante cientos de metros con una suave pendiente, para precipitarse violentamente sobre las turbinas de la mini central. En los años 70 cae en desuso ante la aparición de una nueva central aguas abajo.

La revitalización de un edificio de este interés arquitectónico y patrimonial, sumada a la recuperación de parte del canal de captación y depósitos de abastecimiento, constituyen una puesta en valor de la historia de la electricidad en Pontevedra. Se trata de un proyecto real, en el que se plantea la recuperación de los espacios de la mini central manteniendo su carácter de edificio industrial, si bien la producción de energía se sustituye por otros usos, manteniendo el agua como hilo conductor.

La recuperación de este patrimonio industrial confluye con el aprovechamiento de recursos naturales y culturales del entorno, dando lugar a un proyecto a diferentes escalas, que llega a promover la realización de una Carta del Paisaje entre los municipios de ambas orillas, para la protección, gestión y ordenación del sistema paisajístico de los “Meandros do Lérez”.

PALABRAS CLAVE

Mini central, agua, rehabilitación, patrimonio industrial, territorio, paisaje.

RÍO LÉREZ, EL ELEMENTO VERTEBRADOR DEL TERRITORIO

Introducción: patrimonio, etnografía y memoria histórica

Desde el Monte de San Bieito (Serra do Candán), en la parroquia de Acivieiro del municipio pontevedrés de Forcarei, el río Lérez se extiende durante 62km para desembocar en el océano Atlántico formando la ría de Pontevedra, a la altura de la localidad de Poio, tras atravesar las poblaciones de Cerdedo, Campo Lameiro y Cotobade. En su paso por estos dos últimos ayuntamientos, su orografía se vuelve extremamente sinuosa debido a la naturaleza de la topografía escarpada, revelándose en un paisaje de meandros de gran potencia con una sección que varía entre los 15 y 25 metros de cauce.

Este paisaje de meandros ha marcado las pautas históricas de desarrollo de las distintas poblaciones que se han asentado a lo largo de los años en el territorio, dejando huellas que se superponen como un palimpsesto, alimentando la memoria del lugar.

Las elevaciones topográficas ofrecen un punto estratégico para vislumbrar la salida y puesta de sol, o las estrellas en la noche, además de disponer una posición dominante sobre toda la cuenca del río. Desconocemos si éste es o no el motivo de la aparición de un gran número de grabados rupestres sobre las rocas de esta comarca marcada con el topónimo de "Tierra de Montes", pero es sin duda destacable la gran cantidad de agrupaciones de petroglifos que se encuentran en las colinas de Cotobade y Campo Lameiro, a ambas orillas del río. Esta proliferación de grabados arqueológicos llamó ya la atención del escritor e historiador Manuel

Murguía en 1865 (Murgia, 1865: 504-510), haciendo referencia a sus posibles orígenes y significados.

> "No es la comarca denominada de Montes, –en la cual la gran explotación del estaño desde los primeros tiempos del comercio semita en Galicia, puede ser un dato digno de estima para arriesgarse a señalar la época en que dichos signos debieron ser grabados –la única poseedora de esta clase de monumentos. […] En la parroquia de San Jorge de Sacos, y sitio denominado *A Cividade*, (la ciudad) por ser tradición de que allí hubo una antiquísima, se halla una roca cuyos signos […] son más complicados y regulares que los que conocemos de la Bretaña, aunque por desgracia igualmente inteligibles."

A medida que descendemos, abandonando los numerosos petroglifos y castros que pueblan las cotas superiores de los montes, la historia ha ido añadiendo otras capas al paisaje consiguiendo conectar ambas orillas del río y hacer aún más evidente la relación entre ellas. Una calzada real empedrada nos lleva a un puente de origen romano que cruza el Lérez en el lugar de Fontán, continuando por sendas que aún a día de hoy son recorridas por rutas senderistas.

La estrecha relación de las poblaciones con el río vuelve a hacerse evidente con la aparición de cuatro molinos de cereal, que empleaban la fuerza motriz del cauce para desarrollar una economía de subsistencia. Un quinto molino se sitúa en uno de los cursos de agua cercanos que vierte al Lérez, estableciéndose actualmente una ruta senderista que conecta estas arquitecturas del agua con otros elementos de carácter etnográfico como la "carballeira" (robledal) de la capilla de San Xusto, o el núcleo de O Outeiro, que cuenta con una agrupación inusualmente extensa de hórreos, elementos propios de la arquitectura popular gallega.

Es importante mencionar, además de la gran cantidad de elementos culturales y patrimoniales que conviven en la cuenca de los "Meandros do Lérez", el alto valor ecológico de este territorio. El ayuntamiento de Cotobade en concreto, se encuentra entre dos lugares catalogados como LIC (lugar de interés comunitario) en la Red Natura 2000 (Red Natura 2000). Uno de ellos, al norte, es el propio río Lérez, debido en parte a la riqueza de su vegetación de ribera y otras especies autóctonas como el roble o el castaño. El otro LIC, situado al sur, se trata de la Serra de Cando, agrupación montañosa que ha sido, desde tiempos antiguos, fuente de inspiración para historias populares y leyendas. El escritor y etnógrafo Carlos Solla, que lleva años trabajando en la recuperación de dicha sierra, ha impulsado una ruta senderista por la "Montaña Máxica", pasando por el Monte do Seixo, donde podremos encontrar la "peneda do embigo do becho", piedra que obstruye la guarida de un dragón adormecido. Además de referencias a este mítico morador, la narración de Solla "Os dragóns

da terra do Medio" (Solla), vuelve a hacer hincapié en la proliferación de elementos castrenses y arqueológicos que marcan las orillas del Lérez como un punto de peregrinación para muchos entusiastas de los petroglifos. Para facilitar su comprensión, se ha traducido el siguiente fragmento:

> "La región de Montes se conocía antiguamente con el nombre latino de montes "Metae" (los montes de la Meta), siendo "Meta", la denominación de una montaña cónica y preeminente que, al lado del río Lérez, establecía la frontera entre la Galicia (Keltia) del norte y del sur. […] En las fértiles laderas de la Meta, la Tierra del Medio, se esparcían los castros de las tribus metacias, los celtas de la marca."

En definitiva, el entorno del río Lérez, a la altura de los ayuntamientos de Cotobade y Campo Lameiro, es un lugar de gran riqueza cultural en el que se superponen hitos de distintos períodos históricos que, debidamente conectados, tienen el potencial de generar una serie de rutas de gran interés para la economía turística del lugar. Para referenciar correctamente todos estos elementos a una localización geográfica, se ha elaborado un mapa que recoge buena parte de los mismos, tanto los de carácter material como inmaterial (figura 1). Sirva esto para enmarcar el ámbito que nos ocupa, teniendo una idea global de los condicionantes paisajísticos y estructurales que se procederán a analizar.

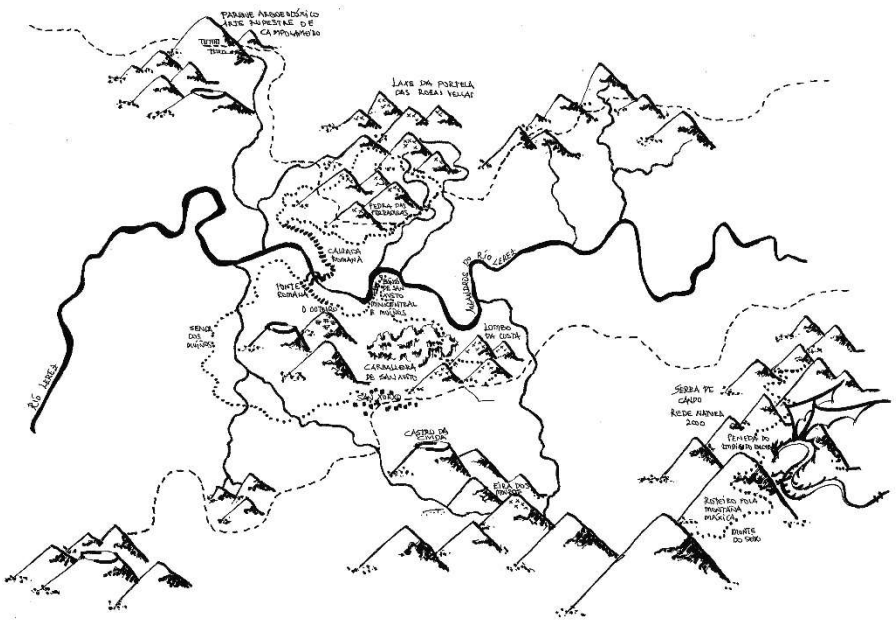


Figura 1. Mapa paisajístico de elementos patrimoniales, naturales y etnográficos. Meandros do Lérez.

Valores patrimoniales

Arquitecturas del agua: Molinos y canales

Este ámbito del río cuenta con una serie de molinos de gran valor patrimonial y etnográfico, que están recogidos en el libro "Muíños de río das terras de Pontevedra" (Barros, 2005) de Ramiro Barros Justo (Diputación de Pontevedra 2005) y que se presentan como un punto a recuperar de gran interés (figura 2).

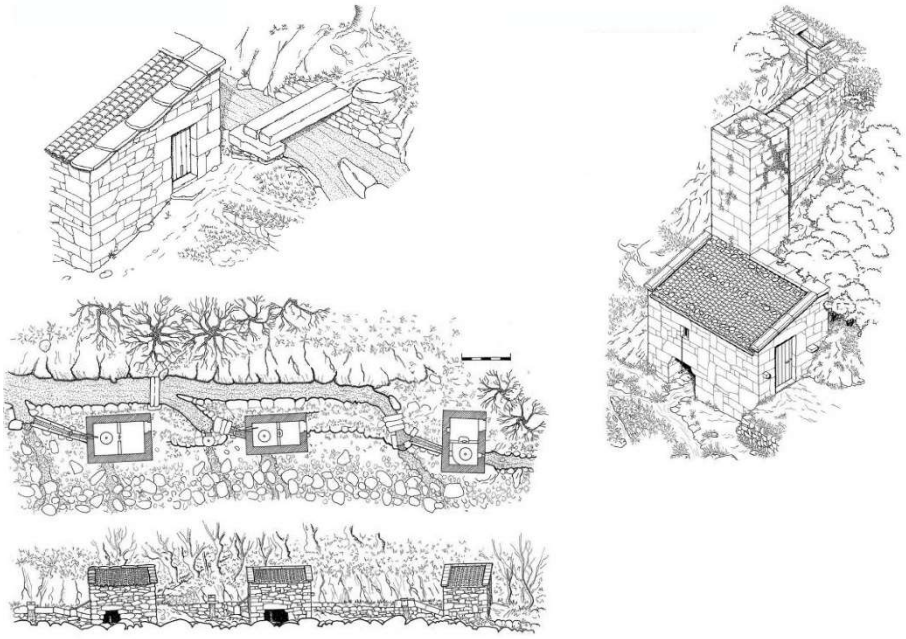


Figura 2. Dibujos de los Molinos de San Xurxo de Sacos, por R. Barros Justo.

Conjunto formado por cuatro molinos, con sus correspondientes canales de captación del agua, conocidos por los nombres de Muíño Novo, Muíño de Riba, Muíño do Medio, Muíño Torto. La recuperación de estas arquitecturas del agua es necesaria y urgente ya que su degradación en los últimos años provocó varios derrumbes y el riesgo de que se pierdan para siempre.

Sendas y puentes históricos

Es necesario plantear una recuperación de los caminos históricos actualmente en desuso, que complementan las actuales rutas de senderismo por el Puente romano-medieval (Ponte nova) y la calzada empedrada de Fentáns que se dirige, una vez atravesado el río Lérez, hacia la ermita de San Xuto.

Existen restos de un puente localizados a unos 45 metros aguas abajo de la Ponte Nova, probablemente perteneciente a la época medieval. Se puede observar en el margen derecho del río un muro de más de 3 metros

de alto construido con grandes bloques de piedra apenas trabajados y que conserva el basamento del pilar del puente formado, por lo menos, 3 hiladas de sillares. En el medio del río se localizan rocas de diferentes tipos de rebajes, entre los que se encuentran dos hileras de tres y cuatro agujeros de forma rectangular, probablemente utilizados para algún tipo de poste.

Petroglifos y Castros
Toda esta zona está rodeada de una gran cantidad de yacimientos rupestres en los dos márgenes río. Constituye uno de los valores más importantes del entorno.

Los principales conjuntos son: o Lombo da Costa, a Eira dos Mouros e o Castro da Cividá, a Pedra das Ferraduras e a Laxe da Portela das Rozas Vellas.

Arquitecturas populares
Además de la Ermita de San Xusto, hay una serie de arquitecturas populares catalogadas como elementos de interés patrimonial, que se proceden a enumerar: Casa de Espinosa en Outeiro, Casa de Teresa do Río en Barbeitos, Casa rectoral de Sacos e Pazo de Bermúdez de Castro en Barbeitos.

Por otro lado, el lugar de O Outeiro cuenta aún con muchos elementos de gran valor patrimonial y etnográfico como es un conjunto de siete hórreos que conforman un enclave único. Además a parroquia de San Xurxo de Sacos conta con una importante colección de arquitectura civil, casas grandes, pazos, torres, etc.

Valores ambientales

Carballeira (robleda) de San Xusto
De gran extensión en superficie y gran densidad de robles, la mayoría de ellos ya centenarios. El ámbito sirve fundamentalmente como espacio de ocio para las romerías y celebración de los días de fiesta.

Ecosistemas de ribera del río Lérez
En el espacio más próximo al río aparecen ejemplares propios del bosque de ribera gallego, siendo estas formaciones vegetales de gran valor ecológico. En el estrato arbóreo la especie con más ejemplares es el *Alnus glutinosa*, acompañado por varios *Corylus avellana* y algunos *Fraxinus excelsior*. También aparecen, aunque en menor cantidad, ejemplares de *Salix atrocinerea* y *Laurus nobilis* en las inmediaciones de las ruinas de los molinos. En el estrato herbáceo se encuentran helechos y musgos. La conservación de dicha vegetación de ribera se considera de máxima prioridad.

Sotos y bosques autóctonos
Allí donde la ladera se aleja del río, la vegetación da paso a robles (*Quercus robur*) y castaños (*Castanea sativa*), formando sotos y robledales. Estas formaciones autóctonas tienen gran importancia ecológica y ambiental, por lo que su conservación se considera fundamental.

Otras formaciones vegetales de interés
En las inmediaciones de los Baños de San Xusto existe una agrupación de 7 ejemplares de *Platanus x hispanica.* Pese a no ser una especie autóctona, este conjunto es importante debido a su porte y antigüedad, estando ya presente en el "Vuelo Americano" de 1956. Se considera de máxima prioridad su conservación.

MINICENTRAL HIDROELÉCTRICA Y EL BAÑO DE SAN XUSTO

De la pequeña economía rural a la industrialización: sinergias

La superposición de sustratos históricos que dan forma al territorio de las orillas del Lérez toma una nueva dimensión a finales de los años 1850, con la aparición de la industrialización en Galicia, que superpondrá todo un nuevo orden de capas a las ya existentes.

A orillas del río aparecerán dos de las primeras minicentrales hidroeléctricas de Galicia, para abastecer a las ciudades de Vigo y Pontevedra. La implantación de estas piezas industriales en el entorno rural produce un impacto en el territorio que va más allá del edificio en cuestión. Se generan unas sinergias en el lugar, en las comunicaciones y la convivencia de las familias de trabajadores, que arraigan en los núcleos existentes.

La minicentral que generaba electricidad para toda la ciudad de Pontevedra se sitúa en San Xurxo de Sacos, Cotobade. La actividad de los pequeños molinos de cereal dejará de ser la única en emplear la fuerza del agua y pasará a coexistir durante algunos años con una entidad mayor, que se instalará a pocos pasos de los mismos, desviando las aguas del río para su utilización en la producción de una nueva forma de energía: la electricidad (Miras, Martínez, 2012: 8).

> "Por su parte, en Vigo la pervivencia del gas fue relativamente efímera. […] Y es que a mediados de los años noventa la decisión de sustituir el alumbrado a gas por el eléctrico estaba ya suficientemente madurada en el Ayuntamiento. A finales de 1896, la misma empresa suministradora de gas inauguraba una fábrica para la producción de energía eléctrica, dando inicio al alumbrado eléctrico en la ciudad. Poco tiempo más tarde, la

> compañía solicitó el aprovechamiento de un salto de agua en el río Lérez, que sería inaugurado en 1905."

A las antiguas trazas se superponen nuevas vías de conexión y un canal de abastecimiento que recoge el agua del río en una cota superior, extendiéndose durante cientos de metros con una suave pendiente, para precipitarse violentamente sobre las turbinas de la minicentral.

En los años 70 cae en desuso ante la aparición de una nueva central aguas abajo, llegando al estado de ruina en el que se encuentra actualmente. Se conserva buena parte de la estructura de la edificación, exceptuando la cubierta, pudiendo ser utilizada para albergar nuevos usos. Además del edificio es posible recuperar parte del canal de abastecimiento, la captación y los depósitos que abastecían la minicentral, constituyendo así una recuperación de la historia de la electricidad en Pontevedra (figura 3).

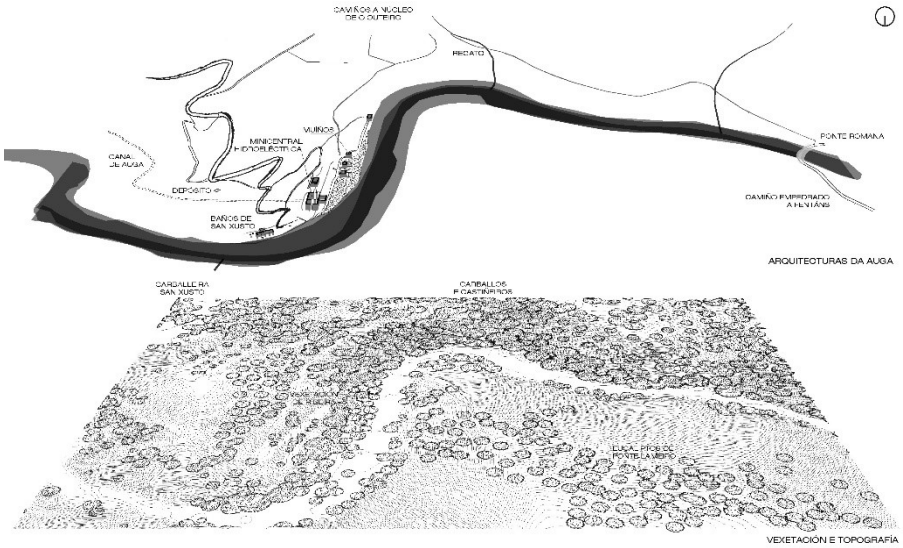


Figura 3. Esquema de minicentral hidroeléctrica y demás elementos del entorno.

La recuperación de los espacios de la minicentral busca mantener su carácter de edificio industrial, si bien la producción de energía debe ser sustituida por otros usos, manteniendo el agua como hilo conductor. La fuerza del Lérez deja paso a la sutileza de las aguas sulfuro-fluoradas que manan de distintos puntos de la ladera donde se asienta la minicentral (Fortes, 2015: 30-34).

> "Conviene tener en cuenta que estas décadas que encuadran el cambio de siglo están marcadas por la proliferación de balnearios de aguas termales (Cuntis, Mondariz, Caldas, Pontecaldelas, Lérez o A Toza) y por las casas de aguas de mar en todo el litoral. No deben sorprendernos, por consiguiente, los esfuerzos del ayuntamiento por situarse en el mapa de

aguas minero-medicinales, poniendo en valor unos manantiales que brotaban al pie del Lérez, en San Xusto. […] Según el citado autor [Taboada Leal], había sido el cura de San Xurxo, García Senra, quien mandó construir las primeras pilas de estos baños, cuyos visitantes anuales no bajaban de las 400 personas. Aunque se hacen diversas mejoras en los manantiales en el siglo XIX (como pilas y casetas separadas para hombres y mujeres en 1896), será a comienzos del siglo XX (1902 y 1903), con la eclosión del turismo termal, cuando el ayuntamiento oriente sus esfuerzos a modernizar las instalaciones, convirtiendo San Xusto en un auténtico balneario. En 1904 empieza a funcionar oficialmente como balneario."

Figura 5. Fotografía de principios del siglo XX de la antigua casa de baños de San Xusto, extraída de la exposición de Fotografías Históricas realizada en Cotobade en Mayo de 2014.

Estas aguas, aún hoy en día recomendadas por los médicos por sus propiedades terapéuticas "según los médicos eran beneficiosas para la piel, el hígado y el estómago" (X. Fortes, 2015), fueron utilizadas tradicionalmente (figura 4), teniendo su auge aproximadamente en la misma época que la minicentral (Ricoi, 2005: 100).

"Las primeras pilas para tomar el baño fueros hechas en el siglo XIX […] y a primeros del siglo XX, cuando se construyó a su lado la central hidroeléctrica, se modernizaran un poco las instalaciones, explotándolas

el ayuntamiento de Cotobade de una forma bastante racional que proporcionaba a las gentes de los lugares de Outeiro y Cernadela unos buenos ingresos, al darle posada a los cientos de forasteros que venían a los baños. Esta situación duró hasta la Guerra Civil del siglo pasado, en la que la medicina oficial – incomprensiblemente- dejó de lado la Hidroterapia."

OBSOLESCENCIA Y NUEVOS USOS

Teniendo en cuenta todo lo anteriormente expuesto, se llega a la conclusión de que en el entorno de los Meandros do Lérez se dan las casuísticas para impulsar un "Pacto pola Paisaxe" (figura contenida en la Lei 7/ 2008[1], equivalente a las Cartas del Paisaje francesas o catalanas), en el que se establezcan unos acuerdos entre los agentes implicados para la protección, gestión y ordenación de los recursos del territorio.

Pacto por el paisaje (Carta del paisaje)

El pacto por el paisaje es un instrumento voluntario de participación, concertación y mediación entre los agentes públicos y privados, enfocado a adquirir compromisos explícitos a favor del paisaje. Estos compromisos reconocerán el carácter patrimonial como bien público que contribuye a dinamizar el desarrollo económico y cultural del territorio. Los agentes implicados serán, entre otros, las administraciones locales, asociaciones empresariales de los distintos sectores, organizaciones y entidades dedicadas a la custodia y defensa del territorio, asociaciones culturales, etc. Se determinará un líder del proyecto entre los agentes implicados, que impulsará la firma y se responsabilizará del seguimiento y desenvolvimiento de las medidas pactadas.

Los requisitos a contener en el pacto serán los siguientes:

I. Diagnóstico (DAFO).

II. Mediación. Determinación de objetivos de calidad paisajística y elaboración de estrategias.

III. Programa de gestión específico.

III. Firma del Pacto. Compromiso ético de las partes.

[1] Lei 7/2008, de 7 de Julio de protección del paisaje de Galicia.

Rehabilitación de la minicentral eléctrica y el baño de San Xusto

Uno de los proyectos piloto en la redacción del "Pacto pola Paisaxe" es la rehabilitación de la Minicentral Hidroeléctrica y la recuperación de los baños de San Xusto. La estrategia de rehabilitación puede condensarse en tres ejes principales de actuación:

Relación con el entorno
La actuación en el edificio responde al análisis del lugar desde una escala territorial, a la puesta en valor de los diversos tipos de patrimonio existentes y a la conexión entre ellos. La ruina de la minicentral es actualmente el único punto que permite el paso entre la antigua zona de balneario y los viejos molinos de cereal. Así pues, la intervención pretende poner en valor ese "pasaje" a través de la ruina, conectando las diversas intervenciones de paisaje en los alrededores, y organizando el funcionamiento del edifico. De esta manera la minicentral funciona como una charnela que articula los recorridos públicos, formando parte activa de las dinámicas del lugar.

Programa flexible
Es fundamental poner en valor la riqueza de las aguas sulfuro-fluoradas, interrelacionando a su vez el programa de baños con un uso cultural del edificio por parte de vecinos y visitantes. Las zonas de la minicentral volcadas hacia el río se dedican al empleo de las aguas medicinales. En las estancias próximas al talud se ubican los espacios sirvientes (vestuarios, aseos, comunicaciones verticales) quedando la planta superior como una sala diáfana apta para usos culturales, talleres, etc., en conexión con una terraza transitable que se abre al río.

El "pasaje" permite una distribución tal que el edificio pueda ser utilizado total o parcialmente según las necesidades de cada momento y época del año. Un ejemplo de ello es la sala diáfana, que puede funcionar como espacio de realización de talleres sin interferir en el funcionamiento de la zona de baños. De la misma manera los vestuarios y aseos pueden dar servicio a las instalaciones exteriores independientemente de la apertura de las demás estancias de la mini-central. El "pasaje" funciona además como un espacio con interés propio, que puede funcionar en épocas en las que la zona de baños se encuentre sin actividad (debido a la estacionalidad del uso, gestión, etc.) Este paso permite atravesar el edificio reconociendo diversos elementos de la arquitectura industrial (estructura, acabados interiores) y además funciona como un espacio-expositor donde se contarán los elementos más destacables del entorno, así como un recorrido por la historia de la minicentral, exposición de elementos que puedan ser encontrados durante la rehabilitación, etc.

Tratamiento de las preexistencias

Desde un primer momento la tipología de mini-central se percibió de forma tan particular como sugerente a la hora de implantar nuevos usos. Los elementos estructurales definen el punto de partida de la intervención, sin sufrir modificaciones y tomando un papel protagonista en los nuevos espacios (figura 5). En este sentido destaca la conservación de un elemento del edificio original: una compleja viga metálica formada por perfiles triangulados. Es el único elemento estructural, sin ser pétreo o de hormigón, que ha resistido el paso del tiempo en su estado de abandono. Otra parte a destacar es, en la planta bajo rasante, los diferentes arcos de evacuación de aguas de las antiguas turbinas, que van a dar directamente al río. Se aprovecha el programa de baños para acondicionar esa parte del edificio, de doble altura, como una zona húmeda donde chorros de agua minero-medicinal surgen de la pared para salir del edificio por los arcos fluyendo hasta el río. El carácter de la ruina, su materialidad, las visiones parciales del río y vegetación del entorno, la entrada de luz por la parte superior… todos estos elementos ya de por sí presentes configuran un espacio con cierto carácter "dramático" o de "espiritualidad" que armonizan con un programa que busca el reposo, la contemplación, la tranquilidad. Se ha trabajado el concepto de baño de una manera que busca primar la experiencia del usuario en relación al espacio que le rodea, siguiendo la filosofía del arquitecto Leonard Koren (Koren, 2004).

> "Así pues, ¿cómo definir el entorno de un buen baño? Es, simplemente (o de hecho, no tan simplemente) un lugar que me ayuda a concentrarme en mi propia esencia. Un lugar que despierta mi naturaleza intrínsecamente terrenal, sensual y reverentemente pagana. Un lugar tranquilo donde disfrutar de uno de los más delicados regalos de la vida en un entorno elemental. Un lugar profundamente personal, incluso cuando se comparte con otras personas."

Para los paramentos interiores se ha optado por una estrategia de respeto por las preexistencias que tiene relación, obviamente en escalas y medios mucho más modestos, con el proyecto de David Chipperfield para el Neues Museum en Berlín (2009)[2]. Se ha realizado un levantamiento de los alzados interiores del estado actual (ruina), y se ha trabajado con esa base para la configuración de los nuevos espacios. Se conservan todos los elementos existentes relacionados con la arquitectura industrial eléctrica, así como acabados parcialmente conservados tales como azulejos y molduras. A la hora de plantear el pavimento, las perforaciones existentes que conectan la planta baja y el

[2] http://www.davidchipperfield.co.uk/project/neues_museum

sótano (salida de aguas y maquinaria) se resolverán mediante el empleo de un suelo de vidrio o trama metálica, de forma que se evidencie su función pasada.

Figura 6. Imágenes del estado actual de la minicentral hidroeléctrica de San Xurxo de Sacos, Cotobade.

CONCLUSIONES

El presente documento hace referencia a un trabajo que comprende diversas escalas de actuación. Con la rehabilitación de la minicentral como germen del proyecto, se hace una lectura y análisis de los elementos del entorno a la escala de la unidad de paisaje de la cuenca del Lérez, planteando nuevas conectividades o recuperando otras perdidas, y poniendo en valor ciertos elementos otrora importantes para el municipio.

La recuperación de este patrimonio industrial confluye con el aprovechamiento de los recursos naturales y culturales del entorno, dando lugar a un proyecto que aborda la protección, gestión y ordenación del sistema paisajístico de los "Meandros do Lérez".

LISTA DE REFERENCIAS

MURGUÍA, M., «Historia de Galicia», *Imprenta de Soto Freire Editor,* Tomo Segundo, pp. 504-510, 1865

RED NATURA 2000. http://www.magrama.gob.es/es/biodiversidad/temas/espacios-protegidos/red-natura-2000/lic_galicia.aspx

SOLLA, C., Os dragóns da terra do Medio (Cerdedo).
http://www.galiciaencantada.com/lenda.asp?cat=1&id=2528

BARROS JUSTO, R., Muíños de río das terras de Pontevedra, *Diputación de Pontevedra*, 2005

MIRÁS ARAUJO, J. y MARTÍNEZ LÓPEZ, A., La transición energética en las ciudades de Galicia. Del gas a la electricidad, 1850-1936, Universidad de Barcelona, *Facultad de Geografía e Historia*, p. 8, Ene. 2012.
FORTES, X., Terra de Cotobade, *Guiverny*, pp. 30-34, 2015.

RICOI COVAS,P., Que formoso era o meu vale, *Análise*, nº35, p. 100, 2005

LEI 7/2008, de 7 de Julio de protección del paisaje de Galicia

KOREN, L., Desdiseñando el baño, *Sd. Ediciones*, 2004.

DAVID CHIPPERFIELD ARCHITECTS – NEUES MUSEUM.
http://www.davidchipperfield.co.uk/project/neues_museum

Gasómetros: Una obsolescencia programada

Cristina Tartás

Cristina Tartás Ruiz, arquitecta, Programa de Doctorado Teoría y Práctica del Proyecto del Departamento de Proyectos Arquitectónicos de la Etsa Madrid, UPM.

Correo: cristina.tartas@gmail.com

Febrero de 2016

Gasometers: A planned obsolescence

ABSTRACT

Since the dawn of industrialization, cities have needed storage space for liquid fuels: cylindrical or spherical tanks (but always in circular geometry that solves and minimizes internal pressures), these large over ground containers, made with very different technologies (brick, metal structures, container-based monocoque lightweight materials ...) were located on the periphery of cities, to supply the energy demands of their homes or industries.

Today, the cities large development and the optimization of the fuel & gas distribution networks have rendered obsolete many of these containers. Moreover, cities have experienced an unprecedented growth in the history, largely over passing the limits of the old industrial cities and causing old containers to lose their peripheral status, achieving a new urban location, more complex and diffuse. Their acquired obsolescence, along with exposure to speculative pressures in an ever increasing soil value, have led to the disappearance of many of these facilities. However, quite often their scale, their presence, their iconic value associated with a particular landscape and memory, have prompted movements around their conservation and recovery for new uses.

This paper proposes a tour on a selection of intervention actions and adaptations for new uses of old containers for energy, from their empowerment as iconic element (Actions in Rome's Gasometer for the "Notte Bianca" or White night), recovery for Cultural spaces (deposits of West-Bund in Shanghai, space "El Tanque" in Tenerife), up to operations as ambitious as the well-known project for the recovery of Vienna gasometers for residential spaces and cultural facilities.

KEY WORDS

Gasholder, Deposit, Gasometer, recovery.

RESUMEN

Desde los albores de la industrialización, las ciudades han necesitado de espacios de almacenamiento de combustibles líquidos: depósitos de forma cilíndrica o esférica (pero siempre de planta circular, una geometría que resuelve y minimiza empujes internos). Estos grandes contenedores de superficie, realizados con muy diversas tecnologías (ladrillo, estructuras metálicas, contenedores monocasco, a base de materiales ligeros, etc.), se situaban en la periferia de las ciudades, para mantener las demandas energéticas de sus hogares o industrias.

Hoy día, el mayor desarrollo de las ciudades y la optimización de las redes de distribución ha dejado obsoletos muchos de estos contenedores. Por otra parte, las ciudades han experimentado un crecimiento sin parangón en la historia, desbordando ampliamente los límites de las antiguas ciudades industriales y haciendo que estos contenedores pierdan su condición periférica para formar parte de una nueva centralidad, más compleja y difusa. Su adquirida obsolescencia, junto a su exposición a presiones especulativas de un suelo en valor creciente, han llevado a la desaparición de muchas de estas instalaciones. Sin embargo, a menudo su escala, su presencia, su valor icónico asociado a un paisaje y una memoria determinada, han provocado movimientos en torno a su conservación y recuperación para nuevos usos.

Esta comunicación propone un recorrido por un conjunto de actuaciones de intervención y adaptación para nuevos usos de estos antiguos contenedores de energía, desde su potenciación como elemento icónico (Actuación en Notte Bianca del gasómetro de Roma), su recuperación para espacios de equipamiento cultural (depósitos del West-Bund en Shanghai, espacio El Tanque en Tenerife) hasta operaciones tan ambiciosas como el celebrado proyecto de recuperación de los gasómetros de Viena para espacios residencial y equipamiento cultural.

PALABRAS CLAVE

Tanque, depósito, Gasómetro, recuperación.

INTRODUCCIÓN: GASÓMETROS

Los gasómetros son depósitos de gas destinados a almacenar esta fuente de energía, utilizada en la iluminación de las ciudades hasta la llegada de la electricidad y para el consumo de los hogares. En muchos casos estaban vinculados a una fábrica de carbón, que producía el llamado gas ciudad, y en otros, eran simples almacenes de esta energía para su uso y distribución en áreas industriales.

Sus estructuras son de volumen medio o grande, cuyo impacto visual en el paisaje urbano nunca pasaba desapercibido. Su estrecha relación con el más reciente pasado industrial los ha convertido en los símbolos de una época: la Revolución Industrial cuya fuente de energía específica fue el carbón.

La obsolescencia del carbón como materia prima, ha convertido también a estas piezas en elementos superfluos, pero contrariamente a tantas otras, su memoria ha demostrado ser extraordinariamente importante y un factor sobre el que vale la pena detenerse, para entender el interés que suscitan.

Pero antes vamos a hacer un breve repaso por su larga historia, su tipología y los ejemplos más conocidos.

Para empezar, el término gasómetro no es exacto, porque su función no es medir sino almacenar el gas. Sin embargo, es un término que se hizo popular desde el principio y que ha venido usándose sin interrupción, en casi todas las lenguas, excepto en inglés, donde en la actualidad se denominan *gasholder*, a pesar del que el término *gasometer*, fue el que utilizó William Murdoch,[1] el inventor de la iluminación por gas a principios del siglo XVIII.

[1] William Murdoch (1754-1839), ingeniero escocés e inventor de importantes mejoras para máquinas de vapor aplicadas a la locomoción, la navegación y la

PASADO: EMBLEMAS DE LA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL

La historia de los gasómetros abarca más de 200 años. Uno de los primeros gasómetros fue el realizado en Londres en 1807 para iluminar el Puente o Torre de Londres. Los últimos gasómetros se han venido usando hasta 1980. Esta tecnología tuvo en Inglaterra un desarrollo importantísimo pasando de este país al resto de Europa, y con la red colonial, a América, Asia y a Australia.

La iluminación por gas fue un factor de desarrollo fundamental en las ciudades del XIX: la noche se convirtió en día y la vida nocturna marcó la diferencia entre las ciudades importantes –metrópolis como Londres o París- y el resto. El éxito social por este nuevo avance se explica por ejemplo en español, por el uso del término "luz", (frente al más técnico de iluminación) que muestra la fascinación por el nuevo invento.

Además, la "luz" comportaba un factor económico clave: permitir el trabajo constante de las fábricas que no tenían ya que detenerse. La producción sin fin. El gas fue la fuente de energía que posibilitó el nuevo ciclo económico.

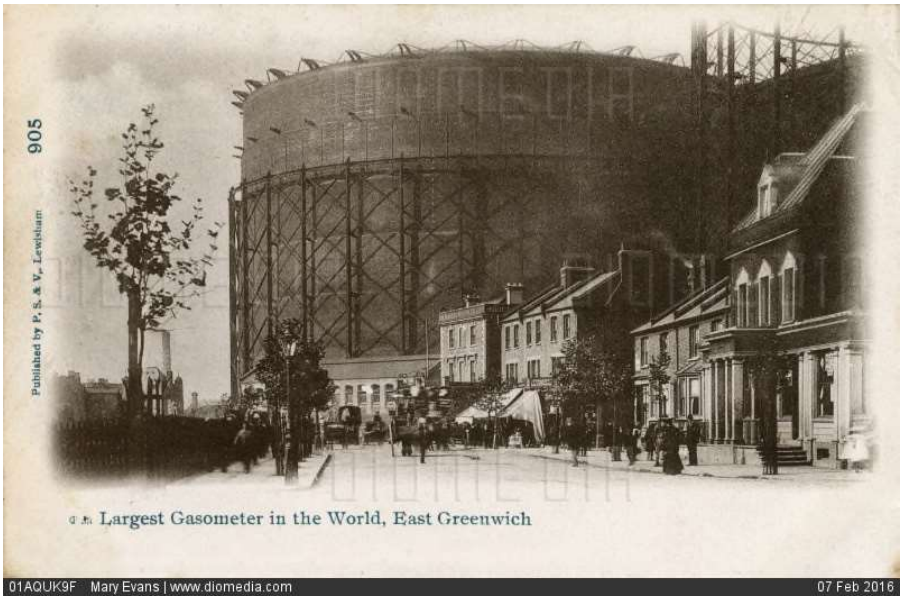


Figura 1. Gasómetro de East Greenwich 1886.

En esta larga historia la tipología de los gasómetros ha ido cambiando y adaptándose a nuevos materiales y técnicas, manteniendo sin embargo las formas cilíndricas y redondeadas y el acero como material básico. Su funcionamiento es sencillo: el gas se almacena a temperatura y presión

industria. También inventó el sistema de mensajes neumático y la iluminación por gas en 1790.

ambientales, en un contenedor que alberga de media 50.000 m3 y cuyo diámetro puede rondar hasta los 60 metros. Estas dimensiones indican una envergadura considerable: un edificio de 5-6 plantas como mínimo[2].

Los primeros gasómetros eran tanques rígidos: edificios de ladrillo, cilíndricos y con cubiertas circulares, en muchos casos junto a las fábricas de carbón que proporcionaban el llamado *gas ciudad*.

Pero enseguida, hacia mediados del XIX, aparecieron los gasómetros telescópicos. La idea de estos gasómetros es vincular la forma del depósito al funcionamiento del gas: por el día la producción del gas genera un gran volumen que por la noche se va reduciendo por el consumo de luz y calefacción de los hogares. Estos gasómetros son de agua que trabaja como material sellante: se llena o vacía un estanque o salida, sobre el que bascula (sube y baja) el depósito del gas. El movimiento del depósito permite controlar la presión en la red y es un método eficaz y sencillo para almacenarlo.

En este tipo telescópico de agua hay dos variantes: el de paredes telescópicas y el de guías helicoidales móviles. La variante de paredes telescópicas precisa de una estructura exterior fija sobre la que se colocan las guías que posibilitan el movimiento del depósito. Esta estructura casi siempre circular y metálica, junto con la aparición o desaparición del volumen según las horas del día, son los dos factores que más han contribuido a la memoria de los gasómetros. Todas las personas en la actualidad comprometidas con su conservación, mencionan, por una parte, el hito en el paisaje: la presencia de un elemento que identifica un área y le da escala, pero por otra, particularmente, esa presencia enigmática que aparece y desaparece marcándolas horas del día y las estaciones, asimilando esta pieza industrial a nuestro propio cuerpo como la respiración de nuestras ciudades, la energía que les da vida.

Los gasómetros telescópicos de agua se han venido construyendo hasta 1980, pero también han sido importantes los gasómetros secos, conocidos como gasómetros de Wiggins o de pistón. En éstos, la estructura y el depósito son uno, y una tapa o disco se encarga de subir o bajar dentro del depósito para controlar la presión del gas. El sistema es de un pistón hidráulico. Se componen de una base en hormigón y un tanque. El sellado del volumen cambiante se confía a una membrana flexible que se despliega según las diferentes posiciones.

Los gasómetros se han extinguido al desaparecer no el gas, sino la tecnología del carbón. El gas natural utilizado en la actualidad, no se produce,

[2] Johnson D. *Gasometers: a brief story*, The Telegraph 26 Nov. 2013.

sino que se conduce desde el yacimiento hasta nuestras ciudades por medio de redes cuyo control se basa en una tecnología distinta (redes, bombas, compuertas), un sistema que utiliza las diferencias de presión y otros recursos, pero que hace inútil almacenar el gas, que está siempre circulando, como por otra parte sucede con las redes eléctricas.

El motivo principal de la desaparición de estas singulares piezas es pues el cambio de la fuente de energía, que durante casi dos siglos fue el carbón, pero que en apenas 50 años se ha abandonado para diversificarse en torno a nuevas materias primas: gas natural, petróleo, etc.

No obstante, por su larga trayectoria y por su reconocimiento como parte del paisaje urbano, los gasómetros se han convertido en objetos amables y su silueta apreciada como hito urbano. Su escala –normalmente grande- y su posición central en las antiguas zonas industriales de las ciudades (hoy absorbidas por las megaurbes), los ha hecho también objeto del deseo de los nuevos desarrollos urbanos, y por tanto vulnerables.

Por esta razón y por el aprecio social del que siempre han gozado, en torno a estas piezas se ha generado un importante debate urbano y patrimonial que pasamos a analizar.

PRESENTE: OBSOLESCENCIA NO PROGRAMADA

El cambio de gas ciudad a gas natural, junto a las características de las nuevas redes ha hecho innecesarios y obsoletos la mayor parte de los depósitos contenedores de gas. Los nuevos materiales y sistemas de regulación y control de la presión, junto a la escala de los trazados de las infraestructuras gasísticas (cuyas redes y conexiones sobrepasan los límites geográficos de muchos países desarrollados), permiten almacenar gas suficiente en su recorrido y atender las puntas de consumo para la mayor parte de las necesidades energéticas. Los –pocos- depósitos necesarios se sitúan bajo tierra, en cápsulas -cilindros rematados por semiesferas- a presión, o en depósitos donde el gas está licuado.

Los antiguos depósitos de gas han devenido obsoletos. En América y Australia -países más vinculados al recurso del petróleo, y en los que su presencia era más escasa— hace tiempo que se procedió al desmontaje de su mayor parte. En Europa, donde históricamente se concentran los más numerosos, la presión del mercado de suelo ha llevado a la destrucción planificada de muchos de ellos.

La reacción no se ha hecho esperar. En el Reino Unido, país que los vio nacer,[3] se han movilizado las sociedades vinculadas al patrimonio

[3] Ram Ed, *Will the UK's gas holders be missed?,* BBC Magazine Febrero 2015.

industrial (TICCIH) y la memoria histórica para su salvaguarda y recuperación, especialmente tras los recientes planes del National Grid, la poderosa empresa energética británica, que en 2013 anunciaba el desmontaje de 76 gasómetros en Inglaterra, además de otros 111 en Gales, Escocia e Irlanda del Norte. Christopher Costelloe, director de la Victorian Society,[4] lideró un llamamiento para su protección: "Los gasómetros, debido a su tamaño y estructura, no pueden sino ser hitos en el paisaje".[5] Es así mismo en el Reino Unido donde el debate ha llegado a los medios generalistas, prensa y TV, y donde, gracias al activismo de sus defensores, muchos gasómetros han recibido la declaración de edificios protegidos (Listed buildings).[6]

En Europa la situación es muy diversa, la suerte y consideración legal que tienen los gasómetros existentes corre pareja a la del resto de los elementos del Patrimonio Industrial en general. En el caso, España es aún más diferente, por estar las competencias de su protección repartidas en las diversas comunidades autónomas, en alguna de las cuales no existe siquiera la denominación de "Patrimonio Industrial".

Los ejemplos más relevantes para el futuro pasan por la consideración de algunas propuestas de recuperación, con soluciones que integran estos contenedores en el paisaje o en la ciudad y que han demostrado la capacidad de adaptación de estas infraestructuras.

FUTURO: UNA RECUPERACIÓN PROBLEMÁTICA PERO NECESARIA

Las fórmulas para la recuperación y puesta en uso de los gasómetros obsoletos son muy variadas y dependen del propio elemento (escala, situación, estado de conservación) pero también, en muchos casos de la participación ciudadana, es decir de la movilización de grupos que velan por su memoria.

Uno de los casos más célebres es el de los Gasómetros de Viena, los más grandes de Europa: 70 metros de altura, 60 de diámetro con un volumen de 90.000 m3. Las cuatro megaestructuras de ladrillo, construidas entre 1896-1899, son parte del perfil de la ciudad: su memoria no ha estado

[4] La Victorian Society fue fundada en el Reino Unido en 1958 para promover y proteger la arquitectura victoriana y eduardiana (construida entre 1837 y 1914). Es sociedad consultora para el catálogo de edificios protegidos (Statutory List of Buildings). Entre sus fundadores encontramos a John Betjeman, Henry Russell Hitchcock y Nikolaus Pevsner (ver: www.victoriansociety.org.uk).

[5] Sean O'Hagan, Gasworks wonders..., The Guardian, 14 June 2015.

[6] Incluido en la Statutory List of Buildings of Special Architectural or Historic Interest., catálogo de edificios protegidos.

nunca en discusión. La enorme escala de estos contenedores de ladrillo, junto a la tradición de vivienda colectiva de la ciudad (la Viena roja, por ejemplo), ha posibilitado que de forma natural se hayan reconvertido en torres de viviendas, manteniendo la envolvente exterior y el perfil urbano, sus características más importantes.

Figura 2. Gasómetros de Viena 1886-1889 (rehabilitados).

A este proyecto se dedicaron recursos considerables, como el encargo a cuatro firmas reconocidas de la reconversión de las estructuras: Jean Nouvel, Coop Himmelblau, Manfred Wehdorn y Willhem Holzbauer para diferenciar las actuaciones. El resultado son cuatro torres de viviendas que han recuperado unos edificios emblemáticos y devuelto a la ciudad su perfil característico. Por otra parte, el éxito de la iniciativa es indudable: la comunidad creada en torno a estas cuatro torres es muy activa: existe todo un programa de actividades y servicios comunes, que se ocupa del bienestar y atención a los vecinos.

En el mismo caso, la reconversión de un gasómetro en contenedor residencial, se encuentra el de Dublín "The Alliance" construido por la mítica firma Cutler & Levesey,[7] compañía que construyó gran parte de los gasómetros de Londres como King Cross o East Greenwich, ambos gasómetros telescópicos de agua.

El primero, el *King Cross gasholder* –término preferido en Inglaterra frente al de gasómetro- era un conjunto de cuatro gasómetros construidos entre 1850-1880 vinculados a la fábrica de gas de la vecina estación

[7] Cutler & sons, inventores de un sistema estructural especial para depósitos de gas.

de San Pancras. El mayor de ellos tenía 35 m de diámetro y su estructura de hierro y roblones era tan singular, que cuando se cerró la fábrica en el 2000 debido a la llegada del gas natural del Mar del Norte, se produjo un movimiento ciudadano para salvar los gasómetros.[8] El más grande fue trasladado a un nuevo parque, que lleva su nombre: el King Cross Gasholder Park, y los otros tres, conocidos como los "siameses" por estar unidos por una espina central, fueron trasladados junto al río y convertidos en apartamentos de lujo.

Figura 3. Gasómetro de Oberhausen, Alemania 1920.

El East Greenwich Gasholder fue uno de los gasómetros más grandes de Europa. Se trataba de dos contenedores de los cuales no queda en la actualidad ningún vestigio. El solar está ahora ocupado por la Cúpula del Milenio.

Otro célebre gasómetro en Inglaterra es el *Oval Gasholder* situado junto al campo de criquet de Londres conocido como The Oval. Es un gasómetro telescópico construido en 1853. Aunque nunca ha pertenecido al club de criquet, las retransmisiones y anuncios se realizaban siempre desde el gasómetro, de forma que ha devenido en símbolo del club. Cuando la compañía de Gas solicitó su demolición en 1999, entre otras razones para ampliar el campo de criquet, se abrió un agrio debate que continúa en la actualidad. El gasómetro ha pasado a formar parte de una de las demandas para la remodelación del área por parte de la población. [9]

[8] Ver nota 3.

[9] Ficenec, John, End of an innings: Time called on Oval landmark, The Telegraph, 25 enero 2014.

La recuperación de gasómetros en Alemania tiene varios ejemplos memorables. Uno de los más conocidos es el de Oberhausen, población en la cabecera de la cuenca del Ruhr. Este gasómetro construido en 1920, es uno de los más notables ejemplos de gasómetros de pistón por su altura de 117 metros, su diámetro de 68 metros y su volumen de 347.000 m3. Fue uno de los más grandes de Europa.

Almacenaba la producción de gas de varias fábricas alrededor, para a su vez suministrar el combustible a la potente industria de la zona. Fue destruido en la guerra, pero reconstruido en 1949. Se mantuvo en actividad hasta 1988, siendo sometido después a una completa restauración que ha mantenido intacto su carácter y parte de su maquinaria. En la actualidad es un activo centro cultural que lidera la recuperación del Patrimonio Industrial del área del Ruhr, área reconvertida ahora en industria cultural.

Otros dos gasómetros alemanes reconvertidos también hoy en día en contenedores culturales son los *Panometer* de Leipzig y Dresde. El nombre-Panometer- viene de la fusión de las palabras panomara y gasómetro. Ambos son edificios de fábrica de ladrillo de principios del XIX, vinculados a las compañías del gas local.

El de Leipzig tiene 57 metros de diámetro y 30 de altura, que con la cúpula llegan hasta los 50 metros. Estuvo en uso hasta 1977. El de Dresde tiene una altura de 27 metros.

En ambos –se han instalados pinturas panorámicas de diversos eventos: en el de Leipzig la exhibición cambia, pero en el de Dresde la cúpula panorámica trata la historia de la ciudad.

Una de las reconversiones de gasómetros más notables es la de Nápoles, realizado a principios del 2000 y actualmente en curso. El trabajo se ha centrado en el único gasómetro existente del grupo original: construido en 1935 con 56,60 metros de diámetro y 50 metros de altura, era el más grande de los siete originales: 80.000 m3. Se trataba de un gasómetro telescópico de agua, situado en el puerto de Nápoles.

El equipo de ingenieros formado por tres profesores de la Universidad de Nápoles ha llevado a cabo un estudio técnico riguroso acerca de la situación del gasómetro, cuyo resultado es un informe científico con un indudable interés técnico: químico, por el estudio del problema de la corrosión del aire salino, y estructural, al estudiar la patología de la estructura atornillada y todas sus juntas. Este exhaustivo análisis se ha traducido en un proyecto de restauración impecable, que ha devuelto a la antigua estructura todo su esplendor. Lo interesante de esta recuperación es que se ha realizado a instancias de la compañía propietaria, Napoletanagas con el único fin de salvar la parte más representativa de la antigua

estructura ya que se ha mantenido su situación como emblema del puerto sin asignarle uso alguno.[10]

Otro gasómetro italiano que se ha preservado por su valor icónico es el de Roma, emblema por ejemplo de la Noche Blanca romana, dedicada a esta conmemoración anual, que mueve la potente industria cultural italiana.

Para terminar una reseña de la situación en España. Debido a la tardía industrialización española y a su falta de impacto, solo las áreas industriales de Barcelona y Avilés cuentan hoy con gasómetros recuperados. En el caso de Barcelona, como en el de King Cross de Londres, uno se ha recuperado para situarlo en el parque de la Barceloneta: una estructura metálica que data de 1868.

En el caso del puerto de Avilés uno de los gasómetros de Endesa fue demolido en el 2007, hecho recogido en la prensa local. Los dos restantes se encuentran dentro de un proyecto de rehabilitación del complejo de la antigua Endesa debido al arquitecto César Portela, todavía en estudio.

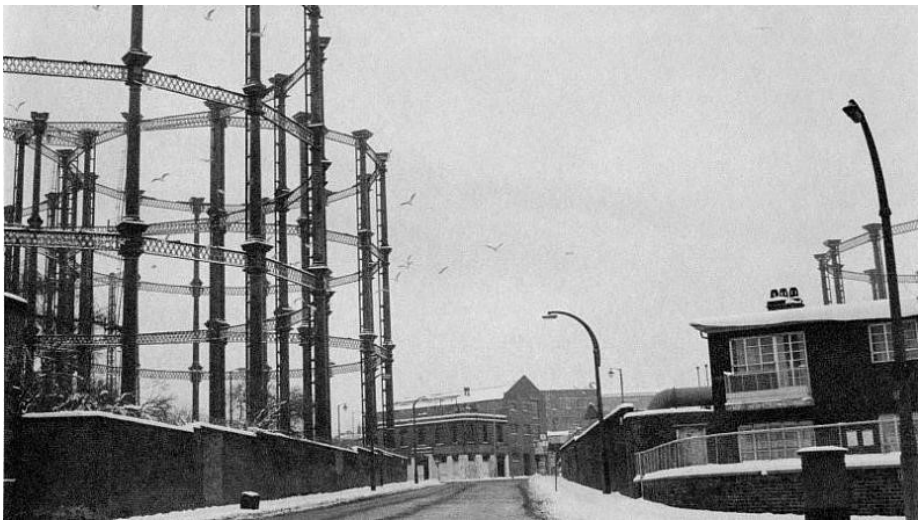


Figura 4. King Cross gasholder 1850.

CONCLUSIONES

Los gasómetros son instalaciones industriales que como señalan los profesores napolitanos Fiorini, Landalfo y Mazzolani, pueden calificarse como "arqueología industrial", parte esencial del pasado industrial más reciente.

[10] Fiorino L., Landolfo R. y Mazzolani F. *The refurbishment of gasometers as relevant wittness of industrial archeology,* Engineering Structures 84 (2015*).*

Su imagen y su perfil son altamente apreciados por la población, que los considera iconos de su barrio o de su paisaje, gracias a lo cual han algunos han conseguido sobrevivir a las presiones sobre su desmantelamiento o la especulación.

Entre las vías de recuperación más exitosas se encuentran la reconversión en contenedores culturales –propiciada por su imagen icónica- y en edificios de viviendas los gasómetros de mayor escala.

Esta última solución ha demostrado ser fructífera, como se demuestra con el proyecto de los gasómetros de Viena, y más recientemente con el concurso de los gasómetros de King Cross, cuyas propuestas han introducido un importante elemento de innovación, es decir, la posibilidad de establecer una nueva lectura sobre un viejo edificio. En definitiva, la capacidad que tiene la intervención inteligente sobre el patrimonio industrial de ponerlo en valor.

LISTA DE REFERENCIAS

GONZÁLEZ CÁRCELES, Juan Antonio. (2008): «Proceso continuo de industrialización», en *La vivienda social en Europa. Alemania, Francia y Países Bajos desde 1945*. Mairea Libros, Madrid, pp. 115- 137.

FIORINO L., LANDOLFO R. y MAZZOLANI F. ,*The refurbishment of gasometers as relevant wittness of industrial archeology,* Engineering Structures 84 (2015*).*

O'HAGAN S.*, Gasworks wonders...*, The Guardian, 14 June 2015.

THOMAS R., BRINCKENHORF P. ,*Gasholders and their tanks,* Londres, 8 de abril de 2010.

La energía de la arquitectura

Andrés Cidoncha Marañón

Actualmente cursando PFC en la ETSAM. Durante sus estudios de arquitecto, realizó intercambios anuales en Moscow Architectural Institute (MARHI) y en la Accademia di Architettura Mendrisio (USI). Delineante. Arquitecto Técnico y Graduado en Ciencia y Tecnología de la Edificación (UAH). Máster Universitario en Profesorado de ESO y Bachillerato, FP y EOI (UCAV). Ha presentado ponencias en diferentes conferencias en España y el extranjero. Ha publicado artículos en diferentes libros y revistas de arquitectura en España y Rusia.

Febrero de 2016

The energy of the architecture

ABSTRACT

On the island Inujima (Okayama, Japan) in the Seto Inland Sea is located the Museum of Art "Seirensho Inujima".

Before the museum, it was a former quarry of granite, and later in 1909 a copper refinery. After ten years, the refinery was closed and a hundred years later, the ruins were declared "Heritage of Industrial Modernization".

The architect Hiroshi Sambuichi, designed a museum with a minimal impact in the environment and to rehabilitate the zone for the tourism.

The new building takes advantage of the old refinery elements: smokestacks (image of the museum and also serve to regulate the temperature inside the building of natural form), the historical ruins, and bricks Karami (a by-product of the refining process); and gets energy from different forms: solar energy to heat the rooms, geothermal energy to cool the room air, and water purification using plants to reduce the burden on the environment.

A project based on the recycling, as model of revitalization of the zone, through the industrial heritage, the architecture, the art, and the environment.

KEY WORDS

Refinery, minimal impact, environment, energy, natural resources.

RESUMEN

En la isla Inujima (Okayama, Japón) del mar interior de Seto se encuentra situado el Museo de Arte Seirensho Inujima.

Antes del museo, fue una antigua cantera de granito, y posteriormente en 1909 una refinería de cobre. Pasados diez años, la refinería fue cerrada y cien años después, sus ruinas fueron declaradas "Patrimonio de la Modernización Industrial".

El arquitecto Hiroshi Sambuichi, diseñó un museo con un impacto mínimo en el medio ambiente y rehabilitó la zona para el turismo.

El nuevo edificio aprovecha elementos de la antigua refinería: chimeneas (imagen del museo y además sirven para regular la temperatura del interior del edificio de forma natural), las ruinas históricas, y ladrillos Karami (un subproducto del proceso de refinación); y obtiene energía de diferentes formas: energía solar para calentar las salas, geotermia para enfriar el aire de las salas, y la purificación del agua mediante plantas para reducir la carga sobre el medio ambiente.

Un proyecto basado en el reciclaje, como modelo de revitalización de la zona, a través del patrimonio industrial, la arquitectura, el arte y el medio ambiente.

PALABRAS CLAVE

Refinería, mínimo impacto, medio ambiente, energía, recursos naturales.

LOCALIZACIÓN

Inujima, es una isla de Okayama (Japón) situada en el mar interior de Seto. La isla lleva el nombre de Inujima (isla de perro) porque su forma se asemeja a un perro sentado.
La isla Inujima, está compuesta por un pequeño pueblo rural de unos cien habitantes, una playa con un camping, una estación de Ferry, y las ruinas de una antigua refinería de cobre, actualmente reconvertida en el Museo de Arte Seirensho Inujima.
A Inujima se accede mediante Ferry desde Holden Port (duración: 10 minutos), o en un Ferry que conecta tres islas entre sí: Naoshima, Teshima e Inujima (duración 50 min).

HISTORIA DEL LUGAR

Inujima ha sido tradicionalmente un lugar de aprovechamiento industrial. En la antigüedad, en la isla hubo una cantera de granito. En la actualidad quedan vestigios y materiales de aquella época.

A principios del siglo XX, concretamente en el año 1909, existió en este lugar una refinería de cobre. Se situó en ésta isla para evitar la contaminación de las ciudades y facilitar el transporte de las materias primas.La refinería (Seirensho, en japonés), estuvo en activo diez años, pero el precio del cobre bajó considerablemente e inevitablemente terminó cerrando.Durante el siglo XX, los edificios de la refinería sufrieron el paso del tiempo, pero algunos se han conservado en bastante buen estado, como por ejemplo las chimeneas y las fábricas de ladrillo. A comienzos del siglo XXI, se pensó utilizar la isla como vertedero de deshechos médicos, pero esto no llegó a realizarse.

OBJETO DEL PROYECTO

El proyecto surge, porque en 2007 las ruinas de la refinería Inujima fueron reconocidas como Patrimonio de la Modernización Industrial del

Japón, por el Ministerio de Economía e Industria, basándose en la antigüedad de la misma y demostrando el desarrollo industrial del Japón desde cien años atrás.

Las ruinas de la refinería fueron adquiridas por el hombre de negocios Soichiro Futukate para llevar a cabo el proyecto de Arte Inujima, que consistía en recuperar el Patrimonio Industrial, crear un museo de arte con un impacto mínimo en el medio ambiente y estimular el turismo de la isla.

La isla de Inujima, con otras dos islas: Naoshima y Teshima, forman parte de un proyecto común de la Fundación Naoshima Fukutake Art Museum y Benesse Corporation.

ARQUITECTO DEL PROYECTO

Para llevar a cabo el proyecto de transformación de la refinería de Inujima en Museo de Arte, Soichiro Futukate, se lo encarga al arquitecto Hiroshi Sambuichi.

Hiroshi Sambuichi, nació en 1968 y se formó en la Universidad de Tokio, fundó su firma "Sambuichi Arquitectos" con la que ha ganado varios premios.

Durante el siglo XX, la arquitectura tradicional japonesa se ha mantenido sólo en los edificios religiosos y nacionales, mientras que en las ciudades importantes, influenciadas por occidente y el uso de nuevos materiales, como el acero y el hormigón, se han construido rascacielos que poco tienen que ver con la forma de construcción tradicional.

Sin embargo, Sambuichi pretende volver a los orígenes con un estilo de arquitectura tradicional: una arquitectura para el individuo, para el lugar donde se ubica, utilizando las fuentes de energía naturales del entorno y los materiales autóctonos de la zona. Con éstas premisas, el arquitecto consigue realizar casas y edificios más sostenibles y respetuosos con el medio ambiente.

Hiroshi Sambuichi es el arquitecto encargado de realizar el proyecto de Museo de Arte Seirensho Inujima.

PROYECTO

El arquitecto, al afrontar el proyecto debió de analizar detalladamente todo lo que existía en la isla antes de realizar su intervención: la isla, el entorno, la población rural, las formas de aproximación al lugar, el clima, la vegetación, los materiales de la zona, las ruinas preexistentes….

El Museo, no se realizó en un solar vacío, sino que había que conservar el Patrimonio Industrial de la antigua refinería y realizarlo utilizando los restos que se mantenían en pie.

El arquitecto, en vez de proyectar un museo de nueva planta dejando a un lado las ruinas de la refinería, realiza un museo integrado con las ruinas, aprovechándose de éstas y consolidando las partes de la refinería que quedan en pie, para conservarlas e adaptarlas en el museo y preservando la imagen de lo que existió en el pasado.

En concreto, la ruinas de lo que fue la refinería y antigua cantera, estaban formadas por: varias chimeneas de forma cónica construidas de ladrillo; restos de naves industriales; espacios, túneles y galerías; materiales de desecho de subproductos de la refinería; materiales pétreos de lo que fue la antigua cantera de granito.

El arquitecto, aprovecha todos estos recursos de la isla, tanto artificiales como naturales, y realiza un proyecto de museo completamente integrado en el entorno.

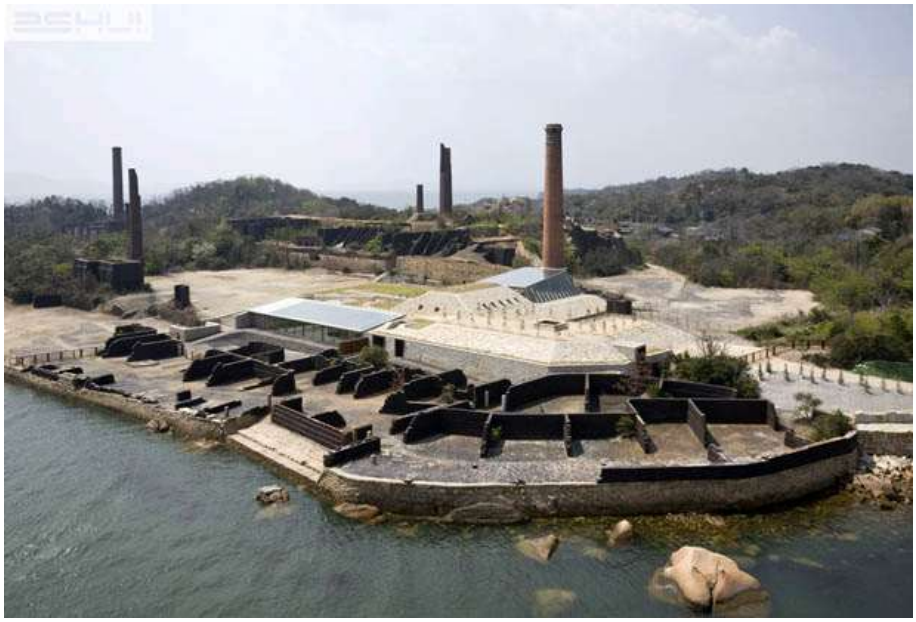


Figura 1. Vista aérea del conjunto. MakotoYamamori - Shinkenchiku-sha. Fuente: http://www.ashui.com

Entorno

El visitante cuando se va aproximando a la isla por medio del ferry, se encuentra con un paisaje sorprendente. Desde el mar se aprecian los vestigios de lo que fue la antigua refinería: varias chimeneas de gran altura destacan en el horizonte.

Cuando se desembarca, se deben recorrer unos 200 metros caminando paralelos a la costa y separados del mar por un peto de losas de granito.

Para acceder al recinto del museo, se atraviesa una valla de acero corten, que lo delimita.

Materiales

El arquitecto, para construir el edificio del museo, utilizó los materiales que se encontraban en la isla, incluyendo la arquitectura de las ruinas, y los materiales de desecho de la refinería y la cantera.

De esta manera utilizó las piedras de granito de la antigua cantera y las utilizó de diferentes maneras: variando su tamaño, variando su textura, su forma de colocación, seleccionando sus diferentes colores…

Figura 2. Vista de los diferentes materiales empleados en el proyecto. Foto: Iwan Baan. Fuente: http://www.iwan.com

De lo que fue la refinería, se aprovecha de los ladrillos Karami y de la escoria. Los ladrillos Karami son un subproducto de la refinería de cobre. Y por otra parte, la escoria, son los residuos sobrantes de la fusión del metal. Estudiando las propiedades térmicas de éstos materiales, en combinación con el granito, el arquitecto los aprovechó para la construcción de suelos y muros debido a su gran conductividad térmica y de esta forma regular la temperatura interior sin coste adicional. Además de estos materiales, se utilizaron acero, madera y vidrio.

Espacios

Como he citado, la mayor parte del museo se aprovecha de las ruinas de la refinería y del subsuelo.

El museo se compone de cuatro espacios. Desde el hall de entrada se llega a la Galería de la Tierra, un corredor zigzagueante revestido de acero de 80 metros de largo enterrado en el suelo, sin más iluminación que una

claraboya y nueve espejos colocados adecuadamente. Aprovecha el frío del subsuelo para enfriar la temperatura ambiente.

Por el contrario la Galería del Sol, sirve para captar el calor mediante energía solar que se transmite a través de la cubierta de cristal.

El Salón de la Energía es un espacio abovedado en el centro del museo que recibe una mezcla de la temperatura de las salas anteriores, así como la luz de la siguiente sala, el Salón de la Chimenea.

En el Salón de la Chimenea, se mezcla el calor del sol que pasa a través de la cubierta de cristal, con la corriente de aire frío procedente de las otras salas y juntas ascienden a través de la chimenea.

Recursos naturales

La idea del arquitecto de respetar el entorno y aprovecharse de las oportunidades que éste ofrece, se observan en las decisiones de proyecto que realiza. Como he analizado en los apartados anteriores, incluye la arquitectura de las ruinas, los materiales de desecho, y la integración del entorno natural en su proyecto. El arquitecto utiliza medios pasivos para obtener energía en el edificio.

Figura 3. Vista exterior del Salón de la Chimenea con la cubierta de cristal y en un primer término los naranjos. Foto: Iwan Baan. Fuente: http://www.iwan.com

Utiliza la energía solar, pero no mediante placas solares contaminantes, sino por medio de galerías de vidrio que recogen el calor en el interior de una forma natural creando una especie de efecto invernadero al interior y calentando de una forma natural las salas.

Se aprovecha de la geotérmica, para regular la temperatura del interior de las salas. Introduce el aire frío del subsuelo a temperatura constante y

en contacto con el aire caliente del exterior, se obtiene una temperatura media ideal.

Las chimeneas que es su día se utilizaron para la extracción de humos contaminantes, el arquitecto las utiliza para la ventilación natural de las salas del museo. Mediante el efecto chimenea, las adapta como un mecanismo de control ambiental de regulación de la temperatura interna del museo. El aire aspirado en la parte inferior es expulsado por la parte superior de la chimenea.

Para el reciclado de las aguas residuales generadas en el edificio, se emplea un sistema de purificación de las aguas mediante el filtrado de agua por medio de plantas y posteriormente sirven para regar y abonar los nuevos árboles plantados.

De ésta manera, el museo está en simbiosis con el entorno y es parte de lo que fue en el pasado, aprovechando la energía del presente, y conservando de una manera sostenible el medio ambiente para el futuro.

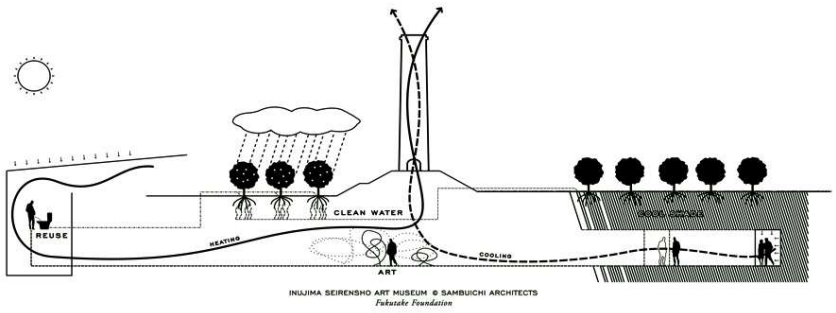


Figura 4. Esquema de funcionamiento de los recursos naturales. Fuente: http://www.be-nesse-artsite.jp

Paisaje

La isla, que de por sí es un paisaje natural en cuanto a vegetación se refiere, con el proyecto de museo se ha revalorado en éste aspecto. A la entrada del museo fueron plantados diferentes arboles como naranjos y olivos, después de realizar un estudio ambiental y ver que vegetación se adaptaba mejor a Inujima. Los caminos realizados por el recinto del museo fueron realizados con materiales de la antigua cantera de granito o materiales de la antigua refinería, al igual que los peldaños de las escaleras de algunas laderas. La relación del edificio con el agua del mar y las vistas a otras islas cercanas, crean un paisaje único e ideal para un museo aislado y apartado de todo ruido exterior.

La conservación de las ruinas, permiten crear un efecto bucólico en el paisaje y te transportan al pasado pudiendo imaginar cómo fue la refinería, mientras se pasea por las ruinas, observando sus construcciones.

Obras artísticas

En el museo se expone la obra de arte de un artista de forma permanente. Pero en este museo no se exponen las obras en las paredes sin más, sino que se relaciona el diseño arquitectónico con el contenido artístico.

El artista de las obras es Yukinori Yanagi y su obra, está dedicada al fallecido novelista Yukio Mishima. Utiliza piezas de la residencia de Mishima, y realiza una deconstrucción colocándolas en el aire, colgadas del techo, integrándolas en la arquitectura del Salón de la Energía.

Figura 5. Obra del artista Yukinori Yanagi, "deconstrucción de la residencia de Mishima", en el Salón de la Energía. Foto: Iwan Baan. Fuente: http://www.iwan.com

Esta ambientación tiene explicación en la personalidad de Yukio Mishima. Este novelista, escribió sobre la modernalización de Japón criticando algunos aspectos de la misma. En éste contexto la refinería de Inujima, es un símbolo de un lugar que en un momento fue un baluarte de la modernización industrial de Japón y posteriormente, cien años después era una ruina.

Por lo tanto, la exposición refleja la preocupación de Mishima sobre la sociedad moderna y su transformación en el futuro.

Otros espacios

Hay que mencionar como parte del proyecto, diferentes espacios, a parte de las salas del museo como son: la tienda y el Seirensho Café.

Son espacios que cualquier museo necesita, pero me quiero centran en lo que venden. Por ejemplo en la tienda venden productos originales realizados por el artista y el arquitecto. En la cafetería el menú es realizado con productos de Inujima (algas y pescados) y áreas cercanas.

Los platos son típicos de la isla realizadas con recetas tradicionales. O por ejemplo una bebida realizada con jarabe de jengibre realizada con la receta de la isla.

Con esto quiero hacer referencia, a que en éste museo se ha cuidado hasta el último detalle en cuanto a sostenibilidad y adecuación con el entorno.

CONCLUSIONES

El museo, concretamente el edificio, la obra artística y su ubicación, nos hace pensar en el mundo en el que vivimos. La modernización no tiene que basarse en complicadas soluciones de última tecnología, simplemente tenemos que observar lo que tenemos alrededor nuestro, ya sea del pasado o del presente y convertirlo en futuro. Es decir, una sociedad basada en el reciclaje: utilizando elementos existentes y creando elementos que no existen.

En este museo se han relacionado elementos diversos como el patrimonio industrial, la arquitectura, el arte y el medio ambiente. Aplicando una misma filosofía y utilizando un mismo lenguaje se ha conseguido crear una solución única.

LISTA DE REFERENCIAS

POLLOCK, Naomi R. (2010): "*New Architecture in Japan"*. Merell, London.
Domus, nº 922 (2009), p. 50-53.

Agua y Segovia
Diálogo para la comprensión del paisaje urbano segoviano

Álvaro Jesús Álvarez Gutiérrez

Álvaro Álvarez Gutiérrez (1988) arquitecto y Máster de Conservación y Restauración del Patrimonio Arquitectónico por la ETSAM. Prosigue su formación realizando el doctorado en la especialidad de Patrimonio en la misma escuela. En la actualidad ejerce la profesión de manera autónoma intercalando su vida laboral con la investigación. Su principal foco de investigación es la ciudad de Segovia, tanto en su concepción urbana como arquitectónica.

Febrero de 2016

Water and Segovia.
A dialogue for the understanding of the Segovian urban landscape

ABSTRACT

The link of Segovia with the water is inherent in its own idiosyncrasy. The urban settlement was defined around the natural resources of the river Eresma and Clamores, without forgetting the Aqueduct as great work of hydraulic engineering. The tracing of the Aqueduct becomes the main backbone: extramural, promoting industrial development especially in the cloth industry and the establishment of religious orders; and intramural, which channel runs in relation to the topography and consequently defines the land allocation of the walled city. The change of the Eresma riverbed, the burial of part of the Clamores or the suppression of the Aqueduct, modified the urban model remained until the late nineteenth century, with the consequent transformation of the urban scene.

This presentation is part of the ongoing thesis La forma de Segovia: génesis, identidad y espacios singulares, focused on the perception and transformation of the urban landscape and the constitution of the place as a hallmark of the city of Segovia, analyzed through its main compositional elements, where the industrial factor is inherent in the very existence of the city.

KEY WORDS

Water supplying, aqueduct, urban historical scenery, industrial heritage, Segovia.

RESUMEN

La vinculación de Segovia con el preciado líquido es inherente a su propia idiosincrasia. El asentamiento urbano se fue definiendo en torno a los recursos naturales del río Eresma y Clamores, sin olvidar el Acueducto como obra magna de ingeniería hidráulica. El trazado de la "puente seca" se convierte en el principal eje vertebrador, tanto extramuros, favoreciendo el desarrollo industrial especialmente de la industria pañera y el asentamiento de órdenes religiosas; como en el recinto murado, cuyo canal discurre en relación a la topografía del lugar y, consecuentemente, define la distribución parcelaria de la ciudad intramuros. La modificación del cauce del Eresma, así como el soterramiento de parte del Clamores o la pérdida de función de la insigne infraestructura hidráulica, supuso la supresión de un modelo urbano mantenido hasta finales del siglo XIX, con la consiguiente transformación de la escena urbana.

La presente ponencia forma parte de la tesis en curso La forma de Segovia: génesis, identidad y espacios singulares, centrado en la percepción y transformación del paisaje urbano y la constitución del lugar como seña de identidad de la ciudad de Segovia, analizado por medio de sus principales elementos compositivos, donde el factor industrial es inherente a la propia existencia del núcleo urbano.

PALABRAS CLAVE

Abastecimiento de agua, acueducto, paisaje urbano histórico, patrimonio industrial, Segovia.

UNA VIDA LIGADA AL AGUA

Hablas Segovia con la voz del agua. Julio Sánchez Hernández.

El agua es hoy, como en tiempo de Trajano, la primera exigencia de la cultura, el sello de la urbanidad y la propia identidad de la comunidad. Lewis Mumford, en su aclamada obra La ciudad en la historia (1961), asume el agua como uno de los principios consustanciales para la existencia del hombre y, según ésta, deriva la composición morfológica de la ciudad. En este sentido, la singularidad de la imagen urbana de Segovia viene configurada por su posición física en la zona de piedemonte norte de la Sierra de Guadarrama y los cuatro cursos fluviales -Cigüeñuela, Eresma, Clamores y Tejadilla-, que conforman su atractiva orografía. Es en estos valles donde se ha de buscar la primera presencia del hombre.[1] Segovia no es básicamente una alta ciudad fortificada, amparada en el seguro y dignidad de las murallas, ofreciendo este aire marcial, sino una población de afueras –foris burgus, faubourg-,[2] exterior y anterior a los muros, abigarrada en arrabales populosos y abiertos, ligada al fluir de sus ríos. Por incomprensible que parezca, los arrabales de Segovia no fueron repoblados ni surgieron como barrios anexos a la ciudadela o como ulterior expansión del núcleo urbano amurallado, sino como población original, de primera mano, sede de vida trabajo y, paradójicamente, de poder. La ubicación del asentamiento extramuros próximos a las fuentes naturales de agua condicionó en todo momento la visión de conjunto de la ciudad. Tal es así que Addalah Al Idris, cartógrafo, geógrafo y viajero hispanomusulmán en su obra Nuzshat al Mustak (1154) y su Tabula Rogeriana

[1] Recientes hallazgos muestran la presencia de neandertales en el valle del Eresma hace 60.000 y 40.000 años. El proyecto, denominado "Los primeros pobladores de Segovia", corre a cargo de María de Andrés Herrero, David Álvarez Alonso, Julio Rojo y Andrés Díez bajo el patrocinio de la Diputación de Segovia y la Junta de Castilla y León. Las siguientes fases se encaminan a estimar nuevos asentamientos en las riberas del Eresma.

[2] Así lo define Manuel González Herrero en Segovia, Pueblo, Ciudad y Tierra, 1971.

representa la ciudad como siete puntos formando un triángulo. La herencia de una posible ciudad islámica fue la constitución de un conjunto de quran, cuyo significado es un grupo con organización sumaria y elemental que no llega a la categoría de ciudad; es como una ciudad en sus orígenes. Las concesiones por parte de los monarcas castellanos por habitar la ciudad alta en detrimento de los arrabales, entre ellos Alfonso X el Sabio o Juan II, fueron constantes. La política real atentó contra la constitución urbana y social natural de la ciudad en plena Edad Media, frente a su carácter como asentamiento fabril, con todo lo que la vida industrial comporta de dinamismo social y económico. Esta condición será patente en el devenir de la ciudad y de sus gentes.

TRES "RÍOS", UNA CIUDAD

Las corrientes de agua que han dado vida a la ciudad de Segovia e impulsado su progreso histórico son tres: el Eresma, que recorre paralelo el flanco norte de la ciudad murada; el arroyo Clamores, que surca los principales arrabales de la ciudad; y el Acueducto, la poderosa e ilustre vena que surca el núcleo urbano de saliente a poniente. En este juego de cursos fluviales, los ríos Eresma y Clamores han excavado valles estrechos a modo de gargantas y cañones, conformando toda una serie de laderas de pendiente elevada que enfatizan el peñón rocoso donde se alza la ciudad: un barco a punto de alzar velas y navegar por los campos de Castilla (figura 1). Una vez asentado, el hombre modifica y explota los recursos en fin de satisfacer sus necesidades: configura el espacio en lugar en su condición plena de habitar. El agua se convierte en fuente de vida, elemento de conexión social, y objeto de culto, hasta tal punto que el pueblo segoviano decidió nombrar como patrona a la Virgen de la Fuencisla, fons stillans (fuente que mana), en relación a los múltiples de manantiales que constantemente destilan sus cristalinas aguas entre las rocas próximas a la ciudad.

El motor de Segovia El arroyo Clamores: el río del pueblo

El Eresma es un río externo, periférico a la ciudad, con la que escasamente se encarna y sólo traspasado en el último siglo. Etimológicamente deriva de la voz ibera Iri-sama cuyo significado es "que rodea a la ciudad grande".[3] Tras dejar las escarpadas vertientes antes de su entrada a la ciudad, el Eresma presenta un trazado rectilíneo, paralelo al recinto murado hasta llegar a su confluencia con el Clamores. A su paso, configura

[3] El término ofrece dudas sobre la referencia a la ciudad: la disputa se centra entre Segovia o la localidad de Coca (Cauca Vaccea), posiblemente de mayor relevancia durante la II y I Edad de Hierro.

un potente valle, verdadero cinturón verde de la ciudad junto con el de su compatriota. En este valle se ha de buscar la primera presencia del hombre: recientes hallazgos han demostrado el asentamiento de neandertales (60.000 años) en las inmediaciones del río Eresma, en el enclave conocido como Abrigo del Molino. El yacimiento es uno de los pocos asentamientos peninsulares en buenas condiciones de conservación en el Sistema Central. La presencia de abundantes fuentes manantiales gracias a la configuración geológica del lugar posibilitó el desarrollo del asentamiento en el valle, previo a la instalación de la población en el peñón rocoso, posiblemente en el Calcolítico (2000 años).[4]

Figura 1. Plano de Antonio de la Iglesia.

Tras la ocupación romana y la teórica disociación de la ciudad, cuyas fuentes son pocas y diversas, los habitantes ocuparon el valle del Eresma en época visigoda. Podemos encontrar la ocupación de la Vega Baja de Toledo como un procedimiento similar al acontecido en Segovia. Este núcleo "periurbano" constituyó, en teoría, el punto iniciático de la comunidad cristiana, dando paso en época alto medieval a un conjunto de parroquias a lo largo del valle. En las proximidades de la Puente Castellana se erigió la iglesia de San Gil (extinta), Santiago (extinta), San Blas (cuyas ruinas son aún visibles), San Marcos (fundada en el 420 según Pascual Madoz), y la primera catedral de la ciudad dedicada a la Asunción de Nuestra Señora, en las proximidades del Monasterio de Nuestra Señora de El Parral, destruida durante la persecución arriana del año 516. Si bien,

[4] Durante la campaña de "Los primeros pobladores de Segovia", se han realizado catas en diversas cuevas del peñón rocoso, con muestras de ocupación de hace 2000 años en una de ella (Conferencia ofrecida por el equipo de investigación el 8-I-2016).

en opinión de Diego de Colmenares, la catedral de la Asunción fue uno de los dos que hoy se titulan San Blas y San Gil antes de ser traslada a la plazuela del Alcázar.[5]

La fuerza de sus aguas propició el asentamiento de actividad industrial desde época temprana, al igual que el establecimiento de comunidades religiosas dado la abundancia de fuentes manantiales del entorno, la soledad y disfrute sereno del paisaje, ajeno al bullicio del recinto murado. El espacio dedicado a las órdenes religiosas quedaba concentrado frente al paño norte de la muralla y, mayoritariamente, al otro lado del río. Así lo comprendieron al instalarse a lo largo de todo el valle trinitarios y carmelitas en la Fuencisla, jerónimos en El Parral (1455), premostratenses en Santa María de los Huertos, también conocido como Nuestra Señora de las Aguas (siglo XII); bernardas y cistercienses en San Vicente (Abbatia B.M.V. et S. Vincentii Segobiensis antiguo cenobio fechado en el 919); y el convento de Santa Cruz la Real en la margen izquierda (primer convento fundado por Santo Domingo de Guzmán en España en 1217).

Figura 2. Litografía del Santuario de la Fuencisla.

Junto con las órdenes monásticas se instalaron diversos santuarios y ermitas, como la Ermita de Santa Lucía en la cuesta de Santo Domingo, hoy extinta, y la iglesia de la Vera Cruz (1208), así como todo el conjunto de parroquias emplazadas en las proximidades de la Puente Castellana. Por último destacar la ermita de Nuestra Señora de la Fuencisla, edificada en 1387 con remodelaciones en 1535. A finales del siglo XVII, Francisco de Mora da la traza definitiva con reminiscencia de la iglesia parroquial de El Escorial de Abajo. La escena proyectada por Francisco de Mora difiere

[5] Existen diversidad de contradicciones tanto en el tiempo como en el espacio acerca de una primera catedral, cuya existencia parece innegable ante la presencia de representación de la diócesis segoviana a partir del III Concilio de Toledo (589).

en su totalidad a la imagen actual al modificarse a mediados del siglo XIX el cauce del río: supuso un acortamiento del tramo del río para salvar la hoz descrita por el río a su paso ante el Santuario de la Fuencisla. El 23 de marzo de 1846, por decisión popular y dirigidos por el teniente coronel de Artillería D. Ramón de Salas se inauguraron los trabajos. La participación del pueblo segoviano fue unánime, tanto en la aportación de donativos como involucrarse en el trabajo.

Ligado a las órdenes, los servicios hospitalarios culminan la presencia de las instituciones religiosas. En este caso, los complejos hospitalarios históricos flanquean el río a su entrada en la ciudad en el arrabal de San Lorenzo (Hospital de Santa Catalina –extinto-), hasta alcanzar el puente de San Lázaro, con el hospital del mismo nombre, hoy extinto, sobre un promontorio que domina la explanada de la Fuencisla.

Figura 3. El Rio Eresma.

Las aguas del Eresma han servido como fuerza motriz para impulsar la industria: Pedro de Medina, en su Libro de las grandes cosas memorables de España, 1548, destaca la actividad industrial del valle: "Desciende el Eresma, no muy caudaloso, pero tan útil como el que más de los no navegables por la multitud de batanes y molinos de pan y papel que tiene llenar sus riberas". Las fuentes escritas, aunque escasas, relevan la constancia de molinos harineros, de papel y batanes entre el siglo XII y XV.

Mayor alusión se estima en testamentos y reparaciones de puentes y molinos tras las crecidas del río.[6] Principalmente, la industria se organizó en

[6] Se tiene constancia inundaciones en los siguientes años: 1304, 1477, 1502, 1504, 1511, 1513-1514, 1521, 1540 (una de las actuaciones más cruentas, descrita por Colmenares: Arrancó dos puentes, seis batanes, once molinos y más de cuarenta casas;

el barrio de San Lorenzo y tras el puente de San Lázaro, dejando atrás el Santuario de la Fuencisla, tal como refleja la vista desde "El Terminillo" de Anton Van den Wyngaerde (1562). El artista flamenco resalta las ruedas de molinos en las edificaciones próximas al curso fluvial. A finales del siglo XIX, el impulso industrial conllevó la transformación de los antiguos molinos en auténticas fábricas que hoy, en estado de ruina persisten dentro de la traza urbana. Aún quedan en pie, pese a su desamparada situación o reconversión en vivienda de otros: el molino de Cabila o del Puente, la fábrica de harinas "La Perla", el Portalejo, el molino de la Aceña, la fábrica de Borra (reconvertida en Escuela-Taller) o el molino de los Señores, del siglo XII y en avanzado estado de ruina. Pese a ser el principal soporte económico de la ciudad en base a la actividad industrial y agrícola, paulatinamente el valle fue ganando valor como soporte de actividades de recreo y descanso.

El establecimiento a finales del siglo XVII del Real Ingenio de Moneda propició una política de embellecimiento del valle bajo el auspicio de monarcas y el Concejo de la Ciudad con decretos municipales y multas ante acciones de destrucción. Las medidas adoptadas configuraron parte de los paseos y alamedas actuales, que sustituirá la imagen arisca y perfilada del peñón rocoso para volar sobre una espesa nube de vegetación. La destrucción de viviendas en la zona de la Puente Castellana, así como la pérdida de funcionalidad de la puerta de Santiago, principal conexión con el Camino de Castilla, aumentó la masa forestal, convirtiéndolo en el primer anillo verde de la ciudad. La política de embellecimiento del valle del Eresma alcanzó su punto álgido en los años noventa del siglo XX con el Plan Verde de la Ciudad de Segovia.

El arroyo Clamores: el río del pueblo

Tras recorrer pastos y dehesas, el arroyo Clamores alcanza el franco meridional del solar urbano, enclavado en un valle típicamente fluvial excavado por el propio río en el sustrato de calizas cretácicas con sugerentes meandros que la jerga popular se ha encargado de caracterizar (Hontanilla, El Submarino o Tormohito, etc.). Sin duda, el trazado del Clamores ha condicionado la forma festoneada del lienzo sur de la muralla, sin olvidar el desarrollo de los arrabales y su marcado carácter industrial, condensador de un dinamismo social y económico, agitada por el espíritu, técnico y humano; un lugar de inmigración a donde acudieron las gentes

inundó el monasterio de Sta. María de los Huertos, y alcanzó tres varas en la iglesia y las casas de San Lorenzo), 1543, 1547, 1598, 1603, 1605, 1627, 1629, 1681, 1695, 1733, 1791, 1860, 1906, 1956, 1966, 1997, 2009, 2013, 2014. Para evitar futuros daños, el Ayuntamiento construyó un gran tanque de tormentas en 2008, culminando los trabajos en la explanada de San Marcos.

más heterogéneas en busca de trabajo; en definitiva, una población pragmática, utilitaria y vividora. El arroyo Clamores es el río de Segovia: nace, vive y muere en la Ciudad. Un río entrañado de lleno en la ciudad, a la que penetra y con la que se confunde. Nace en el puente de Valdevilla, procedente de la Cacera de Navalcaz, una desviación del Eresma; vive al proporcionar sus aguas la fuerza motriz de la industria o riega las huertas a su paso; muere al alcanzar la proa del Alcázar, al desembocar en el Eresma para continuar juntos su camino hacia el Duero. Más en su nombre denota un cierto sentimiento popular y un recuerdo de manifestación.

Los dos últimos siglos han supuesto su desaparición dentro del trazado urbano: sepultado en un siniestro féretro de mampostería y ladrillo y convertido en el colector y cloaca máxima de la ciudad. El paso por medio del casco urbano no era del agrado de aquellos que pretendían hacer de Segovia una ciudad moderna, máxime si cubriéndolo podría convertirse en una gran alcantarilla de los arrabales, la vez que permitiera mejorar el trazado las calles no acontecidas hasta el momento por culpa de este cauce.

A tal infausto destino ha sido conducido el que fue vehículo de la industria, el trabajo, la vida y la historia de Segovia. A su entrada en la ciudad y tras pasar el puente de Valdevilla, surtía a las fuentes de la Dehesa, lugar de remanso y abrevadero de las reses antes de continuar su camino trashumante de gran tradición histórica al celebrarse las dos ferias de ganado anuales por orden de Enrique IV (4 de noviembre de 1448). En su lugar, la sucesiva actividad constructiva ha pronosticado la desaparición del cauce: la extensión de la Maestranza de Artillería, hoy Base Mixta; el viejo polvorín llamado Casa Mixtos; la "Cárcel Modelo" obra de Odriozola a principio del siglo XX; los depósitos de agua; la plaza de toros (1805); la fábrica de luz eléctrica impulsada mediante máquinas de vapor; la fábrica Dagsa y Klein de caucho y curtidores; la jefatura de Sanidad; el Cuartel de la Guardia Civil; la estación de ferrocarril, hasta la urbanización de la Avenida de José Antonio en los primeros años de posguerra, conocida como La Pista.[7] El populoso barrio de San José (1941-1949) entierra definitivamente el cauce en este tramo.

El golpe definitivo que conllevó a la desaparición de cualquier rastro industrial fue la construcción de la Universidad de Valladolid tras la demolición del Regimiento de Artillería, antigua Casa de Paños. El río avanza hacia el núcleo antiguo de la ciudad, eje de actividad económica: primero agrícola, dejando a su paso cercas, alcaceras y huertas del barrio de los

[7] El objetivo era crear una vía para que los carros de combate y otros vehículos bélicos pudieran entrar y salir sin dificultad de las dependencias militares, ubicadas en las proximidades del arroyo Clamores.

labradores del Mercado; seguida de la actividad fabril hasta su muerte en el Eresma a través de los molinos -de harina y de aceite de linueso-, industria de paños, papel, sombreros, tenerías, alfares talleres y obrajes diversos e incluso hasta una fábrica de chocolate. Mas esta posición no parece incongruente ni irracional: las Ordenanzas de 27 de marzo de 1547 -ratificado en 1555-, especifica la posición de las tenerías y pozos de pelambres y tinas de curtimiento de cueros y todo el uso de ellos debería situarse "fuera de la dicha ciudad y no en parte alguna de ella ni de sus arrabales", a condición de mantener aptas las aguas para las tareas predecesoras.

La industria condicionó la tipología edificatoria del lugar: la calle de San Antón, perpendicular a la plaza de Santa Eulalia, fue una calle de grandes caserones con tiradores –secaderos- en los áticos, de abolengo pañero; la casa de labradores en el Cristo del Mercado, las viviendas en el Valle de las Tenerías, en el barrio del Espolón o los soportales dispuestos a la venta de productos en la plaza de Santa Eulalia, de los cuales sólo quedan vestigios descontextualizados.[8] Anton Van der Wyngaerde proporcionada en su segunda vista de la ciudad, el desarrollo del arrabal Grande y San Millán, haciendo hincapié en la actividad industrial de la zona. Hoy no queda rastro de la actividad industrial: tan sólo el callejero aportan datos relevantes sobre las actividades y usos en las proximidades del Clamores: calle de Pelaires, Estiradores, Hilanderas, Plata, etc.

La vida religiosa hace acto de presencia en el barrio obrero: asentamientos religiosos que, en origen, nacieron desvinculados a toda ordenación urbana, ubicados en su mayoría sobre promontorios, con el tiempo han sido invadidos por un nefasto proceso de urbanización.

A su paso, el Convento de Santa Isabel (antes de Santa Clara la Vieja, fundada en 1486), la Ermita y hospital de San Antón (extinto), el convento de Santo Domingo de Silos (extinto), el Hospital de San Clemente (extinto), etc., así como las parroquias de Santa Eulalia, San Clemente y San Millán. Frente al carácter urbano de las dos primeras, San Millán, de posible origen mozárabe anterior a la época de la repoblación y con reminiscencias aragonesas, se encontraba "rodeado de vegetación sobre una verde alfombra al otro lado del Clamores" según apunta José María Quadrado en Recuerdos y bellezas de España (1865). Como todo, el paso del tiempo y las reformas urbanísticas han transformado la fisionomía de San Millán, la escena urbana y en parte la identidad del lugar. La desaparición del arroyo Clamores conllevó a la destrucción de los puentes que permitían la comunicación directa entre las dos orillas, en muchos de los casos, la

[8] Eugenio Larruga, Memorias políticas y económicas…, Madrid, t. X. p.58, 1791.

comunicación directa con el espacio de trabajo. Isidoro Bosarte en su Viaje artístico a varios pueblos de España (1802), alude a la sencillez de los puentes, comparándola con el acueducto.[9] Persiste en la memoria popular el nombre popular de alguno, haciendo honor a una edificación (Puente de la Maestranza, Casa Grande, Casa de la Tierra, del Rastro, etc), a la calle donde se ubicaba (de San Antón, Cantarranas, Buitrago, etc.), en alusión a acontecimientos o acontecimiento cotidianos (del Verdugo, del Cañamón, Muerte y Vida, del Piojo, etc.) o sobre el gremio próximo que estableció su sede (del Verdugo o Tenerías).

Abastecimiento de agua: el Acueducto

El acueducto, seña de identidad de la ciudad, constituye la pieza clave del urbanismo segoviano. La construcción de la infraestructura hidráulica aseguró un suministro constante del preciado líquido, vital para el desarrollo exponencial de la ciudad. Su carácter no sólo se limita al abastecimiento de agua potable para uso doméstico; su canal ha proporcionado históricamente energía suficiente para el movimiento de la industria antes de alcanzar el recinto murado.

Figura 4. Panoramica desde el antiguo puente del Verdugo.

Previo a la ocupación romana (I a.C.), el pueblo celtibérico ocupó parte del espolón en el punto occidental. La configuración geología de Segovia impedía, por carencias técnicas, la realización de pozos (putei) a causas de la posición del nivel freático. Antes de la construcción del acueducto (I d.C.), Segovia romana hubo de abastecerse del agua proporcionada en el lugar por la naturaleza, desde cisternas o aljibes, proveídos de agua de lluvia, y por el incómodo acopio de agua de los ríos y manantiales subterráneos. La solución conllevó al municipio romano de Segovia a construir un acueducto de más de 14 kilómetros para abastecerse del agua de la Sierra de Guadarrama, en el paraje conocido como Fuenfría. Con más

[9] Puentezuelas sobre el Clamores: en ellas se ve el mismo estilo que en la del acueducto. Un pequeño arco de dovelas descarnadas y una capa de grandes losas encima es toda la apariencia de ellas; sin estribos, sin tajamares, sin manguardias, sin pretiles, sin grapas de hierro, el pontanillo sufre que pasen los carros sobre él, las caballerías y el ganado y no flaquea. Vienen las avenidas de agua lluvia, pasan con ímpetu por cima y el pontanillo queda en pie. Isidoro Bosarte, Viaje artístico a varios pueblos de España, Madrid, Imprenta Real 1804. Ed. Facsímil, Valladolid, Editorial Maxtor, 2006, pp. 1-29.

de 800 metros de longitud, el acueducto se alza desde el nivel del suelo hasta su punto de máximo apogeo antes de adentrarse en el recinto murado en la plaza del Azoguejo, verdadera obra de ingeniería romana y centro neurálgico de la ciudad.

Pese a no disponer de datos certeros sobre la distribución intramuros en época romana, la solución podría responder a las características encontradas en otras poblaciones: tras acceder el canal a la ciudad en uno de los puntos más elevados de ésta, y no lejos de su margen o muralla, se situaba un dispositivo que actuaba como terminal de distribución, regulación y medición de agua (castellum aquae-castellum diviculum o divisorium). Es probable que este distribuidor se situara entre la Plaza de las Arqueats, el Arca del Seminario, la Casa de los Cabanyes y la actual Subdelegación del Gobierno.[10] Desde este punto elevado, se distribuía el abastecimiento completo de toda la ciudad por gravedad, extendida siempre a cotas más bajas mediante tuberías con diámetros estandarizados de cerámica (tubuli) o, más corriente, plomo (fistulae).[11] Estos conductos suministraban el agua a los diferentes sectores urbanos y podían llenar depósitos terminales de acumulación (cisternae).

Respecto a edificios públicos, al modificarse el acceso al atrio sur de la iglesia de San Martín y retirar la escalera para ampliar la calle, se hallaron en 1846 los restos de un edifico romano, que han de identificarse con la de unas termas por la configuración de una estancia con hypocaustum, antecesora a las glorias, perteneciente a un espacio de baños público (thermae, balneum) o un balneum de un edificio privado. Ante la ausencia de toda evidencia arqueológica, no se puede sostener que el canal del acueducto romano finalizara en el Alcázar, como sí, en cambio, haría después el "canal madre" medieval, conectado a un sistema de distribución de agua muy diferente. A falta de datos fiables sobre la configuración del espacio urbano romano, el acueducto en época de repoblación estructuró tanto el recinto intramuros como extramuros en el ámbito urbanístico, económico y social. Se tiene noticias de la construcción de un canal de piedra desde el Postigo del Consuelo hasta el Alcázar en 1504, pero no se conservan restos anteriores. El canal discurre en la cresta del peñón rocoso, a través de las calles Obispo Gandásegui, Conde Gazzola Di Ceretto, Domingo de Soto, Ildefonso Rodríguez, calle Colón, Plaza de la Rubia,

[10] Se encuentran documentadas dos arquetas históricas en esta zona: el Arca del Seminario y la situada en la Plaza de la Reina Doña Juana (Plaza de las Arquetas).

[11] Recientes excavaciones arqueológicas han sacado a la luz restos de origen romano en diversos puntos de la ciudad. La documentación ofrece pocos datos sobre la distribución urbana de agua. Se han querido interpretar como romanos algunas conducciones cerámicas en sección U, en la Plaza de la Reina Doña Juan, y un aljibe de la calle Colón.

Cronista Lecea, Plaza Mayor, Marqués del Arco, Daoíz, Plaza Juan Guas- hasta alcanzar la fortaleza. El trazado urbano apenas ha sufrido modificaciones. Destacar únicamente la ampliación la calle Cornista Lecea en 1921,[12] antigua calle Corronería, donde según las fuentes históricas, el ancho de la calle apenas superaba en unos palmos la anchura del canal madre que lo había configurado según explica Antonio Ruiz. Mediante un sistema de canalizaciones conocido como "mercedes", el agua se distribuía por la ciudad, tanto a viviendas particulares como fuentes públicas.

Cada propietario pagaba una parte correspondiente, con la condición de mantener en óptimas condiciones la canalización, así como almacenar en albercas, aljibes o pozos el agua sobrante. El estudio de la posición de pozos y albercas en la ciudad permite determinar un posible sistema de canalizaciones. El asentamiento medieval se desarrolla en torno al canal del Acueducto: palacios, mercado, canonjías, hasta alcanzar la principal fortaleza, el Alcázar, marcado por el privilegio de disponer agua corriente en el interior del recinto.

A su paso, se provisionan de agua, entre otros, al barrio de San Juan de los Caballeros, el Palacio de Enrique IV y las casas señoriales de la Plaza de San Martín, el palacio de Arias Dávila, o el Palacio del Marqués del Arco y la Casa de López de Losa, actual Colegio de Arquitectos, ya en la calle Daoíz. Las instituciones religiosas hicieron acto de presencia, incluso abandonaron los complejos monásticos del Eresma para instalarse en el recinto amurallado como el Convento de los Huertos, abandonando su antigua ubicación por las continuas crecidas del Eresma. Encontramos la Iglesia y Colegio de la Compañía de Jesús, las Carmelitas.

Descalzas, el Convento de la Merced (extinto) o el barrio de las Canonjías, cuya composición tipológica responde a la necesidad de adaptarse a la pronunciada pendiente del terreno al tiempo de configurar un espacio enclaustrado en el interior de la muralla y próximo a la antigua catedral de Santa María, en la plazuela del Alcázar.

Previo a su entrada en el recinto amurallado, el acueducto configura la alineación urbana del barrio de El Salvador, uno de los principales arrabales y núcleo de la actividad pañera. Aún quedan vestigios de la actividad pañera en la configuración tipológica de la edificación gracias a los tiradores o secaderos en el ático. El único documento que describe fehacientementeel sistema de canalización en el tramo extramuros lo

[12] Proyecto alineación a cargo de Joaquín Odriozola tramitado por el Ayuntamiento el 31 de julio de 1910 (A. Ayto IX-3-5).

encontramos en "El Viaje del Agua", un documento gráfico, sin descripción adjunta, fechado posiblemente en 1860.

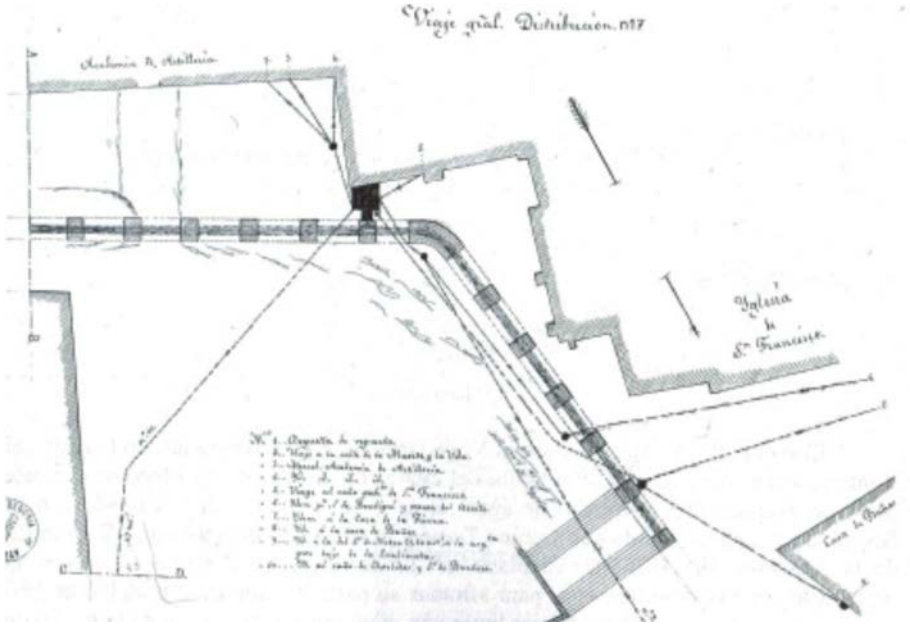


Figura 5. El viaje del agua.

Las 25 páginas en tamaño folio permite visualizar tanto la distribución de agua a partir de las cerbatanas como la alineación existente en la época. En más de un siglo el espacio adyacente a la puente seca se ha visto alterado por la masiva construcción de edificaciones inconexas con el entorno o la demolición de gran parte de ellas que "afeaban la imagen" en la plaza del Azoguejo y Oriental. En este último caso, la reorganización del espacio ha vaciado y suprimido el sentido funcional de tal insigne infraestructura tras su jubilación a mediados del siglo XX. Al igual que en el espacio intramuros, en las proximidades del acueducto se asientan instituciones religiosas y casas señoriales. A su paso, se han establecido, el convento de San Francisco (actual Academia de Artillería), el Monasterio de San Antonio el Real (antiguo palacio de recreo mandado construir por Enrique IV en 1455 en la finca "El Campillo"), el Convento de la Concepción, el Monasterio de las Humilde Encarnación o de Santa Rita o el Convento de Santa Isabel (conocido en el siglo XV como Santa Clara la Vieja).

OTROS RECURSOS HIDRÁULICOS DE LA CIUDAD

Pese a la incidencia destacada de los dos ríos, dentro de la ciudad existen otros cauces fluviales, sistemas de regadíos en los valles o de recogida de aguas que canalizaban el agua sobrante en el interior de la ciudad. En el primer caso destaca el arroyo Ciguiñuela, un torrente el enlace de las estribaciones de la sierra de Malangosto que culmina en el Eresma tras organizar en parte el barrio de San Lorenzo. Por otra parte, el desarrollo hortícola del valle del Eresma configuró un sistema de caceras de riego

de huertas hoy vigentes: cacera de regantes del Caño del Obispo, de San Lorenzo de la Borra, del Caz de Monasterio del Parral y la servidumbre de aguas del Caño del Puente la Castellana. Se tiene noticias desde 1441 de la Cacera de Regantes de San Lorenzo, año en el que se dictaminan nuevas ordenanzas a partir de un "libro antiguo". Todo parece indicar la existencia del canal en tiempos de la repoblación e incluso durante la dominación de la ciudad en época musulmana.

Del tercer grupo, las documentos históricos hacen referencia al arroyo de los Alemanes, formado por los sobrantes de aguas de las huertas y casas del núcleo habitado por un grupo transpirenaico proveniente del Cerrillo del Salvador; oro cauce de recogida de agua es el Alamillo, un regato que canalizaba las aguas sobrantes de las mercedes de agua y las de lluvia recogidas por el alto barrio de El Salvador y las enviaba hacia el Eresma, pero que ha desaparecido por completo tras la urbanización de dicho barrio. Dentro del recinto murado, hay referencias al arroyuelo Vallejo que desciende desde la calle del Barranco hasta la Puerta de Santiago, formado por las aguas que desciendes por la calle Escudero y otras próximas a la plaza Mayor. A su paso, el agua se empleaba en el riego de huertas o jardines o se canalizaba hasta albercas bajo tierra.

CONCLUSIONES

Desde los más remotos tiempos hasta principios del siglo XX, los segovianos han calmado su sed y han satisfecho las necesidades hídricas, gracias al agua que le proporcionaba el Acueducto, los manantiales y los ríos que flanquean la ciudad amurallada. Sin embargo, las nuevas condiciones propias de los tiempos contemporáneos, dejaron obsoleto el sistema tradicional de abastecimiento de agua y hubo que recurrir a otros sistemas para solucionar los nuevos problemas que los adelantos técnicos demandaban, con la jubilación definitiva del acueducto y la entubación del arroyo Clamores, convertido en principal cloaca de la ciudad.

Mayor repercusión alcanzó en la industria: la falta de una renovación totalitaria del sistema, así como la carencia de actitud empresarial por parte de los segovianos, conllevó a la desaparición de toda industria, afectando especialmente al Arrabal Grande y la modificación de la imagen urbana. El análisis exhaustivo del sistema de abastecimiento y el uso del agua como recurso energético constituye una herramienta clave para comprender la configuración del conjunto urbano en base al asentamiento industrial. El hombre juega un papel importante en la modificación del entorno, sin ser consciente de sus consecuencias. Lo demás será historia y recuerdo.

LISTA DE REFERENCIAS

ÁLVAREZ GONZÁLEZ, M. Isabel, M. Alcázar RUS RUIZ y Jorge SOLER VALENCIA, *La senda de los molinos. Patrimonio industrial del río Eresma*, Ayuntamiento de Segovia, Segovia, 2008.

BAEZA GONZÁLEZ, Tomas, *Historia de la Virgen de la Fuencisla y su Santuario*, Segovia, 1865.

CHAVES MARTÍN, Miguel Ángel, *Arquitectura y Urbanismo en la ciudad de Segovia (1750-1950)*, Cámara Oficial de Comercio e Industria de Segovia, Segovia, 1998.

GONZÁLEZ HERRERO, M., «El elemento popular en la constitución histórica de la Ciudad y Tierra de Segovia», *Estudios Segovianos*, Segovia, 1969.

GONZÁLEZ HERRERO, M., *Vida y muerte del Río Clamor. Una biografía del río de Segovia*. Diputación Provincial de Segovia, Segovia, 1997.

GONZÁLEZ TASCÓN, Ignacio, *Fábricas hidráulicas españolas*, Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, CEDEX, Madrid, 1987

LARRUGA BONETA, Eugenio, *Memorias políticas y económicas sobre los frutos, comercio, fábricas y minas de España*, t. X, XI, XII, XIII, Madrid, 1791.

LECEA Y GARCÍA, Carlos, *Recuerdos de la antigua industria segoviana*, Imp. Santander, Segovia, 1897.

MARTÍNEZ CABALLERO, Santiago (coord.), *Segovia romana I y Segovia romana II,* Obra Social y Cultural Caja Segovia, Segovia, 2000 y 2010.

MARTÍNEZ DE PISÓN, Eduardo, *Segovia, evolución de un paisaje urbano*, Colegio de Caminos, Canales y Puertos, Madrid, 1976.

MURRAY FANTOM, Glenn Stephen, *El Real Ingenio de la Moneda de Segovia, "fábrica industrial más antigua, avanzada y completa que se conserva de la humanidad"*, Cámara Oficial de Comercio e Industria de Segovia, Segovia, 2008.

RAMÍREZ GALLARDO, A., *Supervivencia de una obra hidráulica. El acueducto de Segovia*, Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Madrid, 1992.

RUBIO NOHEDA, Mercedes y, Mº Luisa OSA SÁEZ, *Recorrido por las fuentes naturales de Segovia y su entorno*, Obra Social y Cultural Caja Segovia, Segovia, 2000.

RUIZ HERNANDO, A., *Historia del urbanismo en la ciudad de Segovia del siglo XII al XIX*, t. I. Segovia, 1988.

SÁNCHEZ HERNÁNDEZ, Julio, «Voz del agua» en VV.AA., *Manantial II Época* nº8, H. de Carlos Martín. Segovia, 1958.

La energía termoeléctrica para el área metropolitana de Barcelona

La central de Fígols (1929) y la central de Cercs (1970)

Rosa Serra Rotés

Historiadora.
Coordinadora del Área de Desarrollo Económico Local de la Diputación de Barcelona.
serrarr@diba.cat
Febrero de 2016

The thermoelectric energy for the metropolitan area of Barcelona
The power plants of Fígols (1929) and Cercs (1970)

ABSTRACT

The thermal power of Figols (1929) and central Cercs (1971) were built in two different stages but with the same objective and strategy: supply the growing energy demand of Barcelona and its metropolitan area from the consumption of coal mining Berga. The historical context of its construction, its relationship with major utilities in Catalonia and Spain and the challenge of finding a new use for the obsolescence of these infrastructures is this communication.

KEY WORDS

Thermal power of Figols, thermal power of Cercs, «Carbones de Berga, SA», José Enrique de Olano, «Fuerzas Eléctricas de Cataluña, SA», FECSA, «Riegos y Fuerzas del Ebro SA», cuenca minera de Berga.

RESUMEN

Las centrales termoeléctricas de Fígols (1929) y Cercs (1970) se construyeron en dos etapas diferentes pero con un mismo objetivo estratégico: abastecer la creciente demanda de energía de Barcelona y su área metropolitana a partir del consumo de carbones de la cuenca minera de Berga. Del contexto histórico de su construcción, de su vinculación con las grandes empresas eléctricas de Cataluña y de España y el reto de encontrar un nuevo uso a la obsolescencia de estas infraestructuras trata esta comunicación.

PALABRAS CLAVE

Térmica de Fígols, térmica de Cercs, «Carbones de Berga SA», José Enrique de Olano, «Fuerzas Eléctricas de Cataluña, SA», FECSA, «Riegos y Fuerzas del Ebro SA», cuenca minera de Berga.

Las centrales termoeléctricas de Fígols (1929) y Cercs (1970) se construyeron en dos etapas diferentes pero con un mismo objetivo estratégico: abastecer la creciente demanda de energía de Barcelona y su área metropolitana a partir del consumo de carbones de la cuenca minera de Berga. Horacio Capel[1] demostró en 1994 que el rápido desarrollo de la electricidad en Cataluña fue posible por la existencia de un medio social, económico y técnico acogedor y a una capacidad de movilización de capitales, saber técnico, trabajo y gestión empresarial sin precedentes en España hasta ese momento. Estas características son las que explican también la existencia de las centrales de Fígols y de Cercs.

LA CENTRAL ELÉCTRICA DE FÍGOLS

La térmica de Fígols, de la que solo se conserva el edificio de calderas y el de turbinas, puesto que una vez clausurada en 1970 fue ocupada por la empresa «Cabi, SA» dedicada a la fabricación, distribución y venta de materiales para la construcción, principalmente de hormigón y derivados y a la explotación de canteras. «Cabi, SA» adapto la central para el almacenamiento y fabricación de materiales de construcción a partir de las cenizas generadas por la nueva térmica de Cercs.

Las magníficas fotografías del fondo FECSA custodiado en el Archivo Nacional de Cataluña permiten conocer, paso a paso, la construcción de la

[1] "La electricidad en Cataluña, una historia por hacer. Conclusiones" de *Las Tres Chimeneas. Implantación industrial, cambio tecnológico y transformación de un espacio urbano barcelonés*, Barcelona, FECSA, 1994, 3 vols., 226 + 222 + 226 págs. (vol. III, págs. 165-216). Trad. catalana: *Les Tres Ximeneies. Implantació industrial, canvi tecnològic i transformació d'un espai urbà barcelonés*, Barcelona, FECSA, 1994, 3 vols.

central.[2] Son una pequeñísima parte del impresionante legado formado por 40.108 imágenes (9.632 negativos B/N sobre vidrio, 969 positivos B/N sobre vidrio, 18.526 negativos plásticos, 1.136 diapositivas y 28.162 copias papel B/N y color), y 24 planos.[3]

La empresa «*Fuerzas Eléctricas de Cataluña, S.A.*» (FECSA),[4] fue creada por el industrial Juan March Ordinas (1880-1962) en 1951 para la producción, transporte y distribución de energía eléctrica. Para conseguir este objetivo adquirió los activos de «*Barcelona Traction, Light and Power*» conocida popularmente como *La Canadiense*, así como los bienes y capital de «*Riegos y Fuerza del Ebro S.A.*»,[5] «*Unión Eléctrica de Cataluña S.A.*»[6] y «*Energía Eléctrica de Cataluña S.A.*».[7] Todas estas empresas eléctricas habían sido decisivas en la segunda fase de la industrialización de Cataluña. FECSA disponía de las principales centrales hidráulicas de

[2] TENCI, R. i SERRA, R.: «La Central Tèrmica de Fígols, una història en imatges», a *L'EROL* núm. 116 (2013): Històries de la mina, p. 8-14, http://www.raco.cat/index.php/Erol/article/view/267248/362290

[3] El fondo FECSA conservado en el Archivo Nacional de Catalunya conserva una gran cantidad de imágenes de la construcción de la Térmica de Fígols. DÍAZ RODRÍGUEZ, M., MUNTADES, R. i TORRES, J. M.: «*El fons FECSA de l'Arxiu Nacional. Els arxius d'imatges de Riegos y Fuerza del Ebro SA (Barcelona Traction); Energia Eléctrica de Cataluña, S.A. i Compañía Barcelonesa de Electricidad, S.A.»,* Arxiu Nacional de Catalunya, 1998.

[4] CAPEL, H.: «La electricidad en Cataluña, una historia por hacer. Conclusiones», de *Las Tres Chimeneas. Implantación industrial, cambio tecnológico y transformación de un espacio urbano barcelonés*, Barcelona, FECSA, 1994, 3 vols.

[5] En 1911 se creó en Toronto (Canadá) la empresa «*Ebro Irrigation and Power Company Limited*», legalizada en España el mismo año con el nombre de «*Riegos y Fuerza del Ebro Sociedad Anónima*» (RFE), filial del holding empresarial «*Barcelona Traction Light and Power Company Limited*». Su objetivo era desarrollar el negocio de la producción y la distribución de electricidad en España. Inició la construcción de siete centrales hidroeléctricas en los ríos Noguera Pallaresa y Segre que fueron fundamentales para satisfacer las necesidades energéticas crecientes de Barcelona y su entorno, donde se consumía el 90 % de la electricidad total de Cataluña. TARRAUBELLA I MIRABET, X.: «*Barcelona Traction y su labor en la explotación hidroeléctrica de los ríos del pirineo leridano entre 1912 y 1935»,* en Simposio Internacional *Globalización, innovación y construcción de redes técnicas urbanas en América y Europa, 1890-1930. Brazilian Traction, Barcelona Traction y otros conglomerados financieros y técnicos*, Universidad de Barcelona, Facultad de Geografía e Historia, 23-26 de enero de 2012.
http://www.ub.edu/geocrit/Simposio/cTarraubella_Barcelona.pdf

[6] URTEAGA, L.: «El proceso de electrificación en Cataluña (1881-2000)». En Salvador TARRAGÓ (ed): *Obras Públicas en Cataluña. Presente, pasado y futuro*. Barcelona, Real Academia de Ingeniería, 2003, págs. 355-376.

[7] NADAL, F. «Energía Eléctrica de Cataluña y la hulla blanca de la Vall Fosca (1911-1925)». En Horacio CAPEL (dir). *Las Tres Chimeneas. Implantación industrial, cambio tecnológico y transformación de un espacio urbano barcelonés.* Barcelona: FECSA, 1994, vol. 2, pág. 83-123. Reproducido en *Scripta Vetera. Edición Electrónica de Trabajos Publicados sobre Geografía y Ciencias Sociales*. http://www.ub.es/geocrit/sv-112.htm

Cataluña, ubicadas en las cuencas del Flamisell y del Cardós (afluentes del Noguera Pallaresa), el Noguera Pallaresa (afluente del Segre), el Segre (afluente del Ebro) y del Ebro, y también en el Valle de Aran; tenía las centrales térmicas de Sant Adrià, Badalona, Fígols, en la provincia de Barcelona, y Utrillas (Teruel); participación en las central nuclear de Ascó (Tarragona); y también controlaba la empresa «*Fuerzas Hidroeléctricas del Segre SA*»,[8] las compañías mineras «*Carbones de Berga SA*» (fundada en 1911 por JE de Olano), y «*Minas y Ferrocarriles de Utrillas SA*» (fundada en 1900), entre otras grandes empresas. En noviembre de 1998 FECSA y ENHER se fusionaron y se incorporaron al grupo ENDESA.

José E. de Olano y la producción de la electricidad

La fundación de la térmica de Fígols está vinculada a la figura de José E, de Olano y Loyzaga (1957-1934),[9] ingeniero de minas, empresario y propietario de la mayor reserva carbonífera de Catalunya situada en la cuenca minera de Berga. Entre las muchas facetas destacables de Olano y Loizaga, como empresario y principal accionista de la empresa minera «*Carbones de Berga, SA*» destaca la que le vincula, desde su llegada a la cuenca minera, con la producción de energía eléctrica. El carbón de sus minas fue principalmente combustible para la industria y el transporte, pero también materia prima para la producción de electricidad.[10]

No fue hasta el final de su vida que la posibilidad de quemar carbón a pie de mina para generar termoelectricidad pasó a convertirse en una opción

[8] ARROYO, M.: «De las "Fábricas de la luz" a la creación de un sistema. La organización regional de Fuerzas Hidroeléctricas del Segre, 1920-1952», En *Simposio Internacional Globalización, innovación y construcción de redes técnicas urbanas en América y Europa, 1890-1930. Brazilian Traction, Barcelona Traction y otros conglomerados financieros y técnicos*, Universidad de Barcelona, Facultad de Geografía e Historia, 23-26 de enero de 2012.
http://www.ub.edu/geocrit/Simposio/cArroyo_Delasfabricas.pdf

[9] NOGUERA CANAL, Josep (2005): «José E. de Olano y Loyzaga, comte de Fígols (1858-1934),empresari i polític», a *L'EROL*, núm.85 (2005): Patrimoni geològic i miner, p. 22-26.
http://www.raco.cat/index.php/Erol/article/view/201152/287095

SERRA I ROTÉS, R.: «José Enrique de Olano (1858-1934). Enginyer, empresari i polític. aproximació biográfica», en IX Jornades d'Arqueologia Industrial de Catalunya, Barcelona, 12, 13 i 14 de desembre 2013. 50è Aniversari de l'Associació d'Enginyers Industrials fundada 1863.

[10] TENCI, R. i SERRA, R.: «La Central Tèrmica de Fígols, una història en imatges».

MOYANO JIMÉNEZ, F.: «*Un model d'empresa energètica local: "Gas Reusense" (1854-1969)»,* Fundació Gas Natural Fenosa, Biblioteca d'Història del gas, núm.7, 2012.

real y Olano pudo impulsar la construcción de la central térmica de Fígols. Hasta entonces el carbón era más rentable lejos de la mina, vendido especialmente para los industriales algodoneros instalados en cursos fluviales de los ríos Llobregat, Cardener y Ter, pero también para la industria cementera, la ladrillera, y los ferrocarriles. La energía que Olano necesitaba para modernizar la mina - la ventilación era indispensable para conseguir no solo seguridad sino también una mayor capacidad de explotación- la consiguió a partir de otros sistemas, no menos notables, que le permitieron comercializar la totalidad del carbón de sus explotaciones. Nos referimos a la construcción de una central de Gas Pobre y una central hidroeléctrica.[11]

Ambas centrales fueron capitales para la modernización de las explotaciones de los dos complejos mineros iniciales,— la mina San José del grupo Fígols y la mina Far o San Joaquín de La Nou—, pero también para el funcionamiento del lavadero de carbón situado junto a la estación Fígols-Las Minas del ferrocarril Manresa-Guardiola alimentado por una línea trifásica de 5.000v.[12] Este interés por la producción de electricidad, y más concretamente de hidroelectricidad ya quedaba manifiesta en la escritura de constitución de la empresa CBSA en 1911; en dicha escritura se especifica claramente que la empresa se dedicaría al estudio y adquisición de saltos de agua, construcción el aprovechamiento de las obras necesarias para el aprovechamiento «*de su fuerza en toda clase de empresas mineras y de aplicaciones eléctricas*».[13]

A comienzos de la década de 1920 y como consecuencia de la crisis económica provocada por el final de la Primera Guerra Mundial,[14] Olano se planteó destinar una parte de la producción de carbón a la generación de termoelectricidad con la construcción de una central térmica a pie de mina. Para ello estableció contactos con la compañía «*Cooperativa de*

[11] COROMINAS, R. y COROMINAS, J. (1997): «La central hidroelèctrica del Collet a Guardiola de Berguedà)», a *L'EROL*, Núm.: 54 (1997): La mineria del carbó al Berguedà, p. 30- 32.
http://www.raco.cat/index.php/Erol/article/view/172516/250872

SERRA ROTES, R.: «Les colònies mineres de Sant Corneli, Sant Josep i la Consolació (Cercs, Berguedà)», a *L'EROL* (2005): Núm.: 86-87 150 anys de colònies industrials, p. 40-44.
http://www.raco.cat/index.php/Erol/article/view/201104/287112

[12] *Revista Minera*, Tomo 60, año 1909, p.22.

[13] Escritura de constitución de la empresa «*Carbones de Berga SA»,* 17 de febrero de 1911. Archivo Museo de les Mines de Cercs.

[14] HAUSMAN TARRIDA, Carol: «*Carbón de piedra. Un mundo que desaparece. Tomo I. La historia de Carbones de Berga a través de sus personajes»*, (inédito), p. 96.

Fluido Eléctrico»[15] que tenía centrales hidroeléctricas en los ríos Segre y Alto Cardener, pero el proyecto no cuajó, y finalmente esta compañía eléctrica construyó la central térmica de Adrall (Alt Urgell, Lérida).[16] Olano no desfalleció en su intento y mantuvo conversaciones con Francesc Cambó (1876–1947) quien, con otros industriales, había fundado la «*Compañía Hispano Americana de Electricidad, SA*» (CHADE),[17] pero tampoco consiguió su objetivo. No era fácil, porque además de construir la central térmica, lo que necesitaba Olano era una red de distribución de electricidad de alta tensión que no tenía.

Para la distribución de la electricidad Olano y CBSA se asociaron con una empresa del sector, «*SA Impulsora de Negocios Eléctricos*», para fundar una sociedad que tenía como objetivo distribuir la energía eléctrica. El proyecto, una vez más no prosperó, y tampoco el de participar en el proyecto que en 1926 impulsaba el Ministerio de Trabajo, Comercio e Industria para el diseño y la ejecución de la llamada Red Nacional de Energía Eléctrica que, conjuntamente con la red de las diferentes compañías de distribución, habían de conectar las centrales térmicas e hidráulicas con los centros de consumo.

El concurso hizo que diferentes empresarios y empresas presentaran ofertas y elaboraran proyectos, y es en este contexto, de construcción de la red, que Olano entra en contacto con Alfredo Viñas Heras, director general de la compañía «*Energía Eléctrica de Cataluña*» (EEC)[18] para la construcción de la central de Fígols. El contrato firmado en diciembre de 1929 comprometía a Olano a suministrar el carbón a precio de coste a cambio que EEC abonara a CBSA una cantidad por cada KW/h producido

[15] ZAAR, M-H.: «Cooperativas de producción, distribución y consumo de electricidad en España en el primer tercio del siglo XX. Un análisis socioeconómico», En *Simposio Internacional Globalización, innovación y construcción de redes técnicas urbanas en América y Europa, 1890-1930. Brazilian Traction, Barcelona Traction y otros conglomerados financieros y técnicos*, Universidad de Barcelona, Facultad de Geografía e Historia, 23-26 de enero de 2012.
http://www.ub.edu/geocrit/Simposio/cZaar_Cooperativas.pdf

[16] OBIOLS PEREARNAU, Ll. : «Conca Carbonífera de la Seu d'Urgell», Direcció General d'Energia i Mines de la Generalitat de Catalunya i Universitat Politècnica de Catalunya, 2004.

[17] DALLA-CORTE CABALLERO, G.: «Empresas, Instituciones y red social. La Compañia.
Hispanoamericana de Electricidad (CHADE) entre Barcelona y Buenos Aires», En *Revista de Indias,* vol. LXVI, núm. 237, 2006, p. 519-544.

[18] BONETA, M.: «La Vall Fosca: Els llacs de la Llum. Desenvolupament socioeconòmic a començaments del segle XX». Tremp: Garcineu Edicions, 2013.
ARROYO, M.: «De las "fábricas de luz" a la creación de un sistema. La organización regional de Fuerzas Hidroeléctricas del Segre», 1920-1952.

en dicha central, cantidad revisable en función de los futuros incrementos de las tarifas eléctricas.[19] La colaboración con EEC, integrada más tarde al grupo *Barcelona Traction*, favoreció desde el primer momento a CBSA. En la memoria de empresa de 1928 se destaca que en períodos de intensa sequía la compañía minera podía disponer, por parte de EEC, de «*una acometida auxiliar desde su línea de 22.000 v que pasa por nuestras minas*».[20]

La primera central, de 1929-1931

Las obras se iniciaron en 1929 y finalizaron en 1931 de la mano de la empresa «*Riegos y Fuerza del Ebro, SA*», filial de La Canadiense. Aunque la potencia de la central de Fígols era limitada en comparación con las grandes centrales barcelonesas de Mata o Sant Adrià, la central de Fígols supone una novedad interesante en la estrategia productiva de la *Barcelona Traction* puesto que las centrales existentes hasta 1925 estaban orientadas específicamente el abastecimiento urbano.[21] La de Fígols, como la de Adrall, constituye un ejemplo típico de central de bocamina, encaminada al aprovechamiento de los yacimientos locales de lignito, y para suministrar electricidad a la zona industrial próxima a Barcelona. Adrall y Fígols complementaban el primer sistema de producción formado por las centrales barcelonesas.

Figura 1. La central de Fígols en 1944. (ANC- FONS ANC1-211 / FUERZAS ELÉCTRICAS DE CATALUÑA, S.A. (FECSA). 215115-423768.

[19] HASUMAN (inédito), p. 124-126.
[20] HASUMAN (inédito), p. 127-128.
[21] ALAYO I MANUBENS, J.C.: *L'electricitat a Catalunya. De 1875 a 1935*, Lleida, Ed. Pagès, 2007, p. 478-479.

La térmica constaba de dos calderas con un rendimiento máximo de 35 toneladas de vapor/hora a carga máxima continua, y un turbogenerador que tenía una potencia máxima de 10.000 kW. La central disponía de un condensador de superficie, y el agua procedía, primero del canal industrial de Berga y después de unos pozos cercanos.[22] El carbón utilizado para la alimentación de las calderas se transportaba por medio de un plano inclinado desde el nuevo lavadero de carbón, construido con este objetivo,[23] hasta la central, donde una vez pulverizado se utilizaba como combustible. Sin la obertura del socavón *Consolación,*[24] la modernización del sistema de transporte desde los tajos hasta los vagones mediante la instalación de los "*coladeros oscilantes*", la sustitución de tracción animal por locomotoras eléctricas, la instalación de nuevos y potentes ventiladores, la construcción del nuevo lavadero y la presencia del ingeniero Ramón M. Cerezo Blanco protagonista de este importante proceso de modernización llevado a cabo entre 1922 y 1934, no se puede entender la construcción de la primera térmica.

La CT Fígols se diseñó con dos turboalternadores pero en realidad sólo se instaló uno, construido por la casa «*British Thomson Houston*».[25] El turboalternador trabajaba a presión de 22 kilos/cm2 y una temperatura de 375ºC, y proporcionaba una potencia de 13.600 CV a 3000 rpm. El vapor se conseguía a partir de dos calderas de 671 m2 de superficie, que trabajaban a la presión de 25 kg /cm2 y una temperatura máxima de 400ºC; estaban equipadas para dos recalentadores con un total de 1908 m2 y estaban provistas de cámaras de combustión del sistema Bailey,

[22] CAPEL, H. y URTEAGA, L. (1994), vol. 2.

[23] Las obras de construcción del nuevo lavadero de carbón conocido popularmente como «*la llimpia*» que incorporaba tanques o espesadores Dorr, se iniciaron en 1928, siendo el primer edificio de cemento armado de la comarca del Berguedà. La gran estructura fue contratada a «*Compagnie de Fives-Lille*», una de las grandes empresas de ingeniería de Francia especializada en la fabricación de locomotoras de vapor, pero también en imponentes obras como la estructura de acero de Gare d'Orsay, los ascensores de la Torre Eiffel o puentes colgantes en el Danubio. En 1918 trabajaban en los talleres de Fives-Lille 8000 obreros.

[24] Las obras de construcción del socavón *Consolación* o *Mina Nova* se iniciaron en 1922 y se alargaron durante ocho años. Sus 1700 metros de longitud permitieron centralizar todo el transporte de entrada y salida de la explotación y fue considerada la obra más importante acometida por CBSA a lo largo de su historia. En 1928 la *Revista Minera* (tomo 79, 1928, p. 328) evaluaba en 126.589 pesetas el revestimiento de 300 ml de galería, y en 44.767 pesetas la prolongación del plano inclinado Natalia.

[25] BTH era una empresa de ingeniería británica especializada en la fabricación de maquinaria pesada. Con sede en Rugby, Warwickshire como filial de la americana *General Electric*, y famosa por sus sistemas eléctricos y turbines de vapor.

alimentadas por carbón pulverizado. La chimenea de la central, de unos 50 metros de altura, escupía el humo de un carbón, lignito, que podía llegar a tener un 30% de cenizas y un 8% de azufre. La central consumía carbón en polvo que previamente se había tratado en el moderno lavadero de carbón inaugurado en 1931.

La central se conectó a la estación transformadora de Vic en 1931 mediante una línea de alta tensión de 84 kilómetros, alimentada por cuatro transformadores monofásicos de 3000 KVA a las tensiones de 6.300 / 23.200 V.[26]

La reforma de los años 40 del siglo XX

Los efectos de la guerra fueron terribles para en las instalaciones productoras de electricidad y para la red de transporte. La potente central de Sant Adrià fue dinamitada, la de Carrera quedó también fuera de servicio por avería en los alternadores, y la de Mata muy disminuida su capacidad de producción. En diciembre de 1939 la potencia instalada en las centrales térmicas de *La Canadiense* había reducido a poco más de un 20 % de la capacidad disponible en 1935.[27]

En enero de 1939 las tropas republicanas en retirada inutilizaron la central de Fígols que hasta estos momentos había funcionado sin interrupción. En 1941 se acordó realizar importantes obras de modernización que tuvieron lugar entre 1943 y 1944. Las calderas fueron sustituidas por unas nuevas, de la casa «*Badcok and Wilcox Company*», una empresa estadounidense que, desde el 1918, asociada con la «*Compañía de los Caminos de Hierro del Norte de España*», fabricaba calderas de vapor, turbinas hidráulicas, grúas, transportadores, locomotoras diésel, y toda clase de motores y engranajes en sus factorías de Sestao y Galindo, en Vizcaya. Las calderas de esta firma eran muy eficaces y se instalaron en todos los países que modernizaban sus sistemas de generación de electricidad, convirtiéndose en el paradigma de la generación de termoelectricidad. También se instaló una nueva turbina de la casa suiza «*Brown, Boveri & Cía.»,* que proporcionaba una potencia de 19.600 CV a 3000 rpm, y el alternador daba 16.000 kVA a 6000 V.[28]

[26] ALAYO I MANUBENS (2007), p. 479.
[27] CAPEL, H. y URTEAGA, L. (1994), vol. II, p. 66 i 67.
[28] ALAYO I MANUBENS (2007), p. 479.

CBSA, FECSA Y LA CENTRAL ELÉCTRICA DE CERCS

En 1960 CBSA había iniciado el proceso de modernización de la explotación 01 de *La Consolación* con la sustitución del sistema transporte con canales oscilantes por el de transportadores blindados y el arranque mecánico con cepillo Westfalia, pero no disponía de capital para introducir estos avances técnicos en las explotaciones 03 y 05. Una serie de problemas imprevistos -la inutilización de la 01 debido a una gran cantidad de barro y la existencia de una potente capa de marga en la 03- obligaron a destinar todos los esfuerzos a la mecanización de la explotación 05, la única alternativa posible para evitar el cierre de la mina. También era necesario iniciar la construcción del proyectado Plano Santa Isabel I y II, y sus galerías auxiliares para comunicar las explotaciones con el socavón Consolación.

Manuel Portis Valls (1915-1988)[29] un ingeniero de minas que conocía la empresa y la mina muy bien por qué trabajaba en ella desde 1941, y Eduardo Garbayo Oliver (1916-1986) director técnico de la explotación, habían impulsado y dirigido el plan de modernización.[30] Las importantes obras que quedaban pendientes aceleraron la venta de CBSA a FECSA, y la retirada de la familia Olano del accionariado de la empresa que había fundado el primer conde de Fígols en 1911.

Fue un traspaso esperado y fácil; la dirección general de CBSA continuó bajo la dirección de Manuel Portis acompañado por Juan Hernández Arbós y Juan Alegre Marcet.[31] Alegre fue Presidente del Consejo de Administración de CBSA durante un el corto período de tiempo entre diciembre de 1975 y finales de 1976, en que FECSA y CBSA tuvieron de gestionar la crisis provocada por la explosión de grisú de noviembre de 1975 que provoco la muerte de 30 mineros.[32] Hernández y Alegre habían participado activamente en la operación que puso fin a «*Barcelona*

[29] HAUSMANN TARRIDA, C.: *Carbó de pedra. Un món que desapareix, Vol. II. Segona part de la historia de Carbons de Berga SA*, La Pobla de Lillet 2009, p. 57.

[30] PORTIS VALLS, Manuel y GARBAYO OLIVER, Eduardo (1966): «Mecanización del arranque con cepillo Westfalia en las minas de la cuenca de Berga», En *Segunda Jornadas Nacionales Minero Metalúrgicas*, Sevilla octubre de 1964, Madrid.

[31] CAPEL, H. (Dir.): *Las Tres Chimeneas.*

[32] SERRA ROTÉS, R.: «Crònica oficial d'un accident. Explosió a la mina. 9h/ 3.11.1975/NIVELL 09. MINA CONSOLACIÓN/ COTO MATILDE/SERCHS, FÍGOLS-LAS MINAS», a *L'EROL* (2015), núm. 126: Miners i mineria. 40 anys de l'accident de La Consolació, p. 38-45.

Traction» y en la posterior creación de FECSA,[33] y por tanto contaban con la confianza absoluta de la familia March. Alegre dirigió muchos años FECSA y también el sector eléctrico en España.

La visita de Franco a la cuenca minera de Berga y la construcción de la central de Cercs

El viaje que Franco realizo en junio de 1962 a Cataluña fue intenso – una larga lista de inauguraciones- y extenso en el tiempo, —veintiún un días, del 22 de junio hasta el 12 de julio—, alternado con estancias de descanso en el Palacio de Pedralbes y en el yate Azor. Le acompañaban, además de su esposa Carmen Polo, algunos de sus ministros entre los que cabe destacar a un joven Manuel Fraga –ministro de Turismo y Propaganda que había organizado con mucho éxito la campaña *25 Años de Paz* y que tenía el encargo de preparar la campaña del referéndum de 1966— y el catalán Laureano López Rodó, impulsor junto al economista Fabià Estapé del III Plan de Desarrollo, que fue nombrado Ministro de Economía en 1965, convirtiéndose en uno de los ministros tecnócratas de más peso.

El 2 de julio Franco visitaba Berga.[34] El apretado programa de actividades que combinaron política, religión y económica, es fruto de la influencia del que fue alcalde de Berga y diputado provincial entre 1958 y 1979, Juan Noguera Sala,[35] y muy especialmente del equipo directivo de FECSA. La compañía eléctrica era una empresa importante no solo en el mercado catalán; en estas fechas Juan March Servera, hijo del fundador de la compañía y director de FECSA entre 1952 a 1966, ya había dejado paso a su sucesor, Felipe Lafita Babio, un ingeniero vasco con una importante formación académica — ingeniero naval, aeronáutico e industrial— catedrático en diferentes escuelas superiores, presidente de Minas de Utrillas y vocal de CBSA, además de vocal de la Empresa Nacional de Aluminio y consejero-director general de FECSA entre 1966 y 1971.

FECSA estaba interesada en aumentar la generación de energía Termoeléctrica y diversificar la producción que hasta entonces era

[33] CAPEL; H.: «Estrategias espaciales de Barcelona Traction: la creación de Catalonian land», a *Simposio Internacional Globalización, innovación y construcción de redes técnicas urbanas en América y Europa, 1890-1930. Brazilian Traction, Barcelona Traction y otros conglomerados financieros y técnicos*, Universidad de Barcelona, Facultad de Geografía e Historia, 23-26 de enero de 2012.

[34] SERRA ROTÉS, R., BOIXADER, a. Y PONS, Q.: «1966. La visita de Franco a Berga», en *L'EROL*, Núm. 124 (2015): Els anys 60: una dècada prodigiosa, p. 28-34.

[35] Su carrera política estuvo marcada por la militancia falangista. Fue alcalde de Berga de 1958 hasta 1979, y diputado provincial durante el mismo período.

mayoritariamente de origen hidráulico y fuel (centrales de Badalona y La Mata). El incremento de la demanda de electricidad había impulsado las obras de construcción de la central termoeléctrica de Escucha (Teruel) que se inauguró en 1967.

Fue el ingeniero jefe de CBSA, Manuel Portis el encargado de defender ante Franco y su comitiva el proyecto de construcción de la nueva térmica de Cercs. Una defensa clave para conseguir no solo la autorización para la construcción, sino también financiación y futuro para una cuenca minera que estaba condenada a morir si no se lograba destinar la totalidad de la producción a la obtención de energía termoeléctrica en una moderna central. El proyecto obligaba también a la modernización y mecanización del sistema de explotación —el sistema de fortificación autoavanzable conocido popularmente con el nombre de pilas rusas— a partir de la introducción de una moderna maquinaria procedente de la URSS, un país con el que España no tenía relaciones diplomáticas ni comerciales.[36]

FECSA consiguió adquirir esta moderna maquinaria vía Alemania a la empresa soviética «*Machines Export*» de Moscú a través de la empresa EPYRSA previa autorización del Ministerio de Comercio[37] y a través de una estratégica diplomática muy bien tejida por Gregorio López Bravo, que desde 1959 era director general en el Ministerio de Comercio y que en 1962 fue nombrado Ministro de Industria y el 1969 Ministro de Asuntos Exteriores. López Bravo impulsó las relaciones comerciales y diplomáticas entre España y los países del Este de Europa.

Los ingenieros de CBSA y de FECSA prepararon con mucho cuidado la entrevista con Franco, y encargaron a Manuel Portis, —el hombre que mejor conocía la cuenca minera, los sistemas de explotación y las oportunidades de la cuenca—, la defensa de la nueva central térmica. Un cuidado informe de 30 páginas[38] que, con el título *La cuenca minera de*

[36] PEREIRA CASTAÑARES, J. C.: «España y la U.R.S.S. en una Europa en transformación»,
Cuadernos de Historia contemporánea 15, Madrid 1993. Cuadernos Universidad Complutense,
p. 189-206.

[37] PORTIS VALLS, Manuel i GARBAYO OLIVER, Eduardo (1966): "Mecanización del arranque con cepillo westfalia en las minas de la cuenca de Berga,"
SERRA ROTÉS; Rosa: «Del racionamiento al desarrollismo (1939-1975): la cuenca minera de Berga (Barcelona)», *VI Congreso para la Conservación del Patrimonio Industrial y la Obra Pública en España*. *Patrimonio industrial en el contexto histórico del Franquismo (1939-1975).*
http://www.um.es/hisminas/wp-content/uploads/2012/06/Texto-completo1.pdf

[38] *Cuenca minera de Berga*, Carbones de Berga SA 1966.

Berga (Barcelona). 1966, es una buena radiografía de la minería bergadana que argumenta la instalación de una gran central termoeléctrica en bocamina para asegurar el consumo del carbón de la cuenca, resolver «*los problemas sociales y económicos de la comarca*» al tiempo que *«constituiría una importante fuente de energía para la nación»*

En noviembre de 1966 el Ministerio de Industria anunciaba la convocatoria de un concurso para la instalación de una nueva térmica en Cercs, concurso que ganó sin dificultades FECSA que presentó un proyecto industrial integrado que consistía en producir carbón para generar energía eléctrica y fabricar cemento: los estériles de la mina, calizas y margas, mezcladas con carbón, se aprovechaban en la fábrica de «*Cementos de Fígols, SA*» fundada por las familias Olano y March en la finca de La Casassa, propiedad de CBSA, que había comenzado a funcionar el 30 de noviembre de 1962.[39] En 1967 FECSA adquiría la totalidad de las acciones de la empresa CBSA con el objetivo de modernizar la explotación y conseguir suficiente carbón, y a precios ajustados, para alimentar una futura central térmica que proyectaba construir a pie de mina.

La central Térmica de Cercs

La construcción de la CT de Cercs,[40] junto con la del embalse de la Baells (1970-76), fueron las dos obras de ingeniería más espectaculares construidas en la cuenca minera a lo largo del s. XX. Su emplazamiento se justifica no sólo por la proximidad a los centros de extracción del combustible -la central se construyó cerca de la mina la Consolación- y del lavadero de carbón, sino también porque era el lugar más adecuado para poder obtener grandes cantidades de agua para su funcionamiento. Con todo, fueron necesarias importantes obras de cimentación y movimientos de tierra para hacer una explanada artificial en un punto con una orografía especialmente compleja.

Fue el equipo de ingenieros de la empresa FECSA quien escogió el emplazamiento, muy cerca de la explotación más importante de la empresa minera CBSA, la Consolación, y del torrente de la Garganta, suministro indispensable de agua para el funcionamiento de la central. Se

[39] COROMINAS CAMPS. R.: «Ciments de Fígols, S.A. (CEFISA). Resum històric d'una indústria desapareguda», En *L'EROL* núm.62, Berga 1999, p. 21-25.

[40] FONT, E. I SERRA,R.: «El Carbó», *Col·lecció Biodiversitat i tecnodiversitat* núm.2, Museu Nacional de la Ciència i la Tècnica de Catalunya, 2003.

disponía pues, y en abundancia, de carbón y de agua. Las obras se iniciaron en 1968 y la central entró en pleno funcionamiento en 1971 —inaugurada oficialmente el 12 de agosto—, después de un año de pruebas intensas. La construcción fue rápida pero compleja; rápido porqué duró tres años y compleja por las dificultades provocadas por los continuos deslizamientos del terreno, la complejidad del sistema de canalización de aguas y el transporte de la maquinaria alemana desde el puerto de Barcelona hasta Cercs, a más de 150 km de la capital. Para garantizar los ritmos de construcción fue preciso trasladar más de 800 trabajadores, puesto que en la comarca no había mano de obra disponible en unos años en que la mina y la industria textil ocupaban a muchos trabajadores. Una parte importante de este elevado número de trabajadores, mano de obra no cualificada, procedía de los países del norte de África, especialmente de Marruecos.

La empresa construyó, muy cerca de la zona de obra, un gran campamento en el cual, además de alojamientos comunitarios, se disponía de los servicios más básicos (comedor, duchas, cantina, dispensario médico, etc.). El campamento fue ocupado de nuevo, entre 1972 i 1976, por los trabajadores de las empresas que construyeron la presa del embalse de la Baells (Cercs), el viaducto y la red de carreteras que fueron precisas.

La central, con una potencia de 160 MW, inició su puesta en marcha quemando lignito de la cuenca berguedana, un carbón con un elevado contenido de azufre que provocó, muy rápidamente, los terribles efectos de la lluvia ácida. El grupo ecologista Alternativa Verda denunció a la empresa y al director de la central térmica por las altas emisiones de óxidos de azufre por lo que el juez de primera instancia de Berga dicto auto de procesamiento en 1985 que fue fallado a favor de los denunciantes e imponiendo la primera multa por delito ecológico del estado español. La sentencia fue ratificada en 1990 por el Tribunal Supremo.[41]

La empresa FECSA introdujo las soluciones técnicas oportunas para corregir las emisiones cumpliendo con la sentencia y con la normativa de la CEE. Se inició la construcción de la planta de desulfuración de la central y desde 1989 las emisiones se controlaron desde la *Xarxa de Vigilància i Previsió de Contaminació Atmosfèrica de Catalunya* (XVPCA) del Departamento de Medi Ambient de la Generalitat de Catalunya que,

[41] http://www.verds-alternativaverda.org/upload/DelEcoCercs-completbr.pdf

contactada al sistema informático IMPACT II, evaluaba la calidad del aire de la zona próxima a la central hasta el cierre definitivo de la central en diciembre de 2011.

Hasta 1985 la totalidad del carbón consumido en la central de Cercs era lignito de la cuenca minera de Berga. Llegaba a la central mediante dos sistemas de transporte: el carbón de CBSA llegaba director del lavadero a partir de un complejo sistema de cintas transportadoras. El carbón del municipio vecino de Saldes, explotado por la empresa Carbones Pedraforca, SA, llegaba al parque de carbón transportado por camiones. A partir de 1985, la central comenzó a quemar carbones de importación, sobre todo hulla sudafricana que tenía una proporción de azufre inferior a la del carbón local, con el objetivo de reducir las emisiones de dióxido de azufre que podían contribuir a la lluvia ácida. Desde 1991, y como consecuencia del fin de la actividad extractiva de la empresa CBSA, la central se alimentó, en un 60% de lignito comarcal proporcionado por Carbones Pedraforca, SA (Saldes) y el 40% de hulla sudafricana, y también de aportaciones memores de carbón procedente de Maquinenza.

Figura 2. La central de Cercs en una fotografía aérea de 1999 (Foto Luigi. Archivo Museu de les Mines de Cercs).

El carbón se almacenaba en el parque de la central, donde se acumulaban reservas no inferiores a 100.000 Tm. Des del parque de almacenaje diferentes cintas transportadoras transportaban el carbón a los cuatro molinos independientes que lo trituraban y lo introducían en las calderas — con capacidad para quemar 2.500 Tm de carbón diarias a una

temperatura máxima de 1.400° C — donde mediante ocho quemadores se inicia el proceso de combustión. Para poner en marcha la central se disponía de una caldera complementaria que inyectaba fuel-oíl que activaba la puesta en marcha de manera rápida, acelerando la combustión del carbón más rápidamente.

La central producía 1,2 toneladas diarias de cenizas y escorias, una parte de las cuales eran aprovechadas por «Cabi, SA» para fabricar materiales de construcción (cemento cola, bloques de cemento, etc.). La chimenea, de 120 metros de altura (oscilación máxima por el viento en la cota superior 20 cm) expulsaba el humo una vez recorrido el sistema de filtros para evitar la lluvia ácida.

La central necesitaba grandes cantidades de agua procedente del torrente de la Garganta y de las aguas subterráneas, para poder funcionar. El agua captada en este punto, se almacena en un tanque de 10.000 m3 y, antes de entrar en el circuito de la central, es tratada en la planta depuradora para eliminar las sales disueltas, especialmente sulfatos y silicatos. Este proceso es complejo y caro, por lo que la central aprovechaba 150 t/h en circuito cerrado de las 500 t/h que necesitaba; las 350 t/h restantes se liberan en forma de vapor de agua desde la torre de refrigeración, una construcción de 103 m de altura y 68 m de diámetro de base.

EL FINAL DE CT CERCS

En septiembre de 2001 el grupo eléctrico ENDESA, del que formaba parte FECSA des de 1991 y por lo tanto la central Térmica de Cercs, vendió al grupo italiano ENEL la sociedad filial «Nueva Viesgo» y con ella la CT de Cercs. En 2008 Viesgo pasó a formar parte de la multinacional alemana E.ON que clausuró la central en diciembre de 2011, cuando se agotaron los 40 años de vida útil de la central y tras finalizar las 20.000 horas máximas de funcionamiento que establece el Plan Nacional de Reducción de Emisiones. Actualmente espera un nuevo futuro de la mano de diferentes proyectos relacionados con la producción de biomasa y con un centro de investigación científica dedicado a la promoción de las energías renovables que, de momento, no consiguen materializarse.

Comunicaciones

Sesión 3

El molino de viento.
El humilde patrimonio industrial de Castilla-La Mancha

Alba García Bernabé

Arquitectura por la Escuela Técnica Superior de Valencia y Máster en Conservación y Restauración del Patrimonio Arquitectónico por la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid. Actualmente compagina sus estudios en Historia del Arte por la UNED con una beca de formación en conservación y restauración en Patrimonio Nacional. Ha desarrollado y colaborado en proyectos de intervención en patrimonio encargados por la Dirección General de Patrimonio Histórico de la Comunidad de Madrid.

Febrero de 2016

The Windmill
The humble industrial heritage of Castile-La Mancha

ABSTRACT

The posible extinction of the windmill of La Mancha is imminent. Despite the different conservation and restoration initiatives undertaken, these buildings have not been understood in equity sense until a few years ago. At this time, unfortunately most of them could not been preserved.

Not only the windmills were built with local and poor materials, but also they have not been preserved over the course of time. On the other hand, new technologies like steam and electricity were overcoming the windmills along the first half of the twentieth century. The history of the mentioned machinery finish at this time.

Lack of rain scares peasants and farmers, so the construction of windmills was a great relief that opened other energetic opportunities and also reduced their reliance on the driving force of water. Therefore, the windmill ruled the local economy, taking a leading role in the urban layout of towns.

These values are being lost by the population of La Mancha, although the windmill is a key element of their heritage and it has great symbolic significance to understand the landscape of Castilla. Therefore, it is time to assert its importance and strengthen initiatives that support the preservation of these buildings.

This research was initiated because of the need to understand the manufacturing operation of the building and the study of its type, construction materials and machinery. It is also applicable to the location of flour windmills in Castilla-La Mancha, some of which form one of the most important historical and artistic groups in the region, Campo de Criptana.

KEY WORDS

Seminar, Architectural Heritage, Industrial Heritage, energy, windmill, Castilla-La Mancha, Campo Criptana.

RESUMEN

La posible extinción del molino de viento manchego es inminente. A pesar de las diferentes iniciativas de conservación y restauración llevadas a cabo, estas edificaciones no han sido entendidas en sentido patrimonial hasta hace pocos años, momento irremediable para la mayoría de ellas. No sólo los molinos de viento se construyeron con materiales propios del lugar, fundamentalmente materiales pobres, sino que no han sido conservados a lo largo del tiempo. Por otro lado, las nuevas tecnologías, el vapor y la electricidad, fueron derrotando a los molinos a lo largo de la primera mitad del siglo XX, finalizando la historia de dicha maquinaria en cuanto a su funcionamiento.

La escasez de lluvias atemorizaba a los campesinos y agricultores castellano-manchegos, a los que supuso un gran alivio la posibilidad de construir molinos de viento, abriendo otras posibilidades energéticas y dejando de depender de la fuerza motriz del agua, que en temporadas no era suficiente. Por tanto, el molino de viento regía la economía del lugar, tomando gran protagonismo en el trazado urbano de los pueblos manchegos.

Puesto que estos valores se están perdiendo y puesto que constituyen un elemento fundamental del patrimonio industrial manchego y adquiere gran importancia simbólica para comprender el paisaje de esta región, es el momento de reivindicar su importancia y fortalecer las iniciativas que apoyan la conservación de estas edificaciones y sus maquinarias como parte fundamental de la memoria del La Mancha.

Por este motivo se inicia este trabajo de investigación, volcado en la necesidad de comprender el funcionamiento fabril de esta construcción, el estudio de su tipología, materiales constructivos y maquinaría, así como en la localización de los molinos de viento harineros existentes en Castilla-La Mancha, algunos de los cuales forman uno de los conjuntos histórico- artísticos más importantes de la región, Campo de Criptana.

PALABRAS CLAVE

Seminario patrimonio arquitectónico, patrimonio industrial, energía, molino de viento, Castilla-La Mancha, Campo de Criptana.

EL PAISAJE MANCHEGO

Castilla la Mancha es una plana y extensa meseta situada al suroeste de la península ibérica, cuyos límites están definidos por una serie de sistemas montañosos. Su territorio abarca desde los Montes de Toledo hasta las estribaciones de la Serranía de Cuenca, y desde la Alcarria a Sierra Morena.

> La Mancha es una región sorprendente dentro de su aparente uniformidad. Se ha dicho de ella que es la más variada, desigual y de recio contraste de España. El viajero que se decida a visitarla deberá ir preparado para el deslumbramiento, pues del camino polvoriento se pasa a la más sugestiva cadena de lagunas, de la aldea sosegada a la industrial y populosa ciudad. Por tanto, hay que caminar con el ánimo y el entendimiento despejados, un poco a la manera de Alonso Quijano. (López Martínez, 1983)

En este sentido, la Ruta de los Molinos de Viento está íntimamente relacionada con las andanzas y aventura de Don Quijote y Sancho Panza, por lo que está plagada de simbología e historia (M. Cervantes). Francisco García Pavón defiende la idea de que si el Quijote se hubiese escrito en otro país diferente, la aventura de los molinos hubiese pasado desapercibida entre el resto de andanzas del personaje. Tal es la importancia de estos elementos arquitectónicos, que cada uno de los molinos de viento situados en este entorno geográfico posee nombre propio, sin embargo, de los cuarenta que se describen en la obra cervantina, pocos quedan en la actualidad, quedando mutilados en forma de ruina aquellos que sobrevivieron.

La región manchega sufre grandes sequías durante el verano y los ríos agotan su caudal, dado el abrasador calor, que deja los campos polvorientos. Esta escasez de lluvias atemoriza a los campesinos y agricultores castellano-manchegos, a los que supuso un gran alivio la posibilidad de construir molinos de viento, abriendo otras posibilidades económicas y dejando de depender de la fuerza motriz del agua, que en temporadas no era suficiente.

Por tanto, el molino de viento no sólo ha cumplido una función simbólica, como objeto fundamental en el paisaje manchego y como elemento que ha sido multitud de veces enunciado por la literatura española, sino que ha cumplido una clara función social y económica, que unifica el procedimiento agrario y fabril.

Ha configurado el sustento básico de la economía de muchos pueblos manchegos durante largos años de historia, por lo que su simbología en la población no es menos importante que el icono que supone a nivel paisajístico. Sin embargo, dado que la función de estos molinos se ha perdido, dadas las nuevas técnicas de molienda de grano y aparición de grandes fábricas de harina, la simbología del molino para las nuevas generaciones deja de tener importancia.

Como sistema tecnológico tradicional, esta edificación supone un intercambio de conocimientos entre distintas culturas a través de los siglos, por lo que su valor histórico también toma protagonismo.

RESEÑA HISTÓRICA

No se sabe de manera cierta el origen de los molinos de viento, pues se han presentado diferentes trabajos al respecto contradictorios, y todos ellos con argumentos de peso. Lo que es claro es que las referencias históricas sobre molinos de viento son muy posteriores a las existentes sobre los molinos hidráulicos, de los cuales aparece más documentación. Julio Caro Baroja en 1952 (Caro Baroja, 1953) presenta tres hipótesis de origen de los molinos de viento en función de los estudios realizados hasta el momento.

En primer lugar se sitúan las tesis que defienden que el mundo greco-romano conocía los fundamentos mecánicos y los principios del movimiento de la rueda expuesta a la acción del viento, sin embargo, no hay evidencia del uso de este sistema en el ámbito de la molinería. Exponen que los molinos fueron inventados por los griegos en el siglo I o II d.C., tomados posteriormente por los romanos y expandidos por todo el Imperio.

Otro grupo de estudios sostienen que los molinos de viento surgen en el contexto de las culturas arábiga y china hacia el siglo X, conocimiento que se expande con el islam por el Mediterráneo y llega hasta Europa a manos de los cruzados.

En última instancia Baroja sitúa los trabajos que opinan que esta técnica surge espontáneamente en el siglo XII en la Europa occidental, apoyados en los molinos de Holanda, Bélgica, etc. (Amezcua y otros). España fue uno de los primeros países mediterráneos en adoptar esta arquitectura. En cuanto a la aparición de estas edificaciones en La Mancha, Caro Baroja,

en su obra Los pueblos de España dice "La realidad es que antes de 1575 y también de 1393 eran conocidos los molinos de viento en Castilla y en la España cristiana, y puede pensarse que los primeros de tipo de torre fueron levantados en periodos muy oscuros de la Edad Media. Hay varios textos hispano-cristianos de fines de ella sobre molinos de viento". Afirma que dicha edificación resultaba más fácil y económica de construir frente a otros molinos, razón por la que proliferan los molinos de viento en España. Así, en el siglo X, en la España califal, aunque estaban más difundidos los molinos hidráulicos, los molinos de viento ya se conocían (Lévi-Proveçal, 1932). El primer molino de viento documentado en España se sitúa en Tarragona, que data de finales del siglo X o principios del siglo XI, sin embargo, se desconoce si era de eje horizontal o vertical.

Figura 1. Antón Van der Wyngaerde. Vista de Belmonte 1563-65.

En cuanto a las fuentes para documentar la localización y análisis de los molinos de viento cabe destacar "El libro del Buen Amor" del Juan Ruiz, Arcipreste de Hita, que en 1330 se refiere a ellos como aceña y atahonas. Puede referirse a los molinos de agua y los de sangre respectivamente. Una fuente de especial interés respecto a los molinos de viento en Castilla-La Mancha, es la obra de Pretel (Pretel Marina, 1986). Este autor incluye un documento de 1368 en relación a Chinchilla de Montearagón, por el cual: "Don Juan Manuel otorga al concejo de Chinchilla licencia para hacer molinos de viento". También cabe destacar dos fuentes iconográficas fundamentales: la colección de vistas de ciudades españolas de Anton Van der Wyngaerde (figura 1) realizada por orden de Felipe II y los dibujos de viaje de Brawn y Hoefnagel realizados entre 1563 y 1657, así como otras representaciones pictóricas.

Los molinos de viento se introducen en La Mancha a mediados del siglo XV y se difunden ampliamente por toda la comunidad autónoma en los siglos XVI y XVII. Su decadencia comienza a finales del siglo XIX, sin embargo, se mantienen en servicio hasta mediados del siglo XX. Sandóval Mulleras relata con tristeza la progresiva desaparición de estas construcciones dado el surgimiento de las fábricas de harinas. Habla de la ruina con añoranza, como documento histórico y reliquia del tiempo, así como la importancia de la silueta del molino dentro del entorno en que se enclava.

En el Artículo 23.2 de la Ley del Patrimonio Histórico de Castilla-La Mancha de 1990, fueron incoados los expedientes para la declaración como Bienes de Interés Cultural de todos aquellos molinos de viento existentes en el territorio de Castilla-La Mancha con una antigüedad superior a los 100 años. Por tanto, a partir del año 1953 se inician una serie de proyectos de restauración y reconstrucción de los molinos de viento en Castilla La Mancha, símbolo y única prominencia de la llanura manchega, que recibe con los brazos abiertos a los caminantes y visitantes de la ruta quijotesca. Sin embargo, muchos de estos proyectos no se llevaron a la realidad por falta de mecenazgo.

TOPOLOGÍAS DE LOS MOLINOS DE VIENTO

Existen varias tipologías para clasificar los distintos molinos de viento. En función de su forma y fisonomía, Julio Caro Baroja clasifica los molinos de viento en tipos. El primero es el llamado "molino de poste" o "molino de pivote" que se desarrolla en el noroeste y centro de Europa. Consiste en un recinto de madera que acoge la maquinaria y gira sobre un poste, con una cubierta a dos aguas y eje con cuatro aspas rectangulares.

El segundo tipo es una variante del anterior, el "molino de trípode" o sobre machones oblicuos. Supone una base más estable y su construcción resultaba más sencilla, así como el giro del sistema para la orientación al viento. A veces se construía una estructura debajo del cuerpo del molino para proteger el trípode y aumentar el espacio de almacenaje.

El tercer tipo, desarrollado en los países del sur de Europa, es el "molino de torre", supone una evolución y simplificación de los sistemas anteriores, pues solamente la caperuza es movible, mecanismo que se estudia con detenimiento.

Además, Krüger realiza un estudio detallado sobre los molinos de viento mediterráneos (molino de torre con techumbre giratoria), que los clasifica según la forma de las aspas (figura 2). Los que denomina "molinos panémoros" poseen velas triangulares y eje atravesados por cuatro o más pares de varas. Responden a esta tipología los encontrados en el interior de Portugal, Madeira, Azores, Canarias, Andalucía, Campo de Cartagena, Islas Baleares y Grecia.

El segundo caso es propio de Canarias y el sur de Francia, con un eje que sostiene cuatro aspas rectangulares compuestas por una vara central, dos vergas laterales y ocho o más travesaños.

Por último, también con un eje que sostiene cuatro aspas rectangulares, pero con cuatro o seis vergas laterales y compuestas de hasta quince o más travesaños, están los molinos manchegos, donde se centra este estudio (Amezcua y otros). Krüger relaciona esta tipología con los molinos

construidos en La Mancha, Baleares y Sicilia. Sin embargo, es común hallar en los molinos de Baleares seis velas, con mayor número de travesaños y un sobresaliente al eje, como sucede en la primera tipología.

Según esta clasificación tipológica, el molino manchego puede entenderse como una variante del molino mediterráneo de vela, fundamentalmente por las similitudes en la construcción de la torre. Sin embargo, la forma y construcción de las aspas podría tener influencia europea. Por tanto, el molino de viento de velas triangulares sería más antiguo que el molino de aspas rectangulares, desarrollado de forma amplia en La Mancha.

Cabe destacar que, para la misma velocidad del viento, el molino manchego desarrollaba mayor potencia, pues también en el mismo tiempo, era capaz de moler mayor cantidad de grano. Sin embargo, la ventaja de la vela frente al aspa se explica en el hecho de que la vela es capaz de embolsar el aire y aprovechar el viento generado por el propio rotor, comportándose como una embarcación en movimiento. Además, en caso de fuertes vientos pueden suprimirse el número de velas necesario, para que el molino siga en funcionamiento.

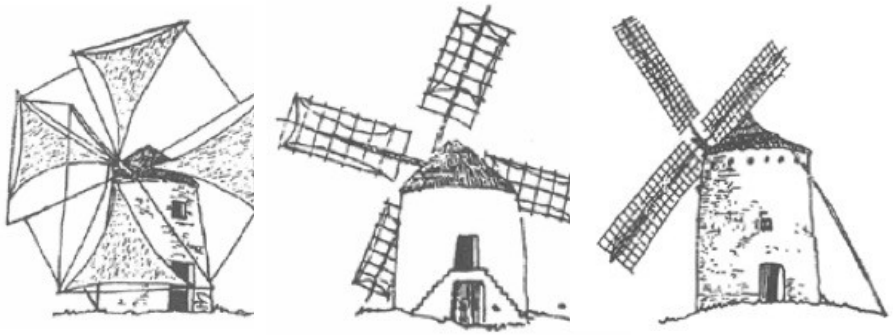


Figura 2. Tipologías del molino de viento según la clasificación de Krüger.

Finalmente, la clasificación tipológica realizada por Sampedro Fernández en 1998 se centra exclusivamente en los molinos harineros y tiene como criterio principal la fuente de energía empleada para llevar a cabo la molienda.

El molino de sangre utilizaba como fuerza motriz la tracción de un ser vivo, ya fuese animal o humano, en cuyo caso los tipos se desglosan en morteros, molinos de piedra manual rotativo y molinos vegetales.

El molino de agua utiliza la energía hidráulica y la producción se efectuaba a mayor escala. Los molinos de río usaban la fuerza de la corriente de agua para mover una rueda hidráulica que transmitía el movimiento a una piedra de moler. Se denominan aceñas (molinos de rodezno vertical) y molinos de rodezno horizontal. Por su parte, los molinos de mar se sirven del flujo y reflujo de las mareas para accionar el mecanismo y vuelven a diferenciarse en molinos de rodezno vertical y horizontal.

En última instancia, el molino de viento utiliza la energía eólica para su funcionamiento y se pueden clasificar en molinos de viento de eje vertical u horizontal. El primer caso posee una serie de aspas unidas a un eje vertical que conecta con las piedras, bien de forma directa o bien a través de mecanismos intermedios. El molino de viento de eje horizontal, sin embargo, posee un eje engarzado a unas aspas o velas que recogen la energía y las transmite a las muelas a través de una serie de mecanismos de transmisión. Vuelve a ser éste último tipo el que caracteriza al molino harinero manchego.

La tipología del molino de viento manchego es común en todas las áreas de La Mancha por las que se extiende su construcción. Si bien, en determinadas zonas aparecen detalles técnicos o constructivos que los hacen parcialmente diferentes. Se intentan establecer en este texto las características que comparten en este territorio.

MOLINO HARINERO

Los molinos de viento se han clasificado según tipología de diferentes formas. Atendiendo a su función, el molino harinero es el molino manchego por excelencia, aunque existen otros molinos con otros usos específicos, como son el molino de arcaduces o el molino de trasegar agua. El molino dedicado a la labor de la molienda se diferencia de los anteriores en un primer acercamiento, puesto que se trata de una edificación exenta, que no depende de construcciones auxiliares.

La torre del molino se distribuye en tres alturas y es menos esbelto que el resto. Además, el espesor de los muros suele ser importante y se hace mayor conforme la edificación crece también en altura, dadas las grandes cargas a las que se somete esta estructura. En un intento de aligeramiento y eficacia estructural, el espesor del muro puede no ser continuo y disminuir conforme ascendemos por el paramento.

En cuanto a las estancias, el espacio superior acoge la maquinaria principal que hace rodar la piedra que muele el grano. La harina desciende por un canal que se desarrolla por el piso intermedio y se recoge en la planta baja, lugar donde se almacenan los sacos preparados para consumir y vender. Así, la producción de la harina se apoya en la acción de la gravedad, sucediéndose la trituración, el cernido y el ensacado, respectivamente en cada planta (Amezcua y otros). El acceso a estas salas en altura se realiza a través de una escalera que asciende pegada al muro en forma de media luna, que se repite en los dos pisos (figura 3).

La planta se denomina silo, recinto donde se produce el ensacado de la harina y se guardaban los costales de trigo. Servía tanto de almacén como de cocina y cuadra. Se accede a través de una puerta orientada

comúnmente a sur. En el lado opuesto a la situación de la escalera baja el sistema que recoge el grano molido, mediante unas canaletas que pueden estar empotradas en un hueco en el muro. El mobiliario se reduce a unos pequeños armarios para los utensilios del molinero y libro de cuentas.

La segunda planta es la camareta, donde se halla la instalación de limpiado de grano la limpia y el cedazo. Aquí se sitúan los marranos, vigas de madera que sirven de base a las muelas de moler, y la maquinaria de alivio y apergo, junto con el canal de bajada del alimento. Se suelen abrir huecos de ventilación, siendo característico aquel que se abre justo encima de la puerta de planta baja, de pequeñas dimensiones.

El tercer nivel o moledero contiene la maquinaria fundamental del molino, donde se abren una serie de ventanas de reducidas dimensiones a un metro de altura sobre el suelo que se corresponden con el número de aires que en dicha ciudad se consideran que se dan (Jiménez Ballesta). Cabe destacar la presencia de un banco donde se coloca la piedra para abujardar su superficie cuando se ha desgastado, así como la existencia de un hueco en el muro de la torre formado por un tabique de menor espesor. El cambio de la materialidad y grosor se debe a que está preparado para ser demolido y poder cambiar algún elemento de la maquinaria en caso necesario. Así, supone la última parte en ser construida, puesto que la maquinaria se introduce por este hueco en última instancia.

TIPOLOGÍA CONSTRUCTIVA

El muro de la torre forma la construcción principal del molino y su materialidad depende fundamentalmente de la localización en que se encuentre. Normalmente se configura con piedra del lugar recogida de la superficie, colocada incluso sin trabajar y unida por un mortero bastardo de cal, yeso y arena. Generalmente se enluce el interior con un yeso pobre y se revoca el exterior con un mortero de cal. En pocas ocasiones se han encontrado restos de un enlucido o acabado exterior (García Simó, Redondo López).

La escalera interior se empotra al muro de la torre, adaptándose a la curvatura del mismo. Puede materializarse con mampostería del lugar cogida con mortero de yeso, o bien con roscas de ladrillo de barro cocido al modo de una escalera tabicada. También han llegado hasta nuestros días algunas escaleras de madera.

Los forjados o divisiones en altura del espacio interior se realizan con una estructura horizontal de madera. El entramado se forma por vigas empotradas en el muro cuya separación se estudia para dejar pasar a través de ellas el sistema de maquinaria. Sobre estas correas se clava la tablazón que suele conformar el propio solado. Otras veces sirve de base para la

colocación del solado definitivo, de losetas de barro cocido cogido con mortero de cal y yeso. Así, los pavimentos pueden ser de baldosas de barro cocido, de madera o bien de tierra compactada.

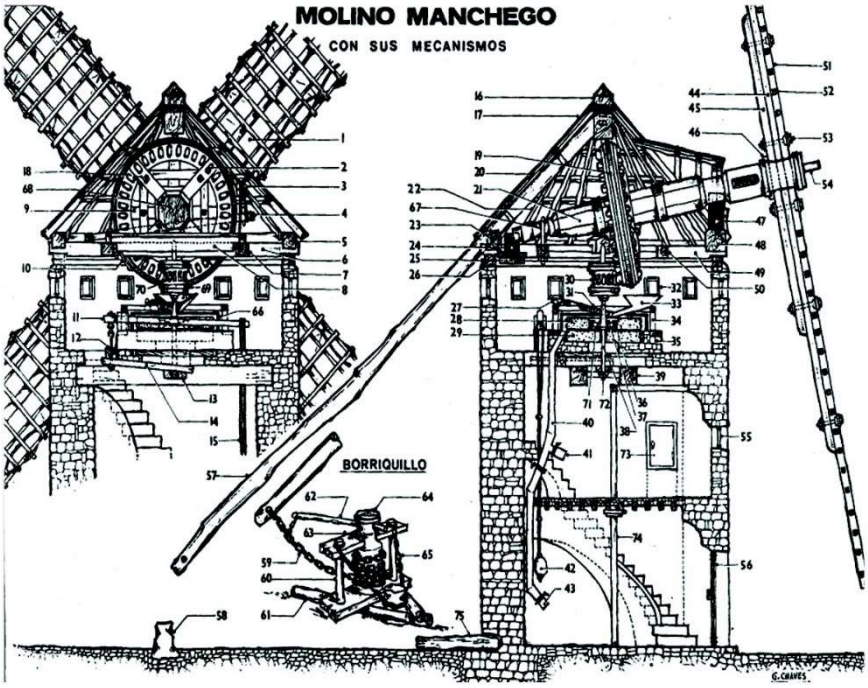
Figura 3. Composición del molino de viento por Enrique Pérez Martín 2008.

Los huecos de las ventanas se recercan con mampostería o ladrillo. Sin embargo, se suele prestar más atención a los dinteles, sobre todo en los huecos de mayores dimensiones o puertas, dada la necesidad estructural. Aparecen dinteles construidos con mampostería, seleccionando piezas pétreas de formas alargadas que se disponen como si se tratase de un arco rebajado o plan. También se construyen dinteles con ladrillo colocado a sardinel o tabla, así como aquellos conformados con una única pieza de madera.

Los elementos de carpintería más importantes se localizan en las puertas de acceso a los molinos, puesto que los huecos de ventanas muchas veces no se proveen de estos elementos de cerramiento. Suponen puertas de madera de pino o encina con clavos de hierro fundido y herrajes de fundición. Son elementos difíciles de definir, puesto que la mayoría no se conservan.

MAQUINARIA

En primer lugar, se explica la maquinaria que transforma la fuerza del viento en energía para moler el grano. El empuje de las rachas de viento es recogido por las aspas del molino que giran y ponen en funcionamiento la maquinaria interior, que hace uso de una maquinaria auxiliar, que es la que lleva a cabo la función de la edificación, en este caso la de moler el alimento (figura 4).



1. Lona. 2. Dentería de la rueda catalina. 3. Garrucha del freno. 4. Palo del freno. 5. Madre. 6. Panecillo del telar. 7. Crucero del telar. 8. Puente que recibe el barrón de la linterna. 9. Zoquetes de la rueda catalina. 10. Uña de freno. 11. Alivio. 12. Caballo. 13. Travesaño. 14. Puente. 15. Cordel del alivio. 16. Fraile. 17. Cubierta de cinc. 18. Crucero de la rueda catalina. 19. Rueda catalina o del aire. 20. Costillas. 21. Eje del molino. 22. Plumas. 23. Madre. 24. Piedra rebote. 25. Pringue del anillo. 26. Anillo. 27. Quitapan. 28. Piedra volandera. 29. Piedra solera. 20. Linterna. 31. Quitarra. 32. Ventanillo. 33. Tolva y canaleja. 34. Banquillo. 35. Bancada. 36. Lechinales. 37. Labija. 38. Eje de la piedra. 39. Marrano. 40. Canalón. 41. Salida harina titos. 42. Contrapeso del alivio. 43. Salida harina de trigo. 44. Macho del aspa. 45. Remacho. 46. Lechinal. 47. Piedra bóllega. 48. Madre. 49. Panecillo. 50. Crucero. 51. Vela del aspa. 52. Telera. 53. Perno. 54. Pijote. 55. Ventana de la camareta. 56. Puerta de entrada. 57. Gobierno. 58. Hito de amarre. 66. Guardapolvos. 67. Abrazadera. 68. Corte perpendicular del eje. 69. Cellos. 70. Husillo de la linterna. 71. Cárcel. 72. Guijo del barrón de la linterna. 73. Puerta de la alacena. 74. Pie derecho. 75. Muerto. Partes del borriquillo: 59. Cadena. 60. Arbolillo. 62. Manivela. 63. Meseta. 64. Borriguillos. 65. Riendas.

Figura 4. Terminología recogida por Juan Jiménez Ballesta en "Molinos de viento en Castilla-La Mancha".

La rueda terrera es un raíl de madera de olivo o encina que se sitúa sobre la coronación del muro, a modo de zuncho de atado, uniendo la torre con el chapitel de madera, que se apoya sobre éste. Es la estructura que permite el movimiento de esta estructura en horizontal, para orientar correctamente el molino en función del viento mediante el giro.

El telar es una estructura horizontal en retícula formada por vigas de madera denominadas madres que, apoyada en la rueda terrera, permite el giro horizontal del molino. Está destinada a soportar la maquinaria principal de la edificación.

La linterna es el elemento de transición entre el eje principal y el eje

vertical, que mueve las piedras de moler. El tipo de linterna más común en el molino de moler está compuesta por un núcleo de madera al que se le incorporan ocho barrotes de hierro fundido, unidos mediante pletinas de hierro, encargados de engranar con la rueda del aire (Sandóval Mulleras).

La rueda catalina (del aire) une el eje principal con la linterna y transforma el movimiento horizontal en un movimiento vertical, por lo que es uno de los elementos más importantes de la maquinaria. Se materializa en madera y su funcionamiento radica en la aparición de cuarenta puntos que engranan con los ocho husillos de la linterna, de manera que el eje vertical gira cinco veces por una vez que gira la rueda. Esta relación facilita la reparación y permite comprobar el correcto funcionamiento, mediante una señal que coincide al girar. Posee un mecanismo de frenado que, a través de un sistema de poleas accionadas a través de una cuerda desde el exterior de la edificación, aprisiona la rueda del aire y obliga al molino a detenerse.

El eje principal es una pieza cilíndrica de madera de unos cincuenta centímetros de diámetro, aunque su espesor no es continuo, pues adopta forma de cono en la parte trasera para encastrar con la piedra del rabote, sobre la que gira. Se halla inclinado unos 15º, para lo que se apoya en la piedra de la fuéllaga, logrando su estabilidad dada su gran longitud. Su función principal es acoger las aspas del molino en uno de sus extremos, transmitiendo el movimiento originado por el viento hasta la rueda del aire, que la atraviesa en su recorrido longitudinal.

El palo de gobierno es, al igual que el eje principal, una pieza cilíndrica de grandes dimensiones, destinado a conectar el telar con el borriquillo, que se apoya sobre el suelo fuera de la edificación, para girar el chapitel y orientarse al viento o evitar una acción desfavorable que podría originar la rotura del molino. Por tanto, el borriquillo es el freno que permite la sujeción del palo de gobierno al hito de amarre.

El chapitel es la estructura de madera que cubre la edificación en forma de cono. Está formada por una serie de pares, que son recibidos por el fraile en su parte superior y apoyados sobre una pieza circular en la parte inferior. Se refuerza la estructura mediante correas, en dirección perpendicular a los pares, y se cubre finalmente con tablas, que se acaban con brea para conseguir una suficiente impermeabilización.

El molino de viento manchego se diferencia del resto principalmente por la configuración de las cuatro aspas de las que dispone. El macho del aspa

es un maderamen de una longitud de once metros que sujeta dos de las velas, y, al igual que el remacho, se sitúa en la parte inferior de las aspas, uniendo las velas al eje. Cada aspa está formada por un palo denominado vela y cinco filas de listones que la atraviesan o telera. La lona es generalmente de algodón y es la que transmite la fuerza del viento sobre el aspa.

Estos elementos configuran la maquinaria base para transformar la fuerza eólica en energía para realizar otra actividad, por lo que son comunes en diferentes tipologías de molinos, a excepción de las aspas, características del molino de viento manchego. Ahora, se define la maquinaria específica del molino harinero, que lo diferencia de los molinos de extracción y trasiego de agua.

El eje de la linterna transmite el movimiento de giro a las piedras de moler. Así, en su extremo superior recibe el núcleo de la linterna y en el extremo inferior hace girar a la lavija, pieza de hierro en forma de T en la que queda encajada la piedra superior de moler.

Las muelas son las dos piedras en forma de disco realizadas con granito, basaltos o cuarzos, fundamentales en la maquinaria del molino harinero, pues son capaces de moler por la fuerza de fricción que se origina al girar una sobre la otra. La muela inferior o solera se sitúa fija sobre un banco de mampostería que apoya sobre los marranos, vigas de madera colocadas bajo el tabladillo que reciben el peso de la maquinaria. Sin embargo, la muela superior, volandera o corredera se apoya sobre la lavija y gira, por lo que tiene un orificio central para dejar paso al eje y permitir el paso del grano. El guardapolvo es una pieza metálica o realizada en esparto que rodea las piedras para evitar que la harina salga despedida por el movimiento de la rueda superior. Se le practica una abertura donde se coloca un embudo para recoger el alimento y canalizarlo.

La tolva es un recipiente de madera con forma de tronco de cono invertido, que se sitúa sobre las muelas, colgada del telar. La canaleta, colocada en la parte inferior y apoyando en el eje, vierte el grano cuando golpea con la lavija al girar, que facilita que el grano caiga sobre las muelas.

La lengueta y el alzapuente son elementos que introducen pequeños movimientos sobre la piedra corredera para equilibrarla y colocarla en su posición correcta, tras su sustitución o picado.

Se llama apergo y alivio al sistema de poleas, palancas e instrumentos necesarios que mueven la piedra corredera para juntar o separar una piedra de otra respectivamente, con el fin de moler mayor o menor cantidad de

grano, así como controlar la finura de molido. Cabe destacar la automatización de este mecanismo, mediante las denominadas pelotas que provocan que a mayor velocidad de giro, las piedras se junten más, y viceversa.

MOLINOS DE VIENTO EN CASTILLA-LA MANCHA

Se procede a estudiar los molinos de viento más significativos existentes en cada una de las provincias de Castilla-La Mancha, haciendo referencia a su localización específica así como a su estado de conservación. Se hace especial incapié en aquellos que han sido restaurados, estudiando el nuevo uso que se le ha dado a la edificación para su conservación a lo largo del tiempo. También es importante destacar aquellos molinos de viento que conservan su maquinaría, así como aquellos que todavía poseen la capacidad de llevar a cabo su función molinera.

Molinos de viento en Albacete

La geografía albaceteña es tierra de molinos de viento, ya que supone una extensa llanura (Al-Basit), y de una gran devoción hacia lo que representan. Agustín Sandóval Mulleras se refiere a la construcción del primer molino de viento en dicha provincia, en Villarrobledo, en el año 1751. Sin embargo puntualiza que existieron molinos de viento en épocas anteriores, pudiendo remontarse al siglo XVI (Sandóval Mulleras).

El Molino de la Bella Quiteria se sitúa en Munera y se levantó en el corazón de la primitiva población, por lo que todavía se pueden ver las ruinas del castillo desde la puerta de esta construcción, hablándonos de la importancia social que poseía en el momento de su uso. Sin embargo, se les denominaba molinetas, por sus reducidas dimensiones, contando en este caso con cuatro metros de diámetro por unos nueve de alto. Los propietarios del mismo, la familia García Gavidia, lo mandaron construir en la primavera de 1975, como homenaje a nuestra novela universal, por lo que su uso hoy en día es como telón de fondo de unas justas poéticas de ámbito nacional, que se celebran en julio de manera anual. Existen dos molinetas más en la población de Munera, una de ellas fue incorporada a una casa, y la otra queda visible en una serie de ruinas, aunque el Ayuntamiento quiere reconstruirlo y hacer unos jardines a su alrededor (López Martínez).

El Molino Dulcinea se sitúa a unos quinientos metros en dirección noroeste del centro de la población de Barrax, sobre un montículo que se eleva sobre la extensa llanura de tierra seca, característico paisaje de esta humilde villa. La iniciativa de su restauración deriva del fallecimiento del

pintor Benjamín Palencia, al que se quería dedicar dicha construcción, por lo que en 1965 se procedió a ejecutar la obra. Se desarrollaron varios proyectos para dar un uso a la edificación, ninguno de los cuales se llevó a cabo. El uso actual de dicho monumento radica en la celebración de típicas cuervas literarias, reuniendo a poetas y escritores de la provincia.

Se conservan otros molinos de viento en la provincia de Albacete, como el de El Bonillo, del que tan sólo quedan los cimientos. En mal estado de conservación se encuentran también los molinos de Hoya-Gonzalo, Higueruela, Nava de Arriba, Peñas de San Pedro o Pozuelo, entre otros. En Chinchilla se ha reconstruido un molino recientemente, así como en Fuente-Álamo, Montealegre del Castillo o Villarrobledo.

Molinos de viento en Ciudad Real

El paisaje de la provincia de Ciudad Real nos ofrece la figura del molino Bachiller Sansón Carrasco, situado en un cerro próximo al núcleo de la población de Puerto Lápice. Éste fue reconstruido sobre los restos de otro anterior y, aunque durante bastante tiempo permaneció iluminado por la noche como si se tratase de un objeto escultórico, marcando la silueta propia del paisaje manchego con sus aspas sobre el cerro, hoy se encuentra completamente abandonado. Este mismo destino han sufrido los molinos de las poblaciones de Herencia, donde dos han sido restaurados por completo y otros dos permanecen en ruinas, los Yébenes y Madridejos, así como los molinos de Almodóvar del Campo, Socuéllamos y Almadén. El molino de La Solana, inmortalizado por Isidro Antequera en su obra pictórica, ya ha desaparecido.

En la parte sureste de Alcázar de San Juan se encuentra el Cerro de San Antón, en el que se sitúa un conjunto de cuatro molinos de viento a día de hoy. La gran novedad de estas construcciones es que fueron diseñados con finalidad residencial, por lo que La Horca, el más antiguo de todos ellos, se dice que de la época de Cervantes, sirve de albergue (San Martín). Existen otros dos molinos, en estado de ruina, al norte de la ciudad, y otra construcción bien conservada en la estación.

En la salida del pueblo de Argamasilla de Alba, en los años cincuenta, se construyó un molino de viento de grandes dimensiones llamado Cura Maese Pero Pérez, sede de los célebres Académicos de la Argamasilla.

El Molino-Museo de Gregorio Prieto es, hasta ahora, el molino de viento de mayores dimensiones del mundo. Se levanta en Valdepeñas, a la entrada de la población por la carretera general de Andalucía. Fue

construido en los años cincuenta siguiendo las directrices de un molinero de Consuegra, perito y especialista en la materia, con todas los utensilios y las piezas esenciales propias de la molienda, con excepción del árbol central, por necesidad de adaptación a las estancias interiores. Éstas están dedicadas a exposición permanente de objetos tradicionales manchegos y obras del artista manchego al que se dedica la construcción (San Martín). Otros molinos de viento han sido reconstruidos en Ciudad Real, como los de Bolaños, Fuente el Fresno o Moral de Calatrava.

El conjunto de Campo de Criptana (figura 5) está constituido por diez molinos de viento que nos hacen intuir como sería el paisaje manchego en el momento de auge de estas estructuras. Además, tres de estas edificaciones conservan su estructura arquitectónica y parcialmente su maquinaria original, sin embargo, el resto fueron completamente reconstruidos en el decenio de 1960. El conjunto ha sido declarado Bien de Interés Cultural, con la categoría de Sitio Histórico, el 3 de mayo de 2002. Además, la Sociedad Cervantina de Madrid concedió el 4 de diciembre de 1960 el título de "Cabeza de la ruta de Don Quijote" al Campo de Criptana, ya que es la capital de los molinos, el lugar donde se piensa que se libró la famosa batalla, recogida en el capítulo octavo de la primera parte de Don Quijote.

Figura 5. Molinos de viento en Campo de Criptana.

Molinos de viento en Cuenca

Mota del Cuervo es la capital de los molinos conquenses, el primer pueblo manchego que decidió reconstruir sus molinos de viento (figura 6). El Zurdo terminó de reconstruirse y fue inaugurado el 2 de mayo de 1941, por iniciativa del entonces Ministro de Asuntos Exteriores Ramón Serrano Súñer. En el Catastro del Marqués de la Ensenada (1752) se recoge la existencia de quince molinos en este lugar, aunque Madoz afirma que existían dieciocho (Madoz) y las personas mayores del pueblo aseguran haber visto funcionar más de veinte construcciones.

Actualmente la Sierrecilla cuenta con siete molinos, conjunto denominado El Balcón de La Mancha, que ya en 1984 obtuvo el premio Europa Nostra a la restauración de los molinos de viento. El Zurdo es el más antiguo de ellos y el primero que se restauró, habiendo dejado de moler en 1929. Su nombre hace referencia a que las aspas giran a izquierdas, en sentido opuesto al resto de las construcciones de estas características. Los otros molinos son El Joaquín Piqueras, que se utiliza como museo de agricultura, El Cervantes, El Franz Grillaparzer, El Goethe, el único que conserva toda su maquinaria, El Francia y El Irak.

La localidad de Valdeolivas muestra restos de tres molinos de viento ubicados en Eras Bajas. Estas singulares construcciones se alzan en dos alturas con fábrica de sillería y cierran los huecos de las puertas con arcos adovelados, mostrando características formales no vistas en el resto de molinos que nos encontramos en La Mancha, incluyendo incluso escudo y motivos labrados. Sus nombres son Molino de Alfredo Monteagudo, Molino de Tomás Rey Bollo y Molino de Las hermanas Torralba Pulla. Ninguno de ellos, sin embargo, conserva la techumbre o la maquinaria interior, ni se encuentran restaurados.

En el resto de pueblos conquenses no quedan vestigios de estas construcciones destinadas a la molienda, salvo algunas excepciones como Belmonte, donde quedan tres molinos, dos restaurados y otro en mal estado de conservación, como el de Carrascosa del Campo, Hontanaya, Horcajo de Santiago, Santa María del Campo Sur o los cuatro molinos de Hinojosos, de los que apenas quedan los cimientos.

Figura 6. Molinos de viento de Mota del Cuervo.

Molinos de viento en Toledo

Consuegra es el centro molinero por excelencia de la provincia toledana (figura 7), pues el Cerro Calderico compite directamente en importancia con Campo de Criptana y Mota del Cuervo. Sabemos que llegaron a ser trece los molinos que se localizaban en este lugar, de los cuales nueve fueron reconstruidos a partir de los años sesenta. Aún se recuerdan los

nombres primitivos de estas construcciones, en orden de situación según se asciende: La Zorra; La Tuerta, que se llamaba así pues sólo poseía un hueco en los pies, aunque hoy recibe el nombre de Mambrino; El Sancho; El Panzas; Vista Alegre; Primero; Blanco, San Antonio, Chispas, Rastrero, Serijo, Batería y Porsipega. En relación con la promoción turística muchos cambiaron sus nombres por otros más acordes con la simbología manchega, adoptando en su lugar denominaciones como Cardeño, Alcancías, Clavileño, Caballero del Verde Gabán, Rucio, etcétera (San Martín).

En la población de Camuñas encontramos otros tres molinos de viento. El Molino Nuevo y el Molino de San Cristobal no se encuentran en buen estado de conservación. Sin embargo, el *Molino de Paula*, conocido actualmente como Molino Viejo pues es el más antiguo de todos, se halla restaurado por iniciativa del ayuntamiento.

La Guardia también conserva tres molinos de viento, antiguamente conocidos como Molino de Casto Guzmán, Molino de Ramón Platero y Molino de Petronilo, aunque hoy han cambiado sus nombres. Tembleque cuenta con tres molinos de viento, dos de ellos totalmente restaurados recientemente, esperando el tercero su reconstrucción.

En Los Yébenes se conserva un molino de viento, rebautizado como El Nuevo, que ha sido restaurado por José Moreno Rodríguez, un artesano de Mota del Cuervo. Existen restos de otros dos molinos de viento junto a éste, aunque su estado de conservación es lamentable.

Muchas otras poblaciones de Toledo han visto disminuir progresivamente el número de molinos con los que contaban, como son La Guardia, Madridejos, El Romeral o El Toboso.

Figura 7. Molinos de viento de Consuegra.

CONCLUSIONES

Tras este resumen sobre la localización de los molinos de viento harineros existentes en Castilla-La Mancha, así como el estudio de su tipología,

materiales constructivos y maquinaria, cabe destacar que la decadencia de los mismos es evidente. La posible extinción del molino de viento manchego es inminente, pues, a pesar de las iniciativas de conservación y restauración de estas edificaciones, la población no las ha entendido como patrimonio hasta hace pocos años, momento irremediable para la mayoría de los edificios que se mantenían a duras penas en pie.

A pesar de que los molinos de viento son un testigo de la historia de Castilla-La Mancha, patrimonio industrial y cultural y constituyen la simbología sin la cual es imposible entender el paisaje manchego, no poseen la importancia que se merecen a nivel social.

Sin embargo, el molino de viento era un elemento fundamental en el trazado urbano. Aunque no solía estar inserto en el núcleo poblacional, sí tenía una importancia destacada en cuanto a su localización, coronando la población y creando un espacio de trabajo y reunión a su alrededor. Dicha importancia social se veía fortalecida pues el molino configuraba el elemento que regía la economía del lugar, dadas las características áridas del entorno manchego.

Puesto que estos valores del molino de viento se están perdiendo en la memoria de los vecinos de La Mancha, y puesto que constituyen un elemento fundamental del patrimonio manchego, es el momento de reivindicar su importancia y fortalecer estas iniciativas restauradoras que apoyan la conservación de estas edificaciones como parte fundamental de los pueblos manchegos, como lo fueron en el momento en que se construyeron, y así lo reflejan las obras artísticas que los incluyen.

LISTA DE REFERENCIAS

LÓPEZ MARTÍNEZ, J., *Los Molinos de La Mancha. Versión histórica y actual de los molinos de viento, simbología más representativa del paisaje manchego*, 1983.

CERVANTES, M., *Las aventuras de Don Quijote de La Mancha*. Cabe destacar el capitulo en el que Cervantes narra la descomunal batalla que Don Quijote entabló con un "gigante de la llanura".

CARO BAROJA, J., «Disertación sobre los molinos de viento» en *Revista de Dialectología y Tradiciones Populares*. T.VIII, Cuaderno 2º, 1952.

- *Los pueblos de España.*

AMEZCUA-OGÁYAR, J.M., ROJAS-SOLA, J.I., *Origen y expansión de los molinos de viento en España*.

LÉVI-PROVEÇAL, E.E., *La Espagne musulmane au X éma siècle. Institutions et vie sociale*, âris, 1932.

PRETEL MARÍN, A., «Don Juan Manuel, el Señor de la Llanura» en *Repoblación y Gobierno de La Mancha albacetense en la primera mitad del siglo XIV*. IEA, Albacete, 1986.

JIMÉNEZ BALLESTA, J., *Molinos de viento en Castilla-La Mancha*.

GARCÍA SIMÓ, I., REDONDO LÓPEZ,M.A., *Molinos de Viento en la Región de Murcia. Tipología, criterios y pautas de intervención*.

SANDÓVAL MULLERAS, A., *Historia de mi pueblo.*

LÓPEZ MARTÍNEZ, J., *Los Molinos de La Mancha. Versión histórica y actual de los molinos de viento, simbología más representativa del paisaje manchego*, 1983.

SAN MARTÍN, C. M., *Campaña de restauración y construcción de molinos de viento*, Centro de Estudios de Castilla la Mancha.

MADOZ. *Diccionario Geográfico Histórico*, 1503

CONGET, J.M., Molinos de viento, 2005

ESCRIBANO SÁNCHEZ-ALARCO, F., «Presente y futuro de los molinos de viento de Campo de Criptana», *Actas V Congreso Internacional de Molinología*, pp. 585-590, 2009.

GARCÍA MARCHANTE, J.S., *El espacio del Quijote: el paisaje de La Mancha*, 2000.

GONZÁLEZ LANDA, M.N., TEJERO ROBLEDO, E., *La aventura de los molinos de viento: Innovación técnica. Recomposición textual. Valores en educación, Didáctica (Lengua y Literatura)* vol. 17, pp. 147-175, Madrid, 2005.

JEREZ GARCÍA, O., *Arquitectura popular manchega*, 2004.

MATA OLMO, R., GALIANA MARTÍN, L., «Ordenación y gestión del patrimonio cultural y el paisaje: la experiencia del Plan Especial de la Sierra de los Molinos en Campo de Criptana», *Actas del V Congreso Internacional Restaurar la Memoria: patrimonio y territorio*, vol. 1, 2007, pp. 125-160, Valladolid 2006.

MORATE MARTÍN, G., «Molinos de Campo de Criptana: plan especial de protección y gestión de la sierra de los molinos de Campo de Criptana y su paisaje», *Restauro: Revista Internacional del patrimonio histórico*. num. 8. pp. 62-69, 2010.

PÉREZ MARTÍN, E., *Estudio histórico-tecnológico y representación gráfica de los molinos de viento de La Mancha, en la España de los siglos XVI al XIX, mediante técnicas de dibujo asistido por ordenador*, Madrid, 2008.

ROJAS SOLA, J.I., AMEZCUA-OGÁYAR, J.M., «Estudio gráfico y técnico de molinos de viento en España», *INCI* vol. 30 num. 6, Caracas, 2005.

- «Origen y expansión de los molinos de viento en España», *INCI* vol. 30 num. 6, Caracas, 2005.

ROJAS SOLA, J.I., GÓMEZ-ELVIRA GONZÁLEZ, J.A., GARAIZAR AXPE, I., «Estudio tecnológico del molino de viento Sancho de 1827 en Consuegra (Toledo)», *Actas VI Congreso Internacional de Molinología,* pp. 415-426, Córdoba, 2007.

- «El molino de viento Sardinero en el Campo de Criptana: el trabajo de campo como apoyo de la arqueología industrial», *Actas VI Congreso Internacional de Molinología*, pp. 409-414, Córdoba, 2007.

Las subestaciones eléctricas del metropolitano de Madrid
Un primer acercamiento

Alvaro Bonet Lopez
Luis Manuel Marco Fernández
Antonio Manuel Sanz Muñoz
Álvaro Valdés Menéndez

Luis Manuel Marco Fernández, Arquitecto, arq.lmmarco@gmail.com

Antonio Manuel Sanz Muñoz, Ingeniero Técnico Industrial y Graduado en Ingeniería Eléctrica, amsanz83@gmail.com

Álvaro Valdés Menéndez, Licenciado en Historia y estudiante de Arquitectura, alvaro.valdes.menendez@gmail.com

Álvaro Bonet López, Arquitecto, vonete@hotmail.com

Febrero de 2016

The substations of the Madrid Underground
The first approach

ABSTRACT

The first years of Metro de Madrid were marked by the troubles of implementing high technology in a country with an scarce and fragile industrial base. For that reason one of the fundamental objectives of the Metropolitan was to deliver an intense and absolute regularity service. For the operation of an electric railway it was essential to have a constant and safe supply of energy, something that the hydroelectric plants of the Union Electrica Madrileña could not guarantee. This problem led the company to diversify its energy supplies and ultimately to reach self-sufficiency. With this aim was built the Pacifico Power Station (1922-23), which was supplemented by the interconnection with the networks of Unión Eléctrica Madrileña, Hidroeléctrica Santillana e Hidroeléctrica Española through the Substation Salamanca (1923) and Substation Quevedo (1924-1926).These three masterworks of industrial architecture were designed by famed architect Antonio Palacios Ramilo (1874-1945) as part of the architectural ensemble of the Metro. After the Civil War and the death of the architect the quality of these buildings decreased, keeping an vaguely classical style. Examples of this age are Substation Delicias (1948-1949) built to serve the extension of Metro Line 3, Substation Cuatro Caminos (60) and Substation Porto (1968), built to serve to Line 5. These buildings have survived to this day in relatively good condition, with the only loss of Substation Delicias. However today they are threatened by the Plan Inmobiliario de Metro, which considers them as valuable estates to be sold. Substations Porto and Cuatro Caminos will be demolished probably in a few years, to make way for urban developments. The Pacifico Power Station will be conserved thanks to its declaration of BIC, but its environment is seriously threatened by the expected demolition of its adjacent substation and the underground fuel tanks. A threat that also looms over the Grade II Salamanca and Quevedo substations, a listing that may mean the loss of their interior and machinery in the future. The announced disappearance of this industrial complex urges to undertake this study.

KEY WORDS

Energy, electricity, power station, substation, Metro Madrid, Antonio Palacios.

RESUMEN

Los primeros años del Metro de Madrid estuvieron marcados por las dificultades de implantar una tecnología de vanguardia en un país con una base industrial escasa y frágil. Los fundadores eran conscientes de que el prestigio de la Compañía estaba estrictamente ligado al complimiento de sus obligaciones. Por esa razón uno de los objetivos fundamentales del Metropolitano era ofrecer un servicio intenso y de absoluta regularidad. Para el funcionamiento de un ferrocarril eléctrico era fundamental disponer de un suministro de energía segura y constante, algo que las centrales hidroeléctricas de la *Unión Eléctrica Madrileña* no podían garantizar. Esto indujo a la Compañía a diversificar su suministro energético y a tender al autoabastecimiento. Con este fin se construyó la *Central Eléctrica de Pacífico* (1922-23), que se sumaba a la interconexión con las redes de la Unión Eléctrica Madrileña, Hidroeléctrica Santillana e Hidroeléctrica Española a través de la *Subestación de Salamanca* (1923) y la *Subestación de Quevedo* (1924-26). Estas tres obras maestras de la arquitectura industrial fueron diseñadas por el afamado arquitecto Antonio Palacios Ramilo (1874-1945) como parte del conjunto arquitectónico del Metro. Tras la Guerra Civil y la muerte del arquitecto decreció la calidad de estos edificios, manteniendo la inercia de un lenguaje vagamente clásico. Ejemplos de esta etapa son la *Subestación de Delicias* (1948-49) construida para dar servicio a la ampliación de la Línea 3 de Metro, la *Subestación de Cuatro Caminos* (años 60) y la *Subestación de Oporto* (1968) construida para dar servicio a la Línea 5. Aunque en buen estado de conservación, estas construcciones se encuentran amenazadas por el *Plan Inmobiliario de Metro* que ve en ellas unos preciados activos inmobiliarios. Las Subestaciones de *Oporto* y *Cuatro Caminos* serán demolidas previsiblemente en unos años, para dar paso a sendos desarrollos inmobiliarios. La *Nave de Motores de Pacífico* se conservará gracias a su declaración de BIC, aunque su entorno se encuentra gravemente amenazado con los derribos previstos de la Subestación anexa y los depósitos de combustible subterráneos. Una amenaza que también se cierne sobre las Subestaciones de *Salamanca* y *Quevedo*, que cuentan únicamente con un grado de Protección Parcial, lo puede significar la destrucción de sus interiores y maquinaria en un futuro. Es importante que escribamos su historia ahora que todavía estamos a tiempo, para salvaguardar la memoria de estos testimonios de nuestro pasado industrial.

PALABRAS CLAVE

Energy, electricity, power station, substation, Metro Madrid, Antonio Palacios.

INTRODUCCIÓN

Las subestaciones eléctricas del Metro de Madrid forman uno de los conjuntos industriales más extensos y desconocidos de Madrid. Resultado de casi un siglo de vida del ferrocarril metropolitano, estas instalaciones son depositarias de toda la evolución técnica acontecida desde entonces. Este trabajo pretende ser un primer acercamiento a un tema que demanda un análisis más profundo en toda su complejidad técnica, arquitectónica y urbana.

Resultaría casi imposible hablar de Metro de Madrid sin hablar de electricidad. Quizás por eso se tardó varias décadas en cuajar y realizar un proyecto que anduvo entre las preocupaciones de muchos ingenieros y constructores desde la década de 1890, y que no se materializó hasta octubre de 1919. Y es que el nacimiento del Metro está estrechamente vinculado a la llegada de la electricidad a Madrid, dentro de un proceso de electrificación generalizado que experimentó todo el país. Una de las compañías embarcadas, y que lideró en parte este proceso fue MENGEMOR (acrónimo de los ingenieros que la fundaron en 1904: MENdoza, González Echarte y MOReno), creada a partir de una obra tan destacada como el embalse de Manzanares el Real para la Hidráulica Santillana (1907). Poco después de su fundación se incorporaría a la oficina técnica otro ingeniero y futuro director del metro, Miguel Otamendi, amigo de Echarte y de una saga familiar que les pondría en contacto con el arquitecto Palacios, amigo a la sazón de Joaquín Otamendi, el hermano mayor. MENGEMOR acometió numerosas obras hidroeléctricas como el salto de agua en el río Ohanes, el salto del Vado de las Ollas, el salto del

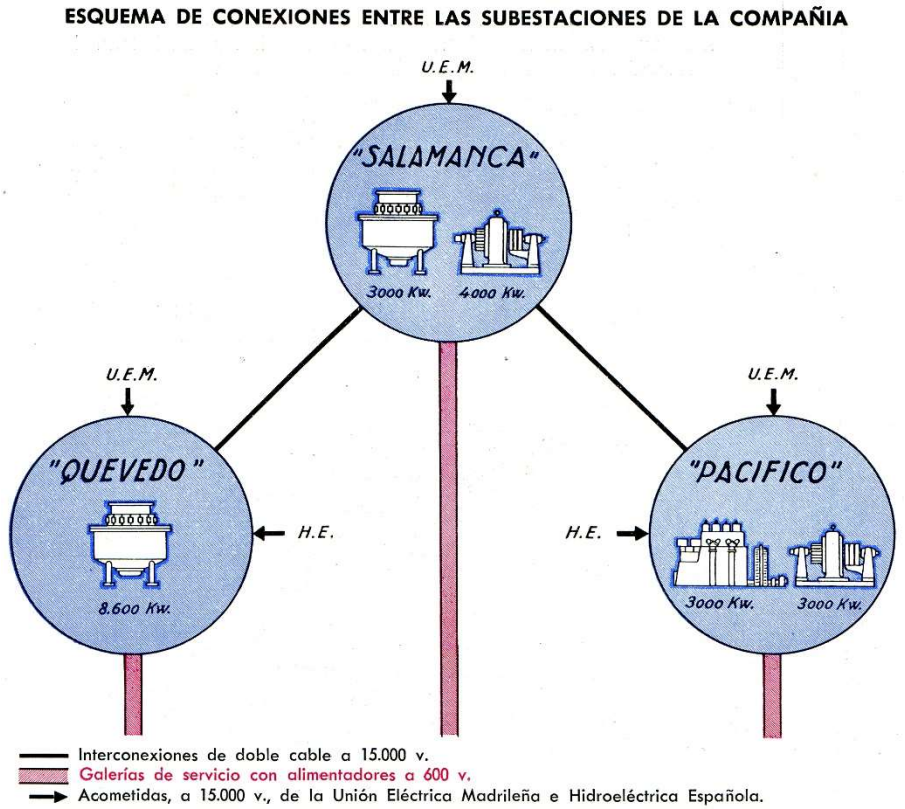


Figura 1. Esquema de conexiones entre las subestaciones de la Compañía. Publicado en "El Ferrocarril Metropolitano de Madrid. Años 1917-1953".

Escudero, ambos en el río Guadalimar y el salto del Carpio.[1] Entre 1913 y 1916 construyeron una central hidroeléctrica en el término de Mengíbar (río Guadalquivir) donde intervino el arquitecto Antonio Palacios, que estaba llamado a convertirse en el arquitecto de Metro.

El suministro de electricidad era un aspecto básico para plantear el proyecto de un futuro ferrocarril suburbano en Madrid; los nuevos sistemas implantados en París con motivo de la Exposición Universal de 1900 y en Nueva York en 1904, así como la electrificación del Metro de Londres -que abandonaría definitivamente el vapor en 1905- apuntaban hacia esa necesidad de un suministro de corriente estable y garantizado. Quizás por eso una de las primeras cosas que hizo MENGEMOR fue comprar una central de gas (ya desaparecida) en la localidad periférica de Tetuán de las Victorias el mismo año en que se asociaron. González Echarte y Otamendi habían asistido invitados como delegación española al Congreso de San Louis sobre la normalización de los parámetros eléctricos e inauguración del Metro de Nueva York en 1904, con lo cual venían ya con muchas ideas

[1] Moya Rodríguez, Aurora. *Metro de Madrid 1919-2009. Noventa años de historia*, 2009.

en su cabeza. Por su parte Carlos Mendoza había conocido el metro de París, y estudiado sus varios defectos y cómo corregirlos con un buen diseño. La conjunción de estas vivencias que estaban experimentando los protagonistas apuntaban hacia la latente querencia de un Metro en Madrid. No fue menos decisivo que Miguel Otamendi, Antonio González Echarte y Carlos Mendoza embarcasen al propio Alfonso XIII en la empresa para operar el nuevo Metropolitano, pues era la única manera de que la ciudad creyera en algo que hasta entonces sonaba a utopía (¿Ir "en tranvía" bajo tierra?). No podemos saber cómo le convencieron, ni qué le dijeron en el Palacio Real un día de 1914, pero sí que podemos imaginar su carta de presentación: ir de la mano de una empresa que en esos momentos construía el salto hidroeléctrico de Mengíbar, en Jaén, sobre el río Guadalquivir.

Y así fue como en mayo de 1914 presentaron al Ayuntamiento de Madrid el proyecto de Ferrocarril Central Metropolitano de Madrid. En 1915 solicitaron la concesión de las obras y en enero de 1917 se aprobó el expediente de concesión por Real Orden, constituyéndose ese mismo mes la Compañía del Metropolitano Alfonso XIII de Madrid. La credibilidad de la propuesta venía avalada por los logros de Mengemor en el campo de la electricidad y con la participación del rey con un millón de pesetas, los más de dos y medio que habían logrado por suscripción popular y los cuatro que prestaría el Banco de Vizcaya, lograron el capital inicial para fundar la "Compañía Metropolitano Alfonso XIII".

ASPECTOS TÉCNICOS DEL SUMINISTRO ELÉCTRICO

El nuevo ferrocarril se fundamentaba en el uso de automotores de cajas metálicas movidos mediante tracción eléctrica. Y el tipo de fluido eléctrico elegido era el de corriente continua, como ya se había hecho con los tranvías. El motivo residía en la facilidad para poder regular con medios electromecánicos la velocidad de este tipo de motores. Si bien es cierto que a nivel mundial se han llevado a cabo electrificaciones de ferrocarriles mediante corriente alterna, se trató de un método marginal hasta el desarrollo de la electrónica de potencia, ya en la segunda mitad del siglo XX. La electrificación del metropolitano se resolvió así mediante conductores eléctricos a 600 V dispuestos a lo largo del eje de cada vía sustentados desde la bóveda de los túneles.

Desde el punto de vista técnico y económico, el nuevo medio de transporte contaba con ventajas en términos energéticos con respecto a los tranvías eléctricos tradicionales. El gasto energético relativo era menor en los ferrocarriles metropolitanos debido, entre otros aspectos, al empleo del carril *vignole* en lugar de carriles de ranura (menor resistencia a

la rodadura), curvas de amplio radio, pendientes suaves y la minimización del número de arranques mediante la racionalización de las paradas establecidas. Siempre, el momento en que un motor eléctrico consume más energía, es a la hora de arrancar y el tránsito hacia su velocidad nominal. El consumo energético estimado era de 35Wh/tokm, promediando 24 toneladas de peso por coche cargado.[2]

A la hora de poder llevar a cabo el proyecto del Metropolitano Alfonso XIII fue fundamental la existencia de una mínima red de suministro eléctrico en la ciudad de Madrid. De cara a la viabilidad económica del proyecto era fundamental evitar la construcción de plantas de energía. En palabras de sus propios fundadores, «ninguno de estos gastos tenemos nosotros, ya que las actuales empresas distribuidoras de Madrid nos darán en sencillos centros de distribución la corriente continua necesaria». En los años previos a la creación del Metropolitano en Madrid se había desarrollado una red compuesta por una serie de centrales térmicas interconectadas entre sí y que además contaban con el importante aporte de apartados saltos hidroeléctricos (Santillana, Bolarque y el Molinar). Dichas centrales, habían sido transformadas en subestaciones de transformación, quedando las antiguas máquinas térmicas como reserva.

El primer contrato de suministro eléctrico de Metropolitano se estableció con la Unión Eléctrica Madrileña (UEM), a través de su central Norte. Dicha compañía había nacido en 1912 con la fusión de las compañías Madrileña de Electricidad, la Sociedad de Gasificación Industrial y la Compañía del Salto de Bolarque. La central Norte de la UEM estuvo ubicada entre las calles Francisco de Rojas, de Manuel Silvela y Manuel Cortina, junto a la calle Luchana. Por esta última es por la que transcurriría el futuro túnel del Metropolitano, en su descenso desde Cuatro Caminos hasta Sol, al tener que desviarse de la calle Santa Engracia, a la altura de la Plaza de Chamberí, por cuestiones técnicas. El proyecto de la central data de 1898 y fue gestado por la Sociedad Schuckert, de capital alemán. Aceptando la participación de capital de la UEM, se creó la Compañía Eléctrica Madrileña de Alumbrado y Fuerza con el fin de gestionar la nueva planta de energía y su red. En la calle Francisco de Rojas se levantó el edificio principal en el que se instalaron tres calderas de 600 a 800 CV y otras dos de 1000 a 1200 CV. Con el fin de garantizar la continuidad del suministro

[2] González Echarte, Antonio. Mendoza, Carlos. Otamendi, Miguel. El Metropolitano Alfonso XIII. Primera parte, el proyecto. Revista Obras Públicas Num. 2156, Enero 1917.

eléctrico, se instaló dos baterías de acumuladores capaces de proporcionar 2000 CV de potencia.

La mayor parte de la potencia suministrada por la nueva central Norte iba destinada a la fuerza de la Compañía Eléctrica Madrileña de Tracción, constituida el 31 de marzo de 1900. De hecho, sus vías llegaron a transcurrir por las mismas calles Francisco de Rojas y Luchana. Y el suministro demandado por sus vehículos conocidos como "cangrejos" era corriente continua a 750 V, muy similar a la que años después demandaría el Metropolitano.

Queda expuesto como en un primer momento se salvó el problema energético, invirtiendo tan solo una pequeña partida presupuestaria en la instalación de una batería de acumuladores de la casa Tudor en la central Norte, que garantizaba el servicio durante una hora, en caso de avería en el suministro.[3] No tuvieron tanta suerte otros metropolitanos extranjeros. En el caso de París, la Compagnie du Chemin de Fer Métropolitain de Paris (CMP) hubo de construir la central de producción de Bercy (1899-1901) de energía trifásica a 5000 V junto a un sistema de transporte de energía hasta los centros de distribución de la vía y subcentrales de transformadores rotativos que convertían la corriente trifásica en continua. Además, estas instalaciones pronto se revelaron insuficientes y se tuvo que construir otra central térmica en el barrio de Saint-Denis (1903-1905).

La dependencia de la energía hidroeléctrica pronto dejó al descubierto sus riesgos. Las restricciones en el suministro energético generadas por la fuerte sequía sufrida en 1921, unido a las divergencias generadas en el consorcio de entidades productoras de energía de Madrid, hicieron que la Compañía estudiara cómo dar solución al problema energético. Las soluciones adoptadas fueron administrativas y técnicas. Por un lado, la compañía gestionó un nuevo contrato con UEM e Hidráulica Santillana, que entró en vigor el 1 de enero de 1922 y que garantizaba un mejor suministro, aunque fijaba un precio unitario por kilovatio-hora superior al del contrato inicial de 1918. También se decidió acometer la ampliación de la capacidad de la Central Norte de UEM. Y por último la Compañía tomó la decisión de construir su propia central generadora y varias subestaciones eléctricas con las que poder recibir y gestionar el suministro aportado por las distintas compañías eléctricas. Así desde 1922 Hidráulica Santillana se sumará a la UEM para el suministro de energía al metropolitano,

[3] Moya Rodríguez, Aurora. Metro de Madrid 1919-2009. Noventa años de historia. Metro Madrid SA, 2009.

y a finales de los años 20 se incorporaría también Hidroeléctrica Española. El suministro se realizaría en corriente trifásica a 15.000Volt y la Compañía del Metropolitano la convertiría por medio de sus tres centrales transformadoras –Pacífico, Salamanca y Quevedo- en corriente continua a 600 Voltios para el empleo en tracción. Y aunque la construcción de estas instalaciones era cara, la Compañía las consideraba necesarias para garantizar el aumento del tráfico y de su red, además del propio prestigio corporativo.

LA FORMULACIÓN DE UN NUEVO TIPO

Cuando el arquitecto Antonio Palacios Ramilo afrontó el proyecto de las instalaciones eléctricas de Metro se encontraba en el punto central de su carrera. Desde 1919 dirigía personalmente su estudio tras la marcha de su antiguo socio Joaquín Otamendi.[4] Por entonces llevaba a cabo la construcción del Ayuntamiento de Porriño, del Hotel Avenida y del Hotel Florida además de numerosos edificios de vivienda[5] y también detentaba el cargo de Arquitecto de Metro.[6] Esta etapa estuvo dominada por la obra del Círculo de Bellas Artes (1919-1926) que marca el momento de plenitud de su producción. Palacios ya había construido previamente algunos edificios industriales como los Talleres del ICAI (1908-1915) o las Cocheras de Metro en Cuatro Caminos (1918-1919) y también había proyectado instalaciones eléctricas como la Central Hidroeléctrica de Mengíbar (1913-1916) junto a los ingenieros Echarte y Mendoza. En el proyecto de las instalaciones eléctricas de Metro Palacios colaboró con los ingenieros Carlos Laffitte y Jose María Otamendi.

A la hora de diseñar las instalaciones eléctricas de Metro de Madrid Antonio Palacios se enfrentaba a dos cuestiones que ya se habían planteado previamente en los ferrocarriles metropolitanos de Viena, Nueva York y París. La primera cuestión era cómo formular un tipo arquitectónico que no contaba con referencias previas avaladas por la tradición. La segunda era de cómo dotar a un conjunto de construcciones variadas y dispersas de una unidad y un lenguaje corporativo reconocible. En Nueva York tanto la Manhattan Railway Company como la Interborough Rapid Transit Company optaron por el mismo criterio y la misma solución, un diseño se repite sin apenas variaciones garantizando así la unidad del conjunto.

[4] Pasó a trabajar como arquitecto de Correos en 1919, coincidiendo con la terminación de las obras del Palacio de Comunicaciones (1904-1919).

[5] Edificios de vivienda de Viriato 20, Plaza de Luca de Tena 13, Viriato 22, Sagasta 23 y Alcalá 139

[6] Cargo que detentó desde 1917 hasta su muerte en 1945.

Este enfoque del problema ponía su acento en el enfoque técnico e ingenieril del problema, para el cual una subestación era sencillamente un elemento susceptible de ser producido y aplicado en serie. A idénticos problemas, idénticas respuestas. De esta manera se garantizaba una imagen identificable por la pura repetición de sus elementos. Las subestaciones neoyorkinas se componen así invariablemente de un cuerpo de varias plantas, con una planta con despiece en sillería y unos pisos construidos en ladrillo, a veces alternando miradores de vidrio. En París la Compagnie du Chemin de Fer Métropolitain encargó al arquitecto Paul Friesé el diseño de las subestaciones de la Compañía. Este arquitecto consiguió dotar de una imagen unitaria y reconocible a los edificios del Métropolitain a base de emplear el mismo lenguaje y los mismos elementos decorativos. Aunque las subestaciones del Metro de París son ligeramente diferentes entre sí, todas comparten las mismas pautas compositivas y decorativas. La novedad aportada por Antonio Palacios en el Metro de Madrid será precisamente la de conseguir una unidad entre elementos muy diferentes. Palacios era un arquitecto particularmente atento a la escena urbana y sus problemas. La inserción de sus obras en la ciudad fue una de sus grandes preocupaciones. Como arquitecto particularmente atento a los condicionantes del entorno, Palacios hizo que todos los edificios del Metro mostraran distintos acabados en función del entorno en que habrían de situarse. Aun a pesar de esta intencionada variedad, todas las construcciones del Metro comparten un "aire de familia" inconfundible.

LA CENTRAL Y SUBESTACIÓN DE PACIFICO

La Central Térmica de Pacífico se proyectó en 1922 y su construcción se terminó en el verano de 1923, poco después de la prolongación de la Línea 1 hasta Puente de Vallecas. Y gracias a ella se pudo mantener el tráfico del Metropolitano sin necesidad de restricciones pese a la disminución del aporte hidroeléctrico provocada por el estiaje sufrido en noviembre de ese año. Se componía de cuatro volúmenes adosados que formaban un conjunto unitario. El núcleo lo constituía una gran nave para grupos y alternadores conocida como la "Nave de Motores". A su alrededor se disponían distintos cuerpos complementarios, materializando así la estricta jerarquización de funciones del proceso técnico. Al Este se situaba la nave de acumuladores y cinco grandes depósitos subterráneos de combustible, al Sur se adosaba el cuerpo de transformadores y al Oeste se encontraban un volumen de almacenes y oficinas y una torre de refrigeración exenta. Solo quedaba libre el testero Norte con el fin de permitir futuras extensiones de la longitud de la nave de turbinas. Por último, en el extremo Este de la parcela y con acceso por la calle Valderribas se dispuso la vivienda

del Jefe de Servicio Eléctrico de la Compañía, lo más alejada posible de estas ruidosas instalaciones.

La elección de motores diesel frente a las clásicas máquinas de vapor residía en aspectos tales como el escaso tiempo para la puesta en marcha, el menor espacio empleado al prescindir de calderas de vapor, la necesidad de menos mano de obra, menor consumo de agua y mejor rendimiento térmico. La central de Pacífico se empleaba exclusivamente en casos de emergencia o en períodos de estiaje, cuando la energía hidroeléctrica escasea. Por tanto, se necesitaban motores capaces de alcanzar el régimen de funcionamiento nominal en cuestión de minutos y no horas, tal y como sucede con las máquinas de vapor. Se escogieron motores de dos tiempos ya que se consideran más convenientes por mayor regularidad en la velocidad del giro que transmiten a los alternadores encargados de transformar la energía mecánica en eléctrica. Otra ventaja que presentaban era que en ellos se podrían emplear, aún con cargas reducidas, aceites de difícil combustión y por tanto más económicos. Cuestión que compensaba el menor rendimiento térmico frente a los motores de cuatro tiempos. Y, por último, resultaban menos pesados y voluminosos que los segundos.

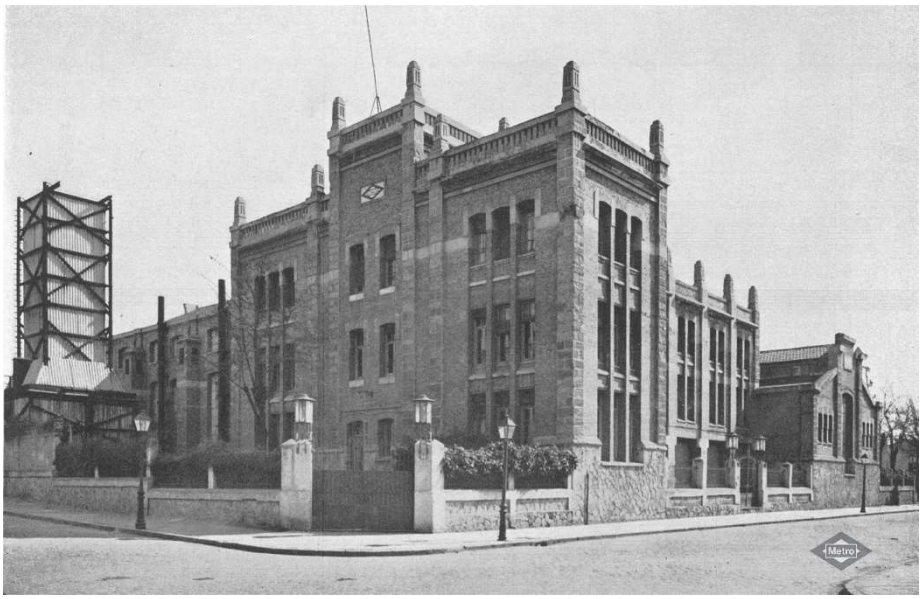


Figura 2. Central Térmica de Pacífico. Archivo Metro de Madrid.

Además de los correspondientes cinco depósitos de combustible de 100 m^3 de capacidad cada uno, se instalan sistemas de bombeo, compresores y una torre de refrigeración, que tuvo que ser reconstruida en 1946. Los alternadores eran de tipo volante, con varios pares de polos en el estator, capaces de generar una potencia de 1000 kW a una tensión de 15 KV. La energía generada por ellos es transportada a las subestaciones del Metropolitano o también a las centrales de UEM e HS en caso de necesidad de

éstas. Opción que queda evidenciada durante los duros momentos sufridos por la urbe, años después, durante la Guerra Civil.

Hasta ahora ha quedado descrito el carácter generador de la instalación de Pacífico. Ahora pasamos a abordar el carácter transformador, que convertía la corriente alterna trifásica suministrada por los alternadores mencionados o las entidades suministradoras (UEM e HS), en corriente continua a 600V. Para ello se adquirieron, inicialmente, dos transformadores de potencia de 1110 kVA cada uno, encargados de reducir la tensión de 15 kV a 600 V y dos conmutatrices hexafásicas encargadas de convertir la corriente alterna en continua. Además, se construyó una nave para la batería de acumuladores de 2000 amperios-hora de capacidad. Durante los años 40 la central de Pacífico funcionaba a pleno rendimiento debido a los problemas energéticos sufridos durante la postguerra, fruto de una fuerte sequía, entre otras cuestiones. La Compañía asumió el sobrecoste, en ocasiones hasta cuatro y cinco veces mayor, del KWh derivado de la combustión diesel con respecto al hidroeléctrico.

La nave principal o Nave de Motores albergaba la central eléctrica propiamente dicha. Disponía de una planta diáfana rectangular con orientación norte-sur y una altura única sobre rasante, con excepción de la entreplanta situada en la sección sur donde se encontraban los cuadros de mando. Disponía de una planta de sótano que recogía todas las estancias necesarias para el mantenimiento de maquinarias y tuberías. Un puente grúa apoyado en la parte superior de los muros de la misma recorría longitudinalmente la nave. La nave principal de la central eléctrica albergaba tres grandes motores diésel, así como sus correspondientes conmutatrices y los cuadros de mando. Estaba cubierta por un tejado a doble vertiente soportada por una cercha roblonada tipo *Fink*. El grupo generador se componía de tres motores diesel de 1500 CV de potencia, con la idea inicial de que trabajaran dos y quede uno de reserva. El cuerpo de transformadores con fachada y acceso directo desde la calle Valderribas se componía de una crujia de tres plantas con una cubierta en terraza que resolvía el encuentro con el hastial sur de la nave principal. Su interior se compartimentaba en cinco celdas: en la planta baja unos transformadores en baño de aceite de 1.100 kV con bobinaje exafásico construidos por AEG, en la primera planta los interruptores automáticos de alta tensión y transformadores de medida y la última planta dos series de barras generales de alta tensión y celdas con los seccionadores correspondientes a cada servicio. La fachada principal de la subestación eléctrica se asentaba sobre un potente zócalo de mampostería de piedra, del cual emergían cuatro pilastras de sillería que enmarcaban una estructura tripartita con tres huecos menores en los paños laterales y un enorme lucernario en el vano intermedio. El cuerpo central, coronado por el logotipo de la

Compañía, ocultaba el linternón trasero y presidía las pendientes de los dos remates laterales, los cuales manifiestan al exterior la cubierta que delimitaban. La vivienda unifamiliar, de líneas sencillas, se resolvía mediante una disposición vertical de huecos y un revoco continuo.

Palacios aportó un carácter claramente industrial al conjunto de Pacífico, emplazado en un área periurbana no consolidada en la época. Manifestaba los grandes espacios interiores a través de los huecos, expresaba la estructura en fachada y manifestaba al exterior las grandes cubiertas inclinadas. Sin embargo, cabe destacar la dignificación de los espacios interiores industriales lograda con el empleo de la azulejería blanca y los recercados iridiscentes, así como el uso en suelos de baldosas cerámicas rojas y encintados claros en torno a la disposición de la maquinaria. En el interior de la nave de motores Palacios emplea los recursos decorativos que desarrollara años atrás en el interior de las estaciones del Metropolitano.

Entre los años 1962 y 1964 se derribó el edificio original de la subestación eléctrica de Pacífico y se erigió uno nuevo de mayor tamaño en idéntica posición. Esta nueva construcción de corte racionalista se componía de una estructura de hormigón de dos niveles y planta rectangular. Las fachadas de ladrillo visto resolvían el encuentro con el suelo mediante un zócalo pétreo y ocultaban la cubierta inclinada mediante un peto perimetral. Una disposición regular de pequeños huecos articulaba las fachadas simétricas sin concesiones decorativas, a excepción del logotipo de la Compañía.

LA SUBESTACIÓN DE SALAMANCA

De cara a garantizar el suministro eléctrico para la nueva línea Sol-Ventas inaugurada en junio de 1924, la Compañía dispuso la construcción de una subestación en la calle Castelló, en un amplio solar con previsión a futuras ampliaciones. El edificio se localizaba en el entorno residencial del ensanche de Salamanca. Por este motivo, Palacios proyectó la componente residencial del programa en la parte frontal, diseñando para tal efecto una fachada propia de vivienda, tanto por su composición volumétrica, como por su disposición de huecos y acabado escogido. De este modo ocultaba el uso industrial principal de edificio, priorizando la armonía con el entorno arquitectónico adyacente. La fachada se componía de un cuerpo izquierdo principal de cuatro alturas y tres vanos de huecos enmarcados por pilastras que conferían un marcado carácter vertical al conjunto. Una balaustrada pétrea coronaba el edificio con el logotipo de Metro recuadrado en la parte central. El cuerpo derecho se subdividía a su vez en dos partes, el vano de acceso y el volumen que albergaba el espacio de

comunicación vertical, culminado éste mediante un torreón. El lenguaje clásico acompañaba el conjunto de la fachada con el empleo de huecos adintelados, pilastras con abstractos capiteles y una marcada cornisa de coronación. Cuatro cuerpos diferenciados componen el edificio en profundidad, compartiendo todos ellos una planta de sótano que ocupa el total de la parcela. La primera sección se compone de cuatro alturas, la primera de ellas con un espacio pasante de acceso. A continuación, se encontraba la nave diáfana principal. Una cubierta a dos aguas longitudinal formada mediante una cercha roblonada es coronada por un linternón a lo largo de toda la sección que permite la iluminación y ventilación del espacio interior. Los laterales de la nave se componen mediante pilastras formando arcadas ciegas, en las cuales descansa el puente grúa que recorre la nave en sentido longitudinal. Seguidamente, un espacio compartimentado menor de doble altura da pie a la nave trasera secundaria, establecida mediante una trama regular de soportes y vigas de hierro visto y una cubierta plana con linternón longitudinal. Según la memoria original del proyecto, el primer cuerpo alberga la oficina y vivienda del ingeniero jefe de la instalación, mientras la nave principal acoge las conmutatrices, grupos reguladores y cuadros. En el cuerpo menor de articulación se localizaban los aparatos de alta tensión y el sistema de ventilación forzada, en la nave secundaria posterior se encontraba la batería de acumuladores y la planta sótano se reservó para los aparatos de corriente continua y los transformadores.[7]

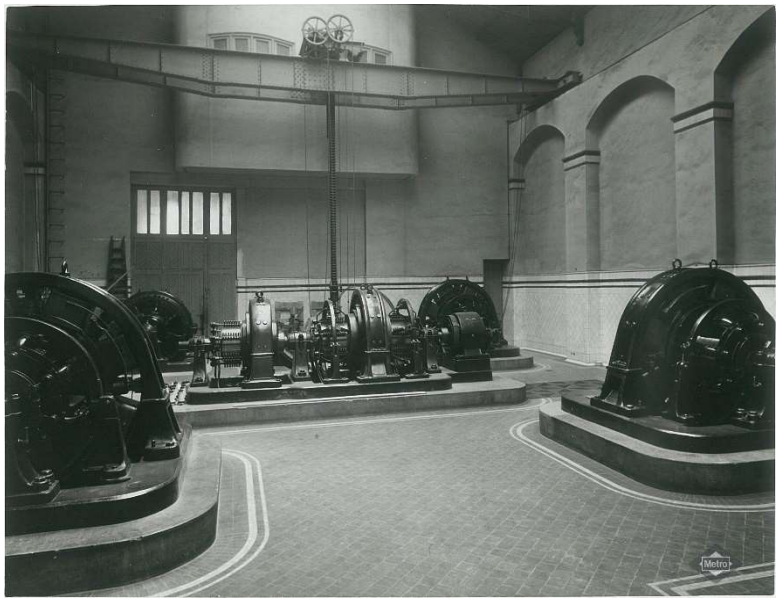


Figura 3. Interior de la Subestación de Salamanca. Archivo Metro Madrid.

La Subestación de Salamanca se concluyó en 1923 y se conectó a la UEM mediante una línea trifásica de 1500 V. Pasó a cumplir con el cometido de

[7] Memoria y planos de proyecto en Archivo Histórico Metro de Madrid.

transformar la tensión y rectificar la corriente para alimentar los trenes de la joven Línea 2 y más tarde la Línea 4, además de servicios auxiliares de las instalaciones. También disponía de baterías de acumuladores, que se ampliaron en 1942 llegando a tener una capacidad de 2346 amperios/hora. En 1944, se levantó otro edificio junto al ya existente. En él se montó un rectificador de vapor de mercurio de 3000 kw de potencia y se dejó espacio para más equipos, por lo que llega a alcanzar una potencia de 7000 kw.

Entre los años 1942 y 1944 se ejecutó la ampliación de la Subestación Eléctrica de Salamanca en un solar adyacente. El nuevo edificio de planta rectangular se dispone adosado a la construcción original Al igual que el edificio primigenio, en este caso Palacios vuelve a plantear una fachada marcadamente industrial de grandes huecos adintelados en una edificación entre medianeras. Apuesta por una composición clásica y racional con una decoración esquemática mínima. Sin embargo, en este caso la estructura de la fachada no se corresponde con la estructura interior. Una estructura reticular de hormigón se culmina con una cubierta inclinada a una vertiente. Un pequeño jardín delantero vallado y el espacio abierto trasero con pequeñas construcciones secundarias quedan comunicados por un paso de vehículos lateral. La fachada, de corte racionalista, disponía de dos niveles con tres grandes huecos adintelados en cada uno de ellos. Un frontón escalonado descendiente con tres niveles ocultaba el plano de cubierta y permitía la difícil articulación con el edificio preexistente.

LA SUBESTACIÓN DE QUEVEDO

La Subestación de Quevedo se construyó entre 1924 y 1926 en la calle Olid, 9. Esta ubicación respondía a su posición estratégica cerca del trazado de la Línea 1 y del futuro tramo Quevedo-Cuatro Caminos, para el que la Compañía solicitaría la concesión al año siguiente. Al igual que Salamanca, se ubicó en un amplio solar anticipando futuras ampliaciones. La fachada estaba estructurada por tres vanos rematados por arcos rebajados con la clave acentuada. Horizontalmente, la fachada se componía de un zócalo de piedra, una sección intermedia de ladrillo visto en la parte inferior de los machones y revoco en la parte superior y arcos y una acentuada cornisa como elemento de atado. Un peto de revoco ocultaba la cubierta y ´mostraba en su parte central el logotipo de Metro. La edificación inicial se subdividía en tres secciones consecutivas, comunicadas por una planta de sótano. La primera de ellas formaba el espacio diáfano principal, mientras los dos restantes, elevadas con respecto a la cota de la primera, disponían de una y tres alturas sobre rasante respectivamente. El espacio principal contaba con un puente grúa y se cubría mediante una

cubierta de faldón quebrado a dos aguas apoyada en una cercha de acero roblonada. El interior se iluminaba gracias a los huecos emplazados en la fachada principal, los sobrios ventanales superiores de la fachada trasera y el lucernario cenital en diente de sierra orientado al norte.

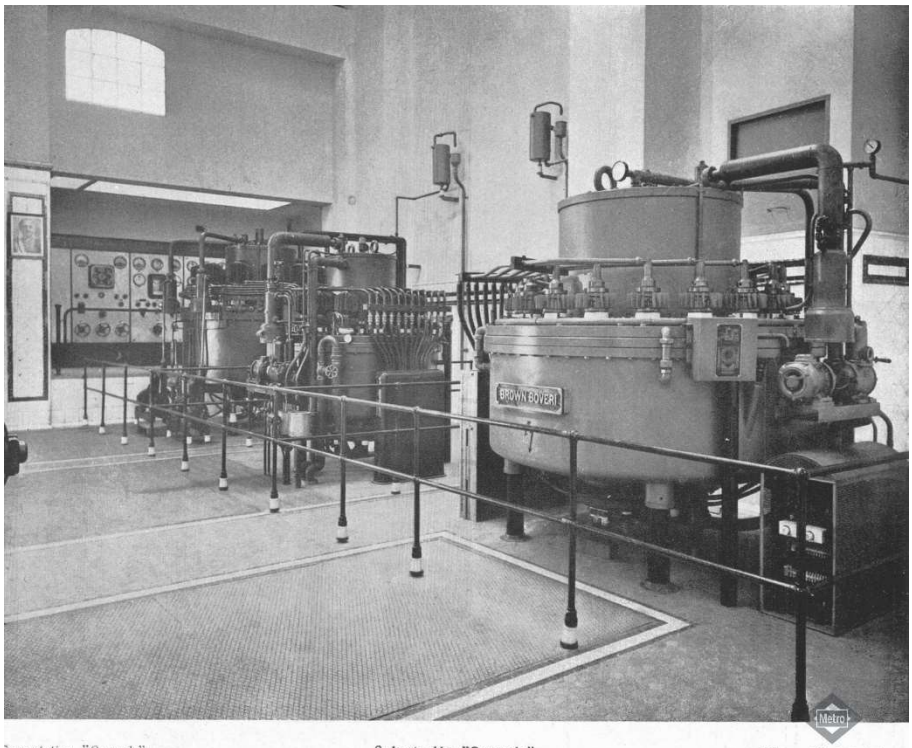


Figura 4. Interior de la Subestación de Quevedo. Foto publicada en "El Ferrocarril Metropolitano de Madrid. Años 1917-1953.

Según la memoria original del proyecto, en la planta sótano se disponían los reguladores de inducción y los transformadores, así como la acometida de alta tensión y la salida de corriente continua hacia la red del Metropolitano. Desde un principio estaba dotada de dos rectificadores de vapor de mercurio, que en ese momento representaban la modernidad y eficiencia respecto a las conmutatrices. Al tratarse de máquinas estáticas, necesitaban menor mantenimiento y ofrecían mayor eficiencia frente a la asociación alternador-dinamo en que se basaban las conmutatrices. Los cuadros de distribución se disponían un espacio elevado, a fin de permitir la supervisión visual de las operaciones.[8]

[8] Memoria y planos de proyecto en Archivo Histórico Metro de Madrid.

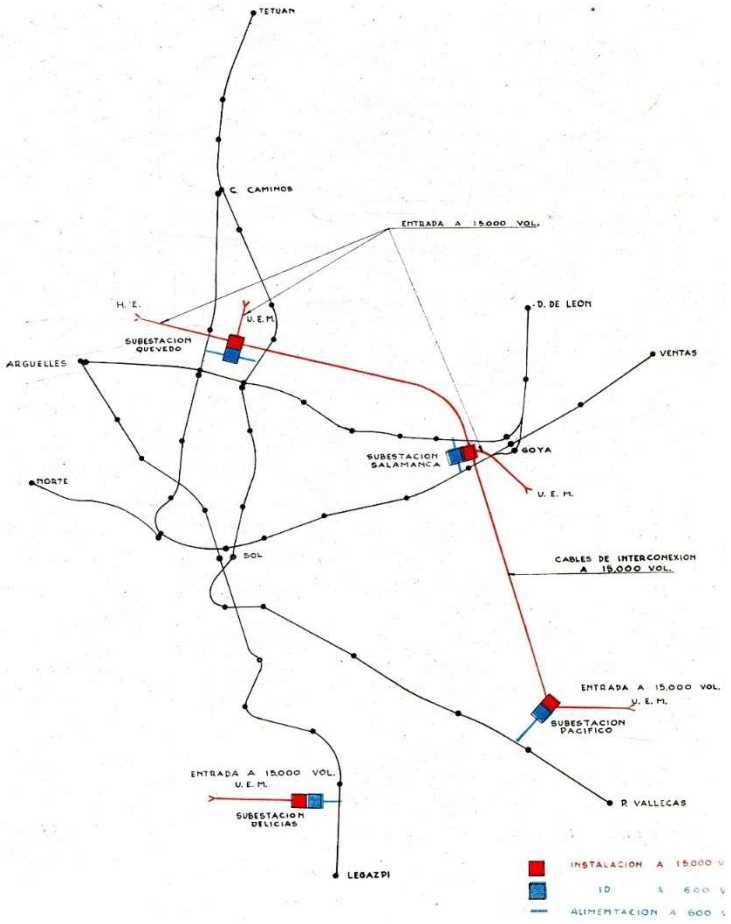


Figura 5. Esquema del funcionamiento de las subestaciones, publicado en "El Ferrocarril Metropolitano de Madrid. Años 1917-1953"

La ampliación de la subestación eléctrica de Quevedo se ejecutó entre 1928 y 1929 en el solar trasero al preexistente en la c/ Gonzalo de Córdoba, 12. El edificio ocupó el total de la parcela con tres plantas diáfanas en origen, un sótano y dos sobre rasante. La planta baja se elevó sobre la cota de calle para quedar enrasada y comunicada con la Subestación existente. La estructura se componía de una trama regular de soportes y vigas de acero visto sobre las que descansaban los forjados. El núcleo de escalera se situaba en el espacio de doble altura al que se accedía desde el cuerpo lateral derecho de la fachada. Una cubierta plana con una linterna central de ventilación remataba el edificio. Según la memoria original del proyecto, la planta de sótano estaba destinada a albergar los transformadores estáticos, en la planta baja se emplazaban las baterías de acumuladores y la planta segunda se reservaba para una ampliación.[9] La fachada se componía verticalmente de tres cuerpos, siendo de doble vano el central. Horizontalmente, las dos plantas quedaban diferenciadas de forma clara. La planta baja contaba con una fábrica de ladrillo visto sobre un

[9] Memoria y planos de proyecto en Archivo Histórico Metro de Madrid.

zócalo de cantería que alcanza hasta los basamentos de las pilastras. La planta segunda, íntegramente revocada, se remataba con un frontón superior en el que el logotipo de la Compañía quedaba enmarcado. En 1929 se amplió la potencia de la instalación mediante la compra de otros dos rectificadores de vapor de mercurio, de 2000 kw de potencia. Se adquirieron a la casa Oerlikon, del tipo de 12 ánodos y capaces de suministrar 3350 amperios gracias a su sistema de refrigeración por circulación de agua forzada con ventilador. También en ese año se trasladó a Quevedo la batería de condensadores que la Compañía poseía, desde sus inicios en las instalaciones de UEM de la cercana central Norte. En 1942 se instaló otro rectificador de vapor de mercurio de 3000 kw, llegando esta subestación a su potencia máxima ofrecida de 8600 kw.

Desde sus inicios, el crecimiento de la red de Metro fue imparable, y por ello las instalaciones de las tres subestaciones históricas no cesaron de ser ampliadas y modernizadas a lo largo de los años. En 1945 contaban con conmutatrices y rectificadores con una capacidad total de 18.600 KW y las baterías de acumuladores correspondientes. Un doble cable de 15.000 Voltios enlazaba las tres subestaciones bajo el suelo, garantizando el suministro de servicio.[10] Entre 1942 y 1944 se construyó la Subestación de Delicias y en 1958 se proyectó la de Cuatro Caminos.[11] En los años 60 se construyeron las Subestaciones de Quintana, Colegiata, Puerta Bonita, Acacias o Centro. A partir de este momento se tomó la decisión de ejecutar las subestaciones soterradas debido al incremento del coste de los solares en la capital. En 1980 la Compañía contaba con 22 subestaciones, 37[12] en 1990 y 48 a finales del siglo XX, existiendo en la actualidad 116.[13]

Del estudio comparado de las instalaciones eléctricas de Metro diseñadas por Antonio Palacios emergen varias conclusiones. En primer lugar la existencia de rasgos comunes a todas. Todas cuentan con sótanos que recorren la totalidad de las instalaciones, lo que les permite poner en comunicación los distintos elementos técnicos. El puente-grúa es otro de los

[10] Otamendi, Miguel. El Metropolitano de Madrid. Revista Obras Públicas Num. Extraordinario, 1945.

[11] Ferrocarril Metropolitano de Madrid. Proyecto de Subestación Eléctrica en Cuatro Caminos. Año 1958. Archivo Ministerio de Fomento Inventario 2681 (18239) (transferido al AGA en diciembre 1978)

[12] Ximénez Herráiz, Luis. LA ELECTRICIDAD QUE CAMBIÓ EL MUNDO. El caso Madrileño. Departamento de Humanidades, Historia, Geografía y Arte. Universidad Carlos III de Madrid, 2013.

[13] Moya Rodríguez, Aurora. Metro de Madrid 1919-2009. Noventa años de historia. Metro Madrid SA, 2009.

elementos omnipresentes en todas las instalaciones, al ser una pieza imprescindible para el manejo de la maquinaria que habría de alojar la subestación. Todas las instalaciones comparten la misma línea decorativa de sus interiores en azulejo, que es un reflejo de la decoración concebida por Antonio Palacios para las estaciones del Metro. Desde el punto de vista arquitectónico llama la atención la diversidad de acabados y decoraciones lo que no impide que todas compartan un estilo reconocible. Se pone aquí de manifiesto la extraordinaria habilidad de Antonio Palacios para conferir unidad a elementos muy diversos.

SITUACIÓN ACTUAL Y PERSPECTIVAS DE FUTURO

Las tres subestaciones históricas del Metropolitano siguen siendo propiedad de la Compañía, aunque no conservan sus usos originales. La Central de Pacífico dejó de funcionar definitivamente en 1972, abriendo sus puertas al público en 2008 como espacio musealizado tras la restauración del arquitecto Carlos Puente promovida por Andén 0, siendo declarada BIC en el año 2013. Las subestaciones de Quevedo y Salamanca hoy en día conservan usos residuales, si bien esta última se reconvirtió en 1985 en un gimnasio para los trabajadores de la Compañía en su planta baja. Hay que destacar el magnífico estado de conservación con que han llegado hasta nuestros días, pese a la pérdida de su maquinaria original. Sin embargo, en la actualidad el Plan Inmobiliario de Metro supone la mayor amenaza para la pervivencia de este conjunto arquitectónico. Por ejemplo, la Subestación de Salamanca llegó a estar a la venta.[14] La Subestación de Oporto se ha vendido, y la Subestación de Cuatro Caminos será soterrada previsiblemente con motivo del plan urbanístico previsto para las Cocheras de Cuatro Caminos.

En países de nuestro entorno existen ejemplos de reutilización de elementos de similares características, que pasan a convertirse en dotaciones públicas en barrios ya colmatados. En París la *Sous-station électrique Sèvres* (1910) alberga la fundación EDF. La *Sous-station Losserand* (ca.1920) convertida en un vivero de empresas. La *Sous-station Temple* (1908) que ha pasado a ser un centro social de acogida de la asociación *Emmaüs Solidarité*. Y la *Sous-station Voltaire* (1908) que desde 2009 es sede del colectivo de artistas *La Générale*, una cooperativa "artística, política y social". Sin duda este patrimonio industrial ofrece unas enormes posibilidades a la ciudad consolidada.

[14] Fue retirada de la venta ante la presión pública en 2015.

LISTA DE REFERENCIAS

J. ARMERO CHAUTÓN, *Antonio Palacios. Constructor de Madrid.,* La Librería, 2001.

COMPAÑÍA METROPOLITANO ALFONSO XIII, *Memorias anuales del Consejo de Administración para Junta General de Accionistas.*, 1919-2000.

R. GAY OCHOA, Importantes mejoras de Madrid. El Metropolitano Alfonso XIII. *La Esfera*., año VI, núm. 306, Noviembre 1919.

M. GÓMEZ SANTOS, *El Metro de Madrid. Medio siglo al servicio de la ciudad. 1919-1969*., Escelicer, 1969.

A. GONZÁLEZ ECHARTE, C. MENDOZA, M. OTAMENDI, «El Metropolitano Alfonso XIII. Primera parte, el proyecto», *Revista Obras Públicas.,* núm. 2156, Enero 1917.

S. OLIVARES OBENGOZAR, «La arquitectura industrial de Antonio Palacios. Estudio de casos y perspectivas de futuro». *II Jornadas Andaluzas de Patrimonio Industrial y Obra Pública*., Cádiz, 2012.

M. OTAMENDI, «Las obras del Metropolitano Alfonso XIII», *Revista Obras Públicas.,* núm. 2225, Mayo 1918.

M. OTAMENDI, «Las obras del Metropolitano Alfonso XIII». *Revista Obras Públicas.*, 1923.

M. OTAMENDI, «El Metropolitano de Madrid». *Revista Obras Públicas.*, Núm. Extraordinario, 1945.

M. OTAMENDI, *El Ferrocarril Metropolitano de Madrid*. *Años 1917-1953*., Metropolitano de Madrid, 1953.

A. MOYA RODRÍGUEZ, *Metro de Madrid 1919-2009. Noventa años de historia*. Metro Madrid SA, 2009.

Gestión del patrimonio y paisaje cultural frente al impacto visual de los parques eólicos. El conjunto histórico de Uclés

Jesús-Carlos Diego Rodriguez
Pilar Chias Navarro

Jesús-Carlos Diego Rodríguez. Arquitecto e investigador. Escuela de Arquitectura Universidad de Alcalá, jesus_cdr@hotmail.com

Pilar Chías Navarro. Profª Dra. Arquitecta, Catedrática, Escuela de Arquitectura, Universidad de Alcalá, pilar.chias@uah.es

Febrero de 2016

The management of heritage and cultural landscape facing the visual impact of wind farms. The historical site of Uclés

ABSTRACT

In this paper, various approaches concerning the Envrionmental Impact Assessment (EIA) are analysed to improve the management of cultural heritage considering the visual impact generated for the renewable energy facilities.

Currently, there is a dichotomy between the growing need to expand the proportion of clean-energy and the enhancement of cultural heritage and landscape. After the approval of the European Landscape Convention (CEP) in 2000, the landscape took on new meaning and importance in the economic and cultural development of the populations, and States were urged to regulate their management and process it properly. Wind farms in Spain proliferated as a consequence of encouraging renewable energy policies, causing numerous controversies due to the generated visual impact on heritage, territory and cultural landscape. However, despite the existence of precedents on EIA topics, there is a lack of a clear and effective methodological guide to follow, in order to assess these impacts on heritage.

This communication suggests lines of action within the EIA, which could help to delimit and clarify the visual impact on cultural heritage of projects of renewable energy facilities close to it. A case study of Carrascosa wind farm around of heritage site of Uclés is presented. Using a survey, the assessment of this facility made for citizens is collected. The results shows the usefulness of such work to improve understanding and appreciation of heritage sites.

KEY WORDS

Visual impact, cultural heritage, cultural landscape, wind farms, public participation.

RESUMEN

En esta comunicación se analizan diferentes enfoques para mejorar la gestión del patrimonio cultural, dentro de la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), considerando el impacto visual (IV) que generan en él instalaciones de energía renovable.

En la actualidad, existe una dicotomía entre la creciente necesidad de ampliar la pro-porción de energía limpia y la puesta en valor del patrimonio y el paisaje cultural. Con la aprobación en el año 2000 del Convenio Europeo del Paisaje (CEP), el paisaje cobró un nuevo significado e importancia en el desarrollo económico y cultural de las poblaciones, y se instó a los Estados a regular su ordenación y gestionarlo adecuada-mente. Tras políticas para incentivar las energías renovables por parte del Estado, ha habido una proliferación de parques eólicos en España, provocando numerosas polémicas debido al IV que generan en el patrimonio, el territorio y el paisaje cultural. Sin embargo, en cuestiones relativas a EIA, a pesar de existir precedentes sobre el tema, no hay una metodología a seguir, clara y eficaz, para evaluar estos impactos sobre el patrimonio.

En esta comunicación, se sugieren líneas de trabajo, dentro de la EIA, que podrían ayudar a delimitar y clarificar el IV generado sobre el patrimonio cultural, en proyectos de instalaciones de energía renovable cercanos a éste. Se presenta el caso de estudio del parque eólico Carrascosa, situado en el entorno del Conjunto Histórico de Uclés. Mediante una encuesta, se recoge la valoración que hace de estas instalaciones la población afectada. La información recogida muestra la utilidad de un trabajo de este tipo para mejorar la comprensión y la apreciación de los sitios de patrimonio.

PALABRAS CLAVE

IV, patrimonio cultural, paisaje cultural, parques eólicos, participación pública.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad existe una dicotomía entre la creciente necesidad de ampliar la proporción de energía limpia para un desarrollo sostenible y responsable con el medio ambiente, y la puesta en valor del patrimonio y el paisaje como elementos que dotan a las poblaciones que los perciben de un arraigo histórico-cultural al territorio y una posible fuente de sostenibilidad económica y social. Esta relación entre las energías renovables (EE.RR.) y el patrimonio y el paisaje culturales provoca en ocasiones conflictos por los diversos impactos que generan las instalaciones de aquellas en éstos, especialmente las eólicas. Para intentar evitar o disminuir estos conflictos se debe realizar una gestión adecuada del patrimonio y el paisaje respecto a los impactos que puedan sufrir por agentes externos.

La gestión del patrimonio cultural ha evolucionado de la mera protección del monumento, a una más compleja considerando su entorno y el paisaje que lo contextualiza. Ello ha llevado a un mayor enfoque en el IV respecto al patrimonio cultural, tanto en la gestión del patrimonio como en la ordenación del territorio. Desde hace varios años hay discusiones relacionadas con los sitios de patrimonio, centradas en la afección a la integridad del sitio o el monumento debida al desarrollo de construcciones en su entorno. La discusión sobre el IV de los rascacielos en Londres sobre sus sitios de patrimonio [1], la eliminación del Valle del Elba en Dresde de la Lista de Patrimonio Mundial en 2009, o la reciente polémica con la construcción de la Torre Pelli en Sevilla [2, 3], muestran la importancia y seriedad del IV sobre el patrimonio. Pues bien, también la construcción de parques eólicos ha dado lugar en muchos países a focalizar la atención en este problema. En España, tras políticas para incentivar las EE.RR. por parte del Estado, ha habido una proliferación de parques eólicos. Esto ha supuesto grandes conflictos respecto al IV sobre el territorio, el paisaje y el patrimonio cultural. Sin embargo, en las EIA, el análisis del IV sobre el paisaje suele ser superficial o, a menudo, con cierta parcialidad en favor de las empresas interesadas, y raramente se incluye el patrimonio cultural.

En esta comunicación se analiza la gestión del IV sobre el patrimonio cultural dentro de las EIA. Mediante un caso de estudio se discuten los métodos y los criterios utilizados para este caso particular. Defendemos la gestión integrada del patrimonio cultural y el paisaje a fin de mejorar las evaluaciones de IV. Se discute cómo los métodos y criterios establecidos en la EIA corresponden más bien a los intereses de empresas y autoridades, y cómo otros enfoques podrían llevar a una evaluación más adecuada. También se discute la importancia de la participación pública en el proceso para evitar posibles daños al patrimonio cultural. Como ejemplo de análisis se presentan los resultados de un estudio sobre el parque eólico (PE) Carrascosa, situado en el entorno del Conjunto Histórico (CH) de Uclés en la provincia de Cuenca.

PATRIMONIO, PAISAJE E IMPACTO VISUAL

Como apuntamos en la introducción, la gestión del patrimonio cultural ha evolucionado a lo largo de las últimas décadas de una protección monumental a la inclusión del entorno y paisaje que los rodea. A nivel internacional hay tres cartas que lo reflejan: la Carta de Venecia de 1964 en la que se introdujo el concepto de *testimonio histórico* de la obra de arte, como el conjunto urbano o rural que contextualiza el monumento; la Carta de Burra de 1979, 1981 y 1999 en la que se introdujo el concepto de *entorno* recomendando su mantenimiento para contribuir a la significación cultural del sitio; y la Carta de Ename de 2007 en la que se establecen los criterios de interpretación y presentación de sitios de patrimonio, y en la cual en su Principio 3.4 se establece que "el paisaje circundante, el ambiente natural y la localización geográfica son partes integrantes de la relevancia histórica y cultural de un sitio y, como tales, deben ser consideradas en su interpretación". A nivel europeo, esto se ha plasmado en otras dos principalmente: la Carta de Amsterdam de 1975, en la que se llamaba la atención sobre la gran importancia del *contexto* en la conservación integrada de monumentos y conjuntos; y la Carta de Cracovia del 2000, que señalaba la importancia del *entorno, territorio y paisaje* en cualquier intervención sobre el patrimonio arqueológico y la necesidad de la participación pública en su protección. En España, por su parte, el Decreto de 22 de julio de 1958, introdujo por primera vez en nuestra legislación el concepto de *entorno* [4], y la vigente Ley 16/1985, de 25 de junio, del Patrimonio Histórico Español protege el patrimonio tangible en una concepción muy amplia del término, realizando dos distinciones que introducen los conceptos de entorno y paisaje en la protección patrimonial: la definición del concepto de *sitio histórico* en el artículo 15.4 como "el lugar o paraje natural vinculado a acontecimientos o recuerdos del pasado, a tradiciones populares, creaciones culturales o de la naturaleza y a obras del hombre, que posean valor histórico, etnológico, paleontológico o antropológico"; y el artículo 18 en el que se introduce el concepto de

entorno destacando que "un bien inmueble declarado Bien de Interés Cultural es inseparable de su entorno".

Esta evolución en la importancia del entorno del patrimonio cultural hizo que a nivel europeo se realizaran una serie de propuestas propias para el paisaje que culminarían en el año 2000 con el Convenio Europeo del Paisaje (CEP). En él se define paisaje como "cualquier parte del territorio tal como la percibe la población, cuyo carácter sea el resultado de la acción y la interacción de factores naturales y/o humanos" y se insta a los Estados miembros a regular su protección, gestión y ordenación, estableciendo procedimientos para la participación pública en ello. En España, esta normativa se transfirió a su legislación con la ratificación del CEP en el año 2007 y, más tarde, con el Plan Nacional de Paisaje Cultural (PNPC) del año 2012, que define paisaje cultural como "el resultado de la interacción en el tiempo de las personas y el medio natural, cuya expresión es un territorio percibido y valorado por sus cualidades culturales, producto de un proceso y soporte de la identidad de una comunidad".

Esta comunicación se centrará en el patrimonio cultural tangible, teniendo en cuenta el entorno y el paisaje que contextualizan su significación cultural. Por otra parte, las consideraciones que el CEP y el PNPC hacen sobre el paisaje, nos sirven de contexto para nuestro caso de estudio. Así podemos reflexionar sobre la integración entre el patrimonio cultural y el paisaje, la adecuación de las políticas nacionales frente a los valores locales, y cómo éstos podrían incluirse en la evaluación de IV de las EIA.

La evaluación o cuantificación del IV que generan las instalaciones de EE.RR. sobre el paisaje tiene varias dificultades inherentes, tales como la selección de los componentes y atributos del paisaje (campo visual, contraste, color, forma y textura, entre otros) [5] y su integración con los criterios de valoración del observador [6]. A lo largo de los últimos años se han realizado múltiples estudios sobre el IV que los parques eólicos provocan en el paisaje. Por un lado, se han desarrollado múltiples indicadores valorando aspectos distintos de este impacto en función de componentes estéticos del paisaje, de la percepción y las preferencias humanas en la ubicación de estas instalaciones [5, 7-14]. Por otro lado, también se han desarrollado diferentes metodologías para evaluar el IV de estas construcciones, tanto a nivel local como regional, utilizando varios de aquellos indicadores, algunos nuevos e incluso utilizando metodologías usuales en otros campos de estudio [6, 15-26]. Todas estas investigaciones abordan el IV que estas instalaciones de EE.RR. generan sobre el paisaje de forma genérica, pero ninguna tiene en consideración el patrimonio cultural y el paisaje que lo contextualiza y las particularidades que requiere su estudio. Investigadores expertos en el tema han venido

reclamando desde hace años una mejor integración entre paisaje y patrimonio cultural dentro de las EIA [27-29].

El Instituto Noruego para la Investigación del Patrimonio Cultural realizó un estudio de diferentes países a nivel mundial sobre los criterios y directrices respecto a la evaluación del IV sobre el paisaje y el patrimonio cultural, en el que se observa que la mayoría de ellos están relacionados con la visión, la visibilidad y la distancia [30]. La mayor parte hace hincapié en el impacto sobre aspectos estéticos del paisaje, y los impactos sobre el patrimonio se reducen a impactos directos, formulando recomendaciones generales. Pocas directrices proponen estudiar el impacto en el entorno más amplio del monumento o el sitio de patrimonio. Reino Unido, Australia, Nueva Zelanda, EE.UU. y países escandinavos son los únicos de los estudiados que tienen en cuenta la dimensión histórica del paisaje. [30]. En el caso español, la Ley 21/2013 de Evaluación de Impacto Ambiental obliga al promotor en su artículo 35.1.c a realizar una "evaluación y, si procede, cuantificación de los efectos previsibles directos o indirectos, acumulativos y sinérgicos del proyecto sobre […] el paisaje, los bienes materiales, incluido el patrimonio cultural, y la interacción entre todos los factores mencionados…" en base a los términos desarrollados en el Anexo VI de la misma ley. En este anexo se indica que tanto el inventario ambiental como la identificación, cuantificación y valoración de impactos deben incluir aquellos que incidan sobre el paisaje en los términos del CEP, "empleándose para ello, aquellas metodologías contempladas en normas o estudios técnicos que sean aplicación". El problema es que no hay una metodología a seguir, por lo que cada promotor elige la que más conviene en su caso para sus intereses.

La valoración del impacto sobre el patrimonio cultural dentro de las EIA suele centrarse en los impactos directos sobre los monumentos y sitios de patrimonio, tales como la erosión, obviando a menudo el impacto indirecto [30]. No suele estudiarse como parte de alguno de estos impactos, el IV sobre el patrimonio cultural, a pesar de que diversas investigaciones revelan que el desarrollo de construcciones en torno a monumentos o sitios de patrimonio afectan a su contextualización y a su disfrute [31]. A nivel internacional, apenas se ha investigado sobre la influencia que la presencia de parques eólicos tiene en la experiencia del patrimonio cultural y su entorno. Se han realizado estudios sobre cómo la influencia del IV de los aerogeneradores influye en la percepción del ruido que estos emiten [32]. Hay encuestas de opinión pública en Dinamarca que muestran una actitud positiva hacia los parques eólicos debido a una participación social, una homogeneización visual y la propiedad de los parques eólicos [17]. Pero ningún estudio se centra en el patrimonio cultural y, por supuesto, no hay investigaciones acerca de la percepción social sobre la influencia de estas instalaciones sobre el patrimonio en España. A la

hora de realizar una evaluación de IV, hay que tener en cuenta los valores que cada población resalta de su patrimonio [6]. Por ello, este estudio resulta pertinente, especialmente a raíz del CEP, el PNPC y el auge de la energía eólica.

METODOLOGÍA

Hemos estudiado el proyecto del PE Carrascosa, situado en el municipio conquense de Carrascosa del Campo, en la parte centro-oriental de España, que afecta al entorno paisajístico del CH del municipio de Uclés (figura 1), con el fin de conocer una primera aproximación de la actitud de la población a nivel general frente a la energía eólica, y especialmente a nivel local para el caso propuesto. Hemos escogido un caso de estudio único para nuestra aproximación, lo que nos ha permitido conocer a fondo el contexto y los problemas concretos. El tema ha exigido un amplio espectro de métodos y fuentes para que la investigación tuviese un enfoque firme [33, 34]. Por otro lado, esto nos da la posibilidad de discutir el problema en cuestión con mayor profundidad.

Figura 1. *Situación del PE Carrascosa y análisis de visibilidad del EIA (Jesús-C. Diego y EIA PE Carrascosa).*

Nuestro caso de estudio sobre el PE Carrascosa es una investigación pequeña y limitada, pero nos ha aportado mucha información, puntos de vista y conocimientos sobre el caso. Debido a este limitado contexto, no deben sacarse conclusiones generales.

Los datos que se manejan son de tres tipos: 1) documentación escrita y web; 2) entrevistas; y 3) encuestas. La documentación escrita estudiada han sido los informes de EIA del PE, los manifiestos emitidos por el ayuntamiento de Uclés en 2006 y 2008, las alegaciones presentadas por distintos organismos y asociaciones ecologistas, artículos de prensa y sitios web de interés cultural.

El estudio de la documentación se complementó con entrevistas a Ana Mª Gálvez Bermejo, la entonces concejala de cultura de Uclés. Las entrevistas fueron de formato libre y nos sirvieron para saber más acerca de las

limitaciones que los Ayuntamientos de poblaciones pequeñas tienen a la hora de afrontar problemas como éste.

La encuesta se realizó como una primera aproximación sobre la percepción que las poblaciones afectadas tenían de las EE.RR. y las instalaciones eólicas construidas en el entorno del Monasterio de Santiago Apóstol y el Castillo de Uclés. Las encuestas se llevaron a cabo en el municipio de Uclés a lo largo del verano de 2014, sobre una muestra significativa de cincuenta individuos residentes permanentes o temporales. La variedad de edades (de 19 a 85) nos asegura que estén representados diferentes perfiles formativos, ocupacionales y de nivel socioeconómico. El cuestionario se ha organizado en cinco bloques: 1) perfil general del entrevistado; 2) conocimiento sobre las EE.RR. y la protección y gestión del paisaje; 3) grado de conciencia sobre la integración de las EE.RR. en el paisaje y valoración de la gestión llevada a cabo por su ayuntamiento en la protección de este último; 4) valoración sobre la gestión e implantación de proyectos de EE.RR. y el proceso después de finalizado su ciclo de vida (CV); y 5) valoración del impacto ambiental, paisajístico y socioeconómico que tienen las EE.RR. Para cada apartado, se ha utilizado un método de valoración, en función de los objetivos a conseguir. Así, tenemos preguntas de respuesta cerrada para saber datos exactos, (bloques 1, 3 y 4); y preguntas basadas en una escala tipo Likert de 1 (nada) a 3 (mucho), (todos los ítems del bloque 2, valorando el grado total de conocimiento que tenía la población), y de -3 (muy negativo) a 3 (muy positivo), (bloque 5, formado por diez ítems, para valorar la opinión de la población).

IMPACTO VISUAL DE LOS PARQUES EÓLICOS EN LA E.I.A. ESPAÑOLA

España es una de las mayores potencias a nivel mundial en generación de energía eólica. En 2014, según datos de la Asociación Empresarial Eólica, tenía instalados 1.077 parques eólicos que generaban una potencia de 22.986,5 MW. Las necesidades orográficas en la implantación de estas instalaciones, zonas de llanura o crestas montañosas, hace que en muchas ocasiones entre en conflicto la idónea situación con el impacto que generan. Ha habido diversos conflictos relacionados sobre todo con el impacto en los recursos naturales, la avifauna, el paisaje y en el patrimonio cultural.

Como hemos comentado en el punto anterior, en los impactos sobre el patrimonio cultural, a menudo se minusvaloran los que afectan a su entorno. En ninguno de los EIA estudiados hemos visto un análisis del IV de los aerogeneradores sobre el patrimonio. Prácticamente en todos, el estudio de los impactos sobre el Patrimonio Histórico-Artístico se reduce a la realización de futuras prospecciones arqueológicas en las zonas

afectadas y a la realización de perfiles topográficos desde puntos sensibles hacia los aerogeneradores, analizando su visibilidad. Uno de los problemas a la hora de evaluar el IV es la falta de criterios suficientes: los más usuales son la distancia de los puntos sensibles a los aerogeneradores y la altura de éstos. La experiencia del uso de estos criterios demuestra que no captan bien los conflictos y su importancia.

Por otro lado, respecto a la participación ciudadana, en las EIA se reduce a la fase de información pública según la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental. En su artículo 36.3 se indica que "el órgano sustantivo [...] adoptará las medidas necesarias para garantizar que la documentación que debe someterse a información pública tenga la máxima difusión entre el público [...]", pero la realidad nos dice que esto se hace de una forma poco efectiva.

CASO DE ESTUDIO: PARQUE EÓLICO CARRASCOSA EN UCLÉS (CUENCA)

Ámbito de estudio: El Conjunto Histórico de Uclés

El ámbito de estudio de esta investigación es el entorno de un monumento histórico-artístico del municipio de Uclés, en la provincia de Cuenca: el CH compuesto por el Castillo árabe del siglo X y el Monasterio de Santiago Apóstol de los siglos XVI-XVIII. Desde 1931 posee protección de Bien de Interés Cultural con categoría de monumento, y desde 2003 la delimitación de su entorno protegido.

Uclés tiene una superficie de 64,61 Km^2, y tan solo 224 habitantes censados en el año 2014. Desde Madrid se accede a la población por la carretera CUV-7021, tras tomar la salida 90 de la autovía A3, y atravesando la localidad de Tribaldos. La villa fue amurallada en época visigoda con una superficie de un kilómetro cuadrado y, durante la ocupación árabe, constituyó un importante enclave estratégico, llegando a poseer castillo, mezquita y termas. En 1174, Alfonso VIII y su esposa Dª Leonor, donaron la villa y el castillo a la Orden de Santiago, siendo desde entonces su sede. En 1529, bajo el reinado de Carlos I, comenzó la construcción del Monasterio de Santiago, reconvirtiendo parte del interior del castillo, que duraría dos siglos.

En Uclés se conservaba un paisaje casi inalterado durante los últimos 300 años [35]. En lo alto de la colina se alzan el Monasterio de Santiago, la Torre del Palomar, la del Póntido y la Albarrana junto con un lienzo de muralla de la fortaleza musulmana que las une, y, a sus pies, parte de la albacara cristiana que amurallaba el recinto.

Parque eólico Carrascosa, su gestión y EIA

La U.E. ha realizado grandes esfuerzos en materia de paisaje, promoción de las EE.RR. y legislación que las regule. La ratificación por parte de España del CEP, insta al Estado a incorporar el paisaje en la ordenación del territorio y, sobre todo, a su gestión y protección. Sin embargo, no existe legislación específica sobre paisaje en el ámbito estatal, y no se ha introducido de forma transversal en otras políticas energéticas. Ante este panorama, algunas autonomías como la Valenciana en 2004, Cataluña en 2005 [37] y Galicia en 2008 fueron las primeras en incorporar el paisaje en su normativa [36].

En el caso de estudio, se ve muy clara la ausencia de legislación referente a paisaje. En relación al Monasterio de Santiago Apóstol y Castillo de Uclés, el Decreto 295/2003, de 28 de octubre (D.O.C.M. nº 155 de 31 de octubre de 2003), establece su entorno de protección únicamente incluyendo una serie de manzanas y en "todos los espacios públicos contenidos por la línea que bordea el perímetro exterior de las citadas manzanas y parcelas y las une entre sí" [35]. Sin embargo, en 2006, se construyó el PE Carrascosa sin que se previera el impacto que la instalación finalmente ha tenido.

Este parque se encuentra en la *Loma de Valdehijadas* (figura 1), en el municipio conquense de Carrascosa del Campo, a 12 Km al este del CH del municipio de Uclés. Pese a la, en principio, gran distancia que separa ambos hitos, se ha elegido este PE por su afección al paisaje que contextualiza el monumento. El promotor del parque es Energías Eólicas de Cuenca S.A. El proyecto se lleva a cabo en 2006 y consta de 19 aerogeneradores marca GAMESA G90, con mástiles de 79 m. de altura, 90 m. de diámetro de pala y 2000 Kw de potencia nominal cada uno, lo que genera un total 38000 Kw. El parque se sitúa en una loma al este de Uclés, en unas cotas que oscilan entre 953 m. y 1021 m. sobre el nivel del mar, mientras que la plataforma del CH de Uclés se sitúa a 873 m. de altitud. Por tanto, la diferencia de cota entre la plataforma del monumento y las bases de los aerogeneradores es de 80-148 m. Si se tiene en cuenta que los aerogeneradores se alzan sobre esas cotas otros 124 m. de altura y que, solamente está en medio el cerro de Santa Quiteria, del municipio de Rozalén del Monte, con altitudes que oscilan entre los 969 m. y 1042 m., se puede deducir en un primer instante que no hay nada que pueda ocultar esos aerogeneradores como fondo escénico en la panorámica de acceso al pueblo desde la A3, por la carretera habitual, la CUV-7021, a su paso por Tribaldos. De hecho, como se ve en la figura 2, los aerogeneradores pasan a formar parte de ese fondo de escena de Uclés, más acentuado si cabe, en un día despejado.

Si echamos un vistazo a los documentos del EIA del parque, enseguida se echan en falta varios estudios. En el punto 9.4.4 Valoración de la accesibilidad visual del paisaje, se realiza un análisis de cuencas visuales con un radio de observación de 20 Km y se dictamina que desde Uclés se pueden divisar "buena parte de los aerogeneradores", concretamente los 19 del parque (figura 1). Además, en el apartado 11.3.12 Impactos sobre el paisaje, se enuncia que *"a la hora de analizar los impactos sobre el paisaje hay que tener en cuenta que los Parque Eólicos se proyectan normalmente en sierras o puntos altos y que los generadores, de grandes dimensiones, resultan visibles desde grandes distancias sin que sea posible enmascararlos…".* A pesar de todo ello, no se realizó un estudio de IV en el que se incluyera como mínimo perfiles topográficos desde puntos sensibles o fotomontajes para poder ver el IV que tiene el parque en el paisaje del CH de Uclés. En el apartado 11.3.10 Impactos en patrimonio histórico-artístico y cultural, no se hace referencia a la afección al entorno paisajístico del Monasterio y Castillo de Uclés. Solo se tienen en cuenta impactos directos sobre los bienes, por lo que solo se analizan los impactos sobre los 5 registros, tres de carácter etnográfico y dos arqueológicos, que están dentro del PE, estableciendo un perímetro de protección de 75 m en el cual no se puede situar ningún aerogenerador ni líneas de evacuación.

Figura 2. Vista de Uclés y el PE Carrascosa desde Tribaldos (Ana Mª Gálvez Bermejo).

En las entrevistas, Ana Mª Gálvez Bermejo nos comentó el proceso de gestión entorno al PE. La fase de consultas previas coincide en el tiempo con su cargo en la Concejalía de Cultura del Ayto. de Uclés. En ningún caso se plantearon realizar alegaciones al parque dado que se encontraba en otra localidad y a una distancia de más de 12 Km, ni tampoco a la línea de evacuación, a pesar de que discurría por el término municipal de Uclés. Durante la construcción del parque en el año 2006 se dieron cuenta del impacto que tenía en el paisaje característico de Uclés. Entonces, remitieron escritos de queja a la Dirección General de Industria, Energía y Minas, y a la Delegación Provincial de la Consejería de Cultura, manifestando su disconformidad con la proximidad de la instalación al CH de Uclés, por el impacto que provocaba en su patrimonio. En ese mismo año, en Pleno Municipal del Ayto. de Uclés se aprobó una declaración sobre el impacto

de los aerogeneradores en el paisaje natural, en el que se solicitaba a la Administración que, en el proceso de toma de decisiones, se incluyera una amplia consulta ciudadana y se considerase prioritario el valor de los paisajes locales. A esto, la administración les respondió que "hubieran hecho alegaciones en su momento" [35]. En la aprobación definitiva, se informa de las alegaciones realizadas por la afección a vías pecuarias, dado que atraviesa dos cañadas reales, pero no se hace alusión a los posibles daños al patrimonio de Uclés. Tras la construcción de este PE, se intentaron construir varios proyectos más en el entorno del CH de Ucles, pero se paralizaron mediante las alegaciones que interpuso el Ayto. de Uclés junto con otras asociaciones ecologistas y culturales y también gracias a la difusión mediática en medios de prensa escrita y web. Por ello, nos pareció pertinente realizar una encuesta para saber la opinión de la población afectada sobre el impacto de este PE.

Resultados de la encuesta

La implantación de un PE en el entorno de patrimonio cultural es un buen punto de partida para valorar la percepción ciudadana sobre este fenómeno y sus impactos en el paisaje y el patrimonio. Para el análisis de los datos se utilizó el programa estadístico SPSS 15.0. A continuación se presentan los datos demográficos y el análisis de frecuencias y descriptivos que corresponden a cada bloque de la encuesta.

Se observa que la muestra no es homogénea en cuanto al porcentaje de hombres (80%) y mujeres (20%) que participaron en la encuesta. El 60% de los participantes eran residentes frente a un 32% que residen en época estival y un 8% de turistas. Este dato aporta información útil sobre el seguimiento que han podido tener del PE analizado.

El porcentaje de población con estudios superiores o medios es del 72% (diplomados 48% y licenciados 24%) frente a un 28% de gente con estudios básicos, por lo que se deduce que, el conocimiento de las EE.RR., y la sensibilidad hacia el impacto que causan en la población y los paisajes, es aceptable.

La tabla de la figura 3, muestra, el conocimiento previo del tema y la valoración de los impactos de las EE.RR. El conocimiento previo se valora de 0 a 18, mediante la suma de los seis ítems que componen el bloque dos. Se observa que el mínimo conocimiento es de 3 y el máximo de 18, obteniendo una media de 12,4. La media está por encima del valor medio, por lo que es aceptable. En cuanto a la valoración de los principales impactos que tienen las EE.RR., oscilan entre -3, como muy negativo, y 3, como muy positivo. Se puede ver cómo, a nivel general, se valora positivamente el impacto sobre la economía y la reducción del impacto ambiental y en la factura de la luz de las EE.RR. Al contrario, no pasa lo mismo con la valoración de los impactos ambientales (I.A.) y en la población. En este caso,

todos estos impactos se valoran de forma negativa, especialmente el impacto paisajístico, sobre el territorio y sobre la fauna.

Variable	Media	d.t	Variable	Media	d.t
Conocimiento Previo	12,40	4,87			
Economía Población	1,52	1,94	Impacto fauna	-2,12	1,59
Economía Empresas	1,08	1,82	Impacto acústico	-1,36	1,35
Reducción I.A. energías	2,44	0,87	Impacto territorio	-1,92	1,47
Reducción factura luz	0,24	1,88	Impacto turismo	-0,76	1,508
Impacto paisajístico	-1,60	1,85	Impacto población cercana	-0,24	1,877

Figura. 3. Valoración de Impactos y Conocimientos Previos (Jesús-C. Diego)

También se ha valorado la aceptación de la población respecto a la integración de las EE.RR. en el paisaje. Se observa cómo el 60% de la gente cree que las instalaciones de EE.RR. no están bien integradas en el paisaje, frente a un 32% que piensa que sí y un 8% al que le da igual. En cuanto a la aceptación de las medidas adoptadas por la alcaldía de Uclés respecto a los proyectos de EE.RR., el 56% de la gente está de acuerdo, frente a un 24% que no y un 20% al que le es indiferente.

En el bloque cuatro, se ha valorado la gestión a realizar frente a los proyectos de EE.RR. El 16% de la población opina que se deberían prohibir en todo caso, frente a otro 16% que opina que se deberían permitir siempre. Este dato indica que hay un 32% de la población que es radical respecto al tema. Por otro lado, se observa que un 28% de la gente cree que se debería exigir un estudio llevado a cabo por agentes externos para aprobar los proyectos; un 4% cree que se debería realizar una encuesta a la población para su aprobación; y un 36% de la población que se deberían hacer ambas. Por tanto, un 74% de la población apoya la realización de un estudio externo y un 40% apoya la realización de una encuesta a la población afectada.

En cuanto a la prioridad a tener en cuenta en la implantación de proyectos de EE.RR. en una población, se observa que al 52% de la población le preocupa la afección sobre la economía (economía y turismo) y a un 40% el impacto paisajístico que pueda acarrear su implantación.

También se han examinado las acciones a realizar una vez finalizado el CV de las instalaciones de EE.RR. Aquí, los encuestados se han posicionado únicamente en dos ítems. El 36% opina que, una vez obsoletas las instalaciones, se deberían reparar o sustituir en caso necesario, para continuar con su explotación; frente al 64% que cree que se debería restaurar

el paisaje afectado con cargo, en todo caso, a la empresa beneficiada. Este dato es significativo pues, dos tercios de la población, quieren recuperar el paisaje tal y cómo era antes de la implantación de las EE.RR.

DISCUSIÓN

El estudio del PE Carrascosa nos ilustra la necesidad de mejorar los conceptos y los métodos para estudiar el impacto de las EE.RR. en la dimensión histórica de los paisajes que contextualizan los monumentos y sitios de patrimonio. Los resultados de este trabajo demuestran que el proceso de EIA y los métodos actuales de evaluación de IV no incluyen esta dimensión del paisaje. Esto se debe en parte al hecho de que el IV se basa en nuestra comprensión y apreciación del patrimonio y que no existen en la actualidad métodos disponibles para manejar esta dimensión dentro de la EIA. Por tanto, analizaremos diferentes enfoques para promover métodos de integración del patrimonio cultural y el paisaje dentro de las EIA. Parece oportuno empezar entonces por preguntarse si es posible que la definición de sitio y entorno pueda ser una herramienta metodológica para mejorar las evaluaciones de IV en los sitios de patrimonio.

Los conceptos de sitio y entorno ayudan a contextualizar y comprender un objeto. Por lo general, un sitio es relativamente fácil de delimitar físicamente. De hecho, la UNESCO introdujo el concepto de las *buffer zones* para ampliar estos límites en favor de la protección de los monumentos respecto a la construcción de algunas edificaciones en estos límites. El concepto de entorno, sin embargo, es algo más difícil de definir, dado que amplía los límites de la percepción inmediata de un sitio de forma difusa, dando más espacio para la interpretación y siendo más costoso llegar a un acuerdo global.

El IV que generan ciertas construcciones no afecta en sí mismo de forma directa a los sitios de patrimonio cultural, pero sí en nuestra comprensión de ellos como parte de un paisaje con identidad cultural. El enfoque metodológico de la EIA se basa, principalmente, en condiciones físicas y materiales existentes en los sitios. Esto debería ampliarse de modo que se incluyeran la dimensión histórica y los valores locales de los paisajes, para obtener una evaluación más acorde con la realidad de esos lugares.

Una forma de introducir estas valoraciones en la EIA es fijarnos en el carácter histórico del paisaje. En la política inglesa, se introduce este carácter en sus documentos sobre la energía eólica y el medio ambiente histórico del *English Heritage* [38]. En ellos se enuncia que se debe considerar el impacto de las instalaciones de energía eólica en un amplio entorno del paisaje de los sitios históricos. También indican que el carácter histórico de los paisajes debe ser considerado a la hora de plantear políticas de planificación o resolución de solicitudes individuales, y que los análisis de

valoración y fragilidad del paisaje siempre deben incluir la dimensión histórica [38].

Por otro lado, La Carta de Burra define *entorno* en el artículo 1.12 como "área alrededor de un *sitio* que puede incluir la captación de visuales". Además, en el artículo 8 enuncia que "la conservación requiere el mantenimiento de un entorno visual apropiado y otras relaciones que contribuyan a la significación cultural del sitio…" [39]. Por tanto, hay un énfasis en los aspectos visuales y la identidad cultural que permitan disfrutar del patrimonio. Sin embargo, en la legislación nacional española sobre patrimonio no existe el concepto de entorno como figura de protección en sí. En la ley 16/1985, de 25 de junio, de Patrimonio Histórico Español, la figura de *sitio histórico* introduce la dimensión histórica del sitio de patrimonio, pero debido al carácter delimitado del concepto de sitio, esa figura no protege específicamente el paisaje ligado al patrimonio, sino el sitio en sí. Por tanto, tal y como sugiere Mairi Black, un punto de partida podría ser definir bien el concepto de entorno, utilizando parámetros claros y un método acordado [40] e introducirlo en la legislación para afrontar más eficazmente los problemas de estos paisajes.

Un tema importante dentro de la EIA es cómo distinguir entre favorecer los intereses del patrimonio o los del paisaje. Paul Masser defiende que la visibilidad por sí sola no es un criterio suficiente para evaluar el IV sobre el patrimonio cultural [31]. Él sugiere que no todos los elementos visibles son relevantes en el entorno de un sitio de patrimonio y que, cuando se modifica el entorno de un sitio, pero la inteligibilidad del mismo no se vea afectada, el impacto es únicamente visual [31]. De hecho, él afirma que los factores importantes para valorar el impacto sobre un entorno son la percepción pública y la accesibilidad que ese paisaje tenga [31].

La encuesta: percepción y participación pública

Desde la redacción de la Carta de Cracovia y el CEP, el paisaje se entiende como un patrimonio cultural resultado de la interacción del ser humano con la naturaleza y el medio físico, y se cree necesaria la participación pública en los procesos de toma de decisiones en torno él, siguiendo los principios del Convenio de Aarhus de 1998. Por tanto, es importante desarrollar y aplicar políticas, herramientas y métodos adecuados que aseguren tanto la participación pública, como los valores del patrimonio.

En el caso de estudio se ve una discrepancia entre los distintos profesionales que intervienen en el proceso y los grupos de interés cultural y la población afectada en la valoración del patrimonio y el paisaje. También se observan diferencias entre las directivas europeas sobre protección del patrimonio y el paisaje, y la políticas española, en la que faltan

herramientas que permitan una protección más efectiva, incluyendo la participación pública de las poblaciones afectadas, especialmente a nivel local. Encontrar herramientas y métodos que permitan introducir los diferentes puntos de vista y opiniones en la planificación y proyectos que se desarrollan en torno a patrimonio, es crucial para un desarrollo sostenible del patrimonio y la sociedad. La participación del público en los procesos de decisión se puede realizar de múltiples formas. Un ejemplo de ello es el principio de participación pública mediante debates públicos aplicado a la presa de Charlas en Francia, como consecuencia de la Ley de "Democracia de Proximidad" de 2002 [41]. Otro ejemplo es el modelo canadiense en el que se vinculan a la EIA del proyecto los mecanismos de participación pública, obligando a anticipar al máximo la consulta y garantizar la participación en toda la EIA [41].

Todo paisaje es susceptible de ser protegido según el CEP, por tanto debe tenerse en cuenta la valoración de sus poblaciones en todas las intervenciones que afecten a aquel. Esta participación pública no debe ser vista como sustituta de la administración en el proceso, sino como un complemento a ella, considerando de forma crítica en qué etapa del proceso se debe introducir.

CONCLUSIONES

Existe una demanda de mejores criterios y metodologías en las evaluaciones de IV sobre el patrimonio cultural. Aunque ha habido avances en las metodologías de IV de los parques eólicos en las EIA, ninguna tiene en cuenta las necesidades especiales del patrimonio y su paisaje. El caso de estudio del PE Carrascosa muestra que tanto los habitantes de Uclés como distintos agentes de la cultura se preocupan por la dimensión histórica del paisaje.

Como hemos apuntado en este trabajo, los principales criterios utilizados en la evaluación del IV en la EIA son la distancia y la visibilidad, pero no captan bien los impactos cuando se ve afectado el patrimonio. Argumentamos que mediante las consideraciones del CEP y la concreción del concepto de *entorno*, se puede encontrar una metodología que permita llevar a cabo una mejor evaluación del IV de los parques eólicos en la EIA.

En nuestro caso de estudio, un 78% de la población cree que antes de implantar un proyecto de EE.RR., se debería realizar un estudio por agentes externos, o bien, una encuesta a la población afectada. Además, el 64% querría que se restaurara el paisaje a su estado original, una vez finalizado su CV. Todo ello demuestra que la valoración de un paisaje en torno a patrimonio no debe realizarse únicamente por profesionales. Hemos visto ejemplos de participación pública en el proceso de EIA en otros países. Por ello, creemos necesaria la inclusión de esta participación en el

proceso de EIA en España mediante cualquiera de las metodologías vistas en los ejemplos de Francia y Canadá, e incluyendo en la consulta fotomontajes *side by side* del paisaje original y con el PE [5] como parte del proceso de consulta previa.

LISTA DE REFERENCIAS

[1] R. TAVERNOR, «Visual and cultural sustainability: The impact of tall buildings on London,» *Landscape Urban Plann.*, vol. 83, no. 1, 11/12, pp. 2-12.

[2] R.F. CASARES, A. de Patrimonio Históricos, de Cultura, Director del IAPH Consejería and D.J. de Andalucía, «EL PAISAJE HISTÓRICO URBANO, METODOLOGÍA Y SOSTENIBILIDAD. EL CASO DE SEVILLA Y SU TORRE.».

[3] Á CABRAL GONZÁLEZ-SICILIA, «A vuelta con la Torre Pelli: la polémica creada con la pretensión de exclusión de Patrimonio de la Humanidad de monumentos en Sevilla,» *Revista de Estudios de la Administración Local y Autonómica*, no. 315-316.

[4] J.M. BECERRA GARCÍA, «La legislación española sobre el Patrimonio Histórico, origen y antecedentes. La Ley de Patrimonio Histórico Andaluz,» *V Jornadas sobre la Historia de Marchena. El patrimonio y su conservación*, pp. 9-30.

[5] H. SHANG AND I.D. BISHOP, «Visual thresholds for detection, recognition and visual impact in landscape settings.» *J. Environ. Psychol.*, vol. 20, no. 2, 6, pp. 125-140.

[6] P. CHIAS AND T. ABAD, «Wind farms: GIS-based visual impact assessment and visualization tools,» *Cartography and Geographic Information Science*, vol. 40, no. 3, 06/01; 2015/09, pp. 229-237.

[7] I.D. BISHOP, «Determination of thresholds of visual impact: the case of wind turbines,» *Environment and Planning B: Planning and Design*, vol. 29, no. 5, pp. 707-718.

[8] I.D. BISHOP AND D.R. MILLER, «Visual assessment of off-shore wind turbines: The influence of distance, contrast, movement and social variables,» *Renewable Energy*, vol. 32, no. 5, 4, pp. 814-831.

[9] A.D.C. TORRES-SIBILLE, V. CLOQUELL-BALLESTER, V. CLOQUELL-BALLESTER and R. DARTON, «Development and validation of a multicriteria indicator for the assessment of objective aesthetic impact of wind farms,» *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 13, no. 1, 1, pp. 40-66.

[10] J. LADENBURG, «Visual impact assessment of offshore wind farms and prior experience,» *Appl. Energy*, vol. 86, no. 3, 3, pp. 380-387.

[11] R. CHIABRANDO, E. FABRIZIO and G. GARNERO, «On the applicability of the visual impact assessment OAISPP tool to photovoltaic plants,» *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 15, no. 1, 1, pp. 845-850.

[12] K. MOLNAROVA, P. SKLENICKA, J. STIBOREK, K. SVOBODOVA, M. SALEK and E. BRABEC, «Visual preferences for wind turbines: Location, numbers and respondent characteristics,» *Appl. Energy*, vol. 92, no. 0, 4, pp. 269-278.

[13] R.G. SULLIVAN, L.B. KIRCHLER, T. LAHTI, S. ROCHÉ, K. BECKMAN, B. CANTWELL and P. RICHMOND, «Wind turbine visibility and visual impact threshold distances in western landscapes,».

[14] I.A. KAPETANAKIS, D. KOLOKOTSA and E.A. MARIA, «Parametric analysis and assessment of the photovoltaics' landscape integration: Technical and legal aspects,» *Renewable Energy*, vol. 67, no. 0, 7, pp. 207-214.

[15] J.P. HURTADO, J. FERNÁNDEZ, J.L. PARRONDO and E. BLANCO, «Spanish method of visual impact evaluation in wind farms,» *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 8, no. 5, 10, pp. 483-491.

[16] T. TSOUTSOS, Z. GOUSKOS, S. KARTERAKIS and E. PEROULAKI, «Aesthetic impact from wind parks,» *Chania, Greece: Technical University of Crete*.

[17] B. MÖLLER, «Changing wind-power landscapes: regional assessment of visual impact on land use and population in Northern Jutland, Denmark,» *Appl.Energy*, vol. 83, no. 5, 5, pp. 477-494.

[18] B. MÖLLER, «Spatial analyses of emerging and fading wind energy landscapes in Denmark,» *Land Use Policy*, vol. 27, no. 2, 4, pp. 233-241.

[19] M. RODRIGUES, C. MONTAÑÉS and N. FUEYO, «A method for the assessment of the visual impact caused by the large-scale deployment of renewable-energy facilities,» *Environ.Impact Assess.Rev.*, vol. 30, no. 4, 7, pp. 240-246.

[20] J. MOLINA-RUIZ, M.J. MARTÍNEZ-SÁNCHEZ, C. PÉREZ-SIRVENT, M.L. TUDELA-SERRANO and M.L. GARCÍA LORENZO, «Developing and applying a GIS-assisted approach to evaluate visual impact in wind farms,» *Renewable Energy*, vol. 36, no. 3, 3, pp. 1125-1132.

[21] C. MANCHADO, C. OTERO, V. GÓMEZ-JÁUREGUI, R. ARIAS, V. BRUSCHI AND A. CENDRERO, «Visibility analysis and visibility software for the optimisation of wind farm design,» *Renewable Energy*, vol. 60, no. 0, 12, pp. 388-401.

[22] S. MIRASGEDIS, C. TOURKOLIAS, E. TZOVLA and D. Diakoulaki, «Valuing the visual impact of wind farms: An application in South Evia, Greece,» *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 39, no. 0, 11, pp. 296-311.

[23] D. DEPELLEGRIN, N. BLAŽAUSKAS and L. EGARTER-VIGL, «An integrated visual impact assessment model for offshore windfarm development,» *Ocean Coast.Manage.*, vol. 98, no. 0, 9, pp. 95-110.

[24] A. MINELLI, I. MARCHESINI, F.E. TAYLOR, P. DE ROSA, L. CASAGRANDE and M. CENCI, «An open source GIS tool to quantify the visual impact of wind turbines and photovoltaic panels,» *Environ.Impact Assess.Rev.*, vol. 49, no. 0, 11, pp. 70-78.

[25] D. KOKOLOGOS, I. TSITOURA, V. KOULOUMPIS and T. TSOUTSOS, «Visual impact assessment method for wind parks: A case study in Crete,» *Land Use Policy*, vol. 39, no. 0, 7, pp. 110-120.

[26] C. MANCHADO DEL VAL, «Análisis de criterios de visibilidad e Impacto Visual: metodología de uso en proyectos de infraestructuras,», 2015-06-02.

[27] L. LANGSTAFF and A. BOND, «The consideration of cultural heritage within EIA practice throughout Europe.» *Communities*, vol. 175, pp. 40-48.

[28] G. LAMBRICK, J.P. HIND, G. HEY and K. SPANDL, «2. A review of cultural heritage coverage in environmental impact assessment in England,».

[29] C.E. JONES, «Cultural heritage in environmental impact assessment—reflections from England and northwest Europe,» *The cultural landscape & heritage paradox, Protection and development of the Dutch archaeological–historical landscape and its European dimension, Amsterdam University Press, Amsterdam*, pp. 445-459.

[30] G.B. JERPÅSEN and K.C. LARSEN, «Visual impact of wind farms on cultural heritage: A Norwegian case study,» *Environ.Impact Assess.Rev.*, vol. 31, no. 3, 4, pp. 206-215.

[31] P. MASSER, «Environmental Impact Assessment of Windfarms: Cultural Heritage and the Problem of 'Setting',» *The Archaeologist*, no. 60, pp. 12-13.

[32] E. PEDERSEN and P. LARSMAN, «The impact of visual factors on noise annoyance among people living in the vicinity of wind turbines,» *J.Environ.Psychol.*, vol. 28, no. 4, 12, pp. 379-389.

[33] P.C. MARTÍNEZ CARAZO, «El método de estudio de caso: Estrategia metodológica de la investigación científica,» *Pensamiento y gestión: revista de la División de Ciencias Administrativas de la Universidad del Norte*, no. 20, pp. 165-193.

[34] S. ARZALUZ SOLANO, «La utilización del estudio de caso en el análisis local», *Región y sociedad (Hermosillo, Mexico)*, vol. 17, no. 32, pp. 107-140.

[35] A.M. GÁLVEZ BERMEJO, «Conjunto histórico de Uclés y parque arqueológico de Segóbriga,», pp. 182-217.

[36] F. ZOIDO NARANJO, «Bases para la aplicación del convenio europeo del paisaje en España».

[37] M. FROLOVA and B. PÉREZ PÉREZ, «El desarrollo de las energías renovables y el paisaje: algunas bases para la implementación de la Convención Europea del Paisaje en la Política energética española,» *Cuadernos geográficos de la Universidad de Granada*, no. 43, pp. 289-310.

[38] ENGLISH HERITAGE, «Wind energy and the historic environment,» *English Heritage*.

[39] ICOMOS AUSTRALIA, «Carta de Burra (Carta del ICOMOS Australia para sitios de Significación Cultural)».

[40] M. BLACK, «The protection of the settings of archaeological sites in Scotland».

[41] J.M. MARTÍNEZ OROZCO, «El modelo español de participación pública en la evaluación de impacto ambiental: el largo camino hacia Aarhus,», pp. 423-430.

Comunicaciones

Sesión 4

La arquitectura de la ingeniería de presas hidroeléctricas.
Las primeras centrales integradas en el cuerpo de presa

Ana Berrocal Menárguez

Mercedes López García

Ana Belén Berrocal Menárguez es profesora de la Escuela Técnica Superior de la ETS Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Combina la docencia e investigación en el campo de la Ingeniería Ambiental y la Ordenación del Territorio, con la investigación en el ámbito de la Historia de la Ingeniería Civil. Es autores de varias publicaciones relativas a esta última materia. La más reciente es el libro *El Nuevo Canal de Panamá*, que recoge la ampliación de la obra que está a punto de entregarse.

Mercedes López García es profesora titular de la Escuela Técnica Superior de la ETS Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, y responsable de la cátedra de Arte y Estética de la Ingeniería Civil. Cuenta con una dilatada experiencia en proyectos de investigación relativos al patrimonio industrial y de la ingeniería civil. Es miembro de la Comisión Nacional del Patrimonio Industrial de Bellas Artes y miembros correspondientes de la Academia de Bellas Artes de la purísima Concepción de Valladolid. Directora del Inventario del Patrimonio Industrial de la comunidad de Madrid (IPICAM).

Febrero de 2016

The architecture of dams
The first power plants integrated in the dam construction

ABSTRACT

Technical advances in the field of hydropower experienced in the late nineteenth and early twentieth century, represented a revolution in dam engineering worldwide. Hydraulic jumps were finding increase and optimize energy generation processes and that contributed decisively to the search for new structural, constructive and formal solutions. The location of the engine room was a factor that caused the test different solutions, some with aesthetic results and hydraulic and structural implications of great interest. Such is the case of the Jandula Dam, it opened in 1930 north of the town of Andujar, incorporating the core within the dam body. This solution was previously tested in some break little entity, such as Gaitanejo, in the Malaga town of Ardales, but it was the first time he performed in a high-rise dam across Europe. The collaboration of the architect Casto Fernández Shaw in the design and integration of the engine room was critical, as it achieved a result of an aesthetic quality and formal expressiveness unparalleled in hydraulic engineering work and the birth of a style Shaw himself would define as architecture engineering. Indeed, the collaboration of the architect in the engineering team led by Antonio del Aguila allowed to reach a formal beauty added to the flawless hydraulic and structural solution.

Other dams were built in France soon after applying the same solution that was tested in the Jándula also combining the work of engineers and architects. You do not have the knowledge that their designs comply with the standard Spanish model, but there is sufficient evidence to assume that the solution developed by Fernandez Shaw inspired the one hand, the inclusion of the engine room in the bodies of dams Genissiat (1937-1947), Laigle (1947) and Saint-Etienne (1947), and on the other, intended to enhance the expressive power of hydraulic and structural elements thereof. Therefore, although the term invented by architectural engineering Shaw was not coined as a stylistic reference finally, there is no doubt that the collaboration of the architect in the formal definitions of the hydraulic engineers of the time resulted in a type of civil works midway between the sobriety of the engineering and industrial pragmatism and art of the architectural creations.

KEY WORDS

Hydroelectrical engineering, Jándula (la), dam, architecture, power station .

RESUMEN

Los avances técnicos en el campo de la energía hidráulica experimentados en los últimos años del siglo XIX y primeros del XX, supusieron una revolución en la ingeniería de presas en todo el mundo. La búsqueda de saltos hidráulicos cada vez mayores y la optimización de los procesos de generación de energía contribuyeron de forma decisiva a la búsqueda de nuevas soluciones estructurales, constructivas y formales. La ubicación de la sala de máquinas fue un factor relevante que originó el ensayo de distintas soluciones, algunas de ellas con resultados estéticos e implicaciones hidráulicas y estructurales de gran interés. Tal es el caso de la presa de La Jándula, inaugurada en 1930 al norte de la población de Andújar, que incorporaba la central en el seno del cuerpo de presa. Esta solución se había ensayado previamente en algún salto de poca entidad, como el de Gaitanejo, en la localidad malagueña de Ardales, pero era la primera vez que se realizaba en una presa de gran altura en toda Europa. La colaboración del arquitecto Casto Fernández Shaw en el diseño e integración de la sala de máquinas fue decisiva, ya que logró un resultado de una calidad estética y una expresividad formal sin precedentes en una obra de ingeniería hidráulica, así como el nacimiento de un estilo que el propio Shaw definiría como ingeniería arquitectura. En efecto, la colaboración del arquitecto en el equipo de ingenieros dirigido por Antonio del Águila permitió alcanzar una belleza formal que añadida a la impecable solución hidráulica.

Otras presas se construyeron en Francia poco después aplicando la misma solución que se había ensayado en La Jándula, combinando además el trabajo de ingenieros y arquitectos. No se tiene la certeza de que sus diseños respondiesen al modelo español, pero existen suficientes indicios como para suponer que la solución desarrollada por Fernández Shaw inspiró, por un lado, la inclusión de la sala de máquinas en los cuerpos de las presas de Genissiat (1937-1947), LÁigle (1947) y Saint-Etienne (1947), y por otro, la intención de potenciar la fuerza expresiva de los elementos hidráulicos y estructurales de las mismas. Por tanto, y aunque el término de ingeniería arquitectura inventado por Shaw no fuese finalmente acuñado como referencia estilística, no cabe duda de que la colaboración del arquitecto en las definiciones formales de los ingenieros hidráulicos de la época dio como resultado un tipo de obra civil a medio camino entre la sobriedad del pragmatismo ingenieril e industrial y el arte de las creaciones arquitectónicas.

PALABRAS CLAVE

Ingeniería hidroeléctrica, Jándula (La), presa, Arquitectura, central hidroeléctrica.

LA RACIONALIZACIÓN EN EL DISEÑO DE PRESAS. NUEVO PARADIGMA DE LA REALIDAD

Los avances técnicos en el campo de la energía hidráulica experimentados en los últimos años del siglo XIX y primeros del XX, supusieron una revolución en la ingeniería de presas en todo el mundo.[1] La búsqueda de saltos hidráulicos cada vez mayores y la optimización de los procesos de generación de energía contribuyeron de forma decisiva a la búsqueda de nuevas soluciones estructurales, constructivas y formales.[2] La ingeniería de presas se benefició, además, de la corriente progresista, de profunda transformación económica, técnológica y social que impregnaba prácticamente todos los sectores productivos. Sin embargo, la Revolución Industrial no se manifestó con la misma intensidad ni al mismo tiempo en todos los países occidentales, como bien se sabe. Este desfase tendría consecuencias apreciables también en el ámbito de las construcciones civiles, particularmente en la ingeniería de presas.

La revolución de la técnica hidráulica se daría como consecuencia de la aplicación de los principios de la mecánica racional al proyecto de la obra. Durante los últimos años del siglo XIX y primeros del XX se realizan pocas pero muy significativas presas que utilizan la mecánica racional como base científica de su diseño. El éxito de las mismas hizo posible el gran auge de la construcción de presas del siglo XX.

Los primeros avances se produjeron en el campo de las presas de materiales sueltos, aunque poco después, la ingeniería hidráulica de presas de fábrica se vio favorecida por la determinación del perfil teórico más ventajoso en términos de consumo de material y con

[1] Díez-Cascón Sagrado, J. 2001. Ingeniería de presas. Presas de fábrica. Servicio de Publicaciones. Universidad de Cantabria.

[2] Díez-Cascón Sagrado, J.; Bueno Hernández, F. 2003. Las presas y embalses en España: historia de una necesidad. Centro de publicaciones, Ministerio de Medio Ambiente.

garantías de estabilidad, determinado por el ingeniero francés Sazilly, utilizando criterios de mecánica racional en sus aproximaciones.

Estas aproximaciones teóricas al perfil estable más rentable y seguro para una presa de fábrica demostraron que se correspondía con un triángulo con el paramento de aguas arriba vertical. Pero la primera realización práctica vino de la mano de otro ingeniero de Ponts et Chausées, Èmile Delocre, quien acabó en 1866 la presa de Furens. Esta presa, medía 60 m de altura, es decir, era notablemente más alta que cualquier otra construida hasta la fecha. Era de mampostería y tenía los paramentos ligeramente cóncavos a ambos lados. Además, tenía planta levemente curva, algo ya experimentado con éxito, aunque todavía no racionalizado, en las presas alicantinas de Tibi, Almansa o Elche.

Otro factor de enorme importancia fue el comienzo del empleo del hormigón. Las presas hasta entonces se construían en piedra: mampostería no muy cuidada en el interior, con paramentos de sillería mejor trabajada y de piedra más resistente. Desde los romanos, que sí utilizaban hormigón en sus presas, no se volvió a utilizar éste hasta 1872, cuando se construyeron dos presas, una en Suiza y otra en EEUU. La utilización del hormigón supuso un salto cuantitativo en la altura de las presas, convirtiéndose en el material idóneo para su construcción.

En España existe una colección de presas de este primer periodo no muy abundante pero sí muy representativa, tales como El Villar (1882, 50 m), el conjunto del ámbito minero de las sierras de Huelva (1878-1887), Puentes III (1884), El Regato (1897, 20 m) o La Peña (1913, 61 m). Casi todas las presas de cierta entidad de este periodo se caracterizan por la innovación en uno o varios de sus elementos constitutivos, materiales empleados o formas definidas en el cuerpo de presa o en los órganos de desagüe. Estos últimos años del siglo XIX y la primera década del s. XX sentaron las bases de una ingeniería hidráulica española que destacaría en las siguientes décadas por realizaciones pioneras, soluciones audaces despojadas de complejos y composiciones de una enorme calidad estética, que competirían al más alto nivel internacional.

EL DISEÑO Y UBICACIÓN DE LA SALA DE MÁQUINAS EN LAS PRESAS HIDROELÉCTRICAS DE PRINCIPIO DE SIGLO

La Jándula, una de las realizaciones más bellas y singulares de la ingeniería hidráulica española, se construye en 1932 (aunque su proyecto definitivo data de 1927) con el objeto de regular el río de nombre homónimo, afluente directo del Guadalquivir por margen derecha aguas abajo de Andújar y de generar energía eléctrica gracias al salto de casi 90 m que

genera su presa. El aprovechamiento hidroeléctrico en España mediante grandes presas arranca sólo dieciséis años antes con la inauguración de Talarn, una obra de 86 m de altura sobre el impetuoso río leridano Noguera Pallaresa. Durante los diez años que trascurren desde la ejecución de Talarn (1916) y la redacción del proyecto definitivo de La Jándula tan solo se construyen en España 3 presas hidroeléctricas de altura superior a 60 m[3] (figura 1).

Presas hidroeléctricas superiores a 60 m construidas en España antes del proyecto definitivo de La Jándula

Nombre	Cuenca	Altura	Año
Talarn	Ebro	86	1916
Camarasa	Ebro	103	1920
Conde de Guadalhorce	C. Mediterránea Andaluza	74	1921
Montejaque	Guadalquivir	84	1924

Tabla 1. Elaboración propia a partir de datos de SEPREM

Ninguna de las presas anteriores a La Jándula había resuelto la central hidroeléctrica incorporándola al cuerpo de presa. Todas ellas separan estructural y funcionalmente la pantalla del edificio de turbinas. No cabe duda de que el alojamiento de los equipos hidroeléctricos en un edificio exento al cuerpo de presa era una solución cautelosa frente a posibles daños debidos a filtraciones o desbordamientos. Una solución casi obligada, sobre todo en aquellos primeros años de ensayo y aprendizaje. Por tanto, siempre y cuando la cerrada permitiese el alojamiento de las instalaciones hidroeléctricas aguas abajo con cierto desahogo, la separación de funciones era clara. Del mismo modo sucedía con los elementos de desagüe de avenidas, que tras los problemas de socavación de cimentaciones en presas históricas con vertido por coronación, se opta de forma general por apartarlos nítidamente de la propia pantalla. Estas reservas exigían en algunos casos, costosas obras para llevar los vertederos por collados aledaños, incorporando los caudales a suficiente distancia del cuerpo de presa.

No obstante, hubo una realización previa al proyecto definitivo de La Jándula en la que se integraba la central en el cuerpo de presa. Se trata del salto de Gaitanejo (1927), en la localidad malagueña de Ardales. Esta obra fue proyectada y construida por Rafael Benjumea, fundador de la

[3] Sociedad Española de Presas y Embalses. www.seprem.es

compañía de El Chorro, quien había sido reconocido con el título de Conde de Guadalhorce por su papel protagonista en la regulación del río Guadalhorce para el suministro de energía eléctrica a la ciudad de Málaga. La presa de Gaitanejo se proyectó como salto hidroeléctrico reversible, auxiliar a la presa de Conde de Guadalhorce (1921), situada inmediatamente aguas arriba del nuevo embalse.[4] Si bien es cierto, como se ha afirmado, que su diseño incorporaba por primera vez en España la central en el seno de la propia presa, también hay que tener en consideración que se trata de una obra de relativa poca entidad, con una gran presa aguas arriba con capacidad de laminación de avenidas. Por tanto, sin desmerecer en absoluto la aportación técnica y conceptual del salto de Gaitanejo, puede afirmarse que la presa de La Jándula se enfrentaba casi sin antecedentes a una solución constructiva no exenta de importantes riesgos.

Figuras 1, 2 y 3. Las imágenes superiores muestras diferentes vistas de la presa de Gaitanejo. La inferior se corresponde con la Jándula

Aunque no se han encontrado referencias escritas sobre la influencia que el salto malagueño pudo causar en el lápiz de Fernández Shaw, se puede afirmar sin riesgo a equivocarse que éste último, así como todo el equipo

[4] DGOH. 2001. Inventario de Presas y Embalses. http://sig.marm.es/snczi/visor.html

de la ingeniería Mengemor que intervino en el proyecto y construcción de La Jándula, era perfectamente conocedor de la obra de Rafael Benjumea.

Los indicios que corroboran tal afirmación son múltiples. Por un lado, la compañía de El Chorro y su actividad de suministro eléctrico a la ciudad de Málaga no debió pasar precisamente desapercibida en la sociedad ilustrada de la época. Fue una de las empresas pioneras españolas en la carrera hidroeléctrica y de las más sonadas por su repercusión social y mediática.[5] Precisamente, como se ha indicado, tal éxito le valió a su fundador, Rafael Benjumea, el reconocimiento del título nobiliario de Conde otorgado por Alfonso XIII en 1921, y poco después, ya bajo la dictadura de Primo de Rivera, la designación como Ministro de Obras Públicas (1925-1930), cargo que desempeñaría, por cierto, durante todo el proceso de aprobación del proyecto definitivo y construcción de La Jándula.[6] Finalmente, y por si estos datos no fuesen concluyentes, el grupo de El Chorro había competido con la empresa Mengemor, liderada por Carlos Mendoza Sáez de Argandoña, coautor de La Jándula, en la concesión de esta obra entre 1920 y 1924, año en el que se otorga definitivamente la autorización a Mengemor, estimándose el proyecto de La Jándula como complementario del de Canalización y aprovechamiento del Guadalquivir, que la empresa tenía ya en tramitación.[7] Numerosas conexiones, por tanto, entre los principales autores de ambas obras como para poder suponer que hubo una influencia directa entre Gaitanejo y La Jándula.

La diferencia de altura entre ambas presas y de protección frente a las avenidas situaba, sin embargo, a Gaitanejo como simple referente estético para La Jándula, pero no suponía en ningún caso, un ensayo válido que garantizase el éxito de la presa jienense. De hecho, la decisión final de integrar la casa de bombas en el cuerpo de la presa se realiza después de varios diseños previos en los que se prevé un edificio exento ubicado a distancias variables según las versiones, pero en todo caso alejado del pie de presa.[8]

Resulta más difícil saber las influencias que el equipo de diseño de la presa de La Jándula, en particular el arquitecto Casto Fernández Shaw, pudo tener de otras realizaciones anteriores en el extranjero, puesto que no existe ningún documento de los autores en este sentido. Sin embargo,

[5] Bestué Cardiel, I. (coord.). 2007. Salto hidroeléctrico de El Chorro. Estudio para la restauración del "Caminito del Rey". CEHOPU.

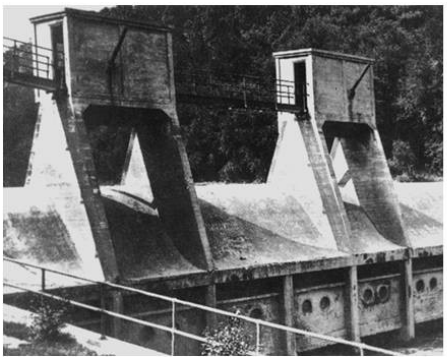
[6] GAITE, M. 1977. El Conde de Guadalhorce: su época y su labor. Editorial del Colegio de Canales, Caminos y Puertos.

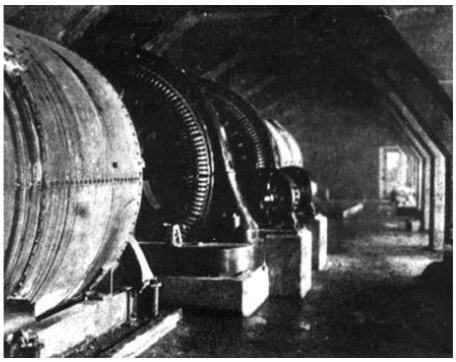
[7] Bernal, A.M. 1993. Ingenieros-empresarios en el desarrollo del sector eléctrico español: Mengemor, 1904-1951. En Revista de Historia Industrial nº 3. Pp. 93-126.

[8] Carbajal Ballell, N. 2014. Fernandez Shaw: el salto del Jándula. Andújar, 1927. Casto Fernández- Shaw, Carlos Mendoza y otros. Edita Colegio Oficial de Arquitectos de Almería.

son muy escasas las obras que incorporan la central en el seno de la propia presa que se construyeron en el mundo hasta ese momento.[9]

La primera realización de un salto hidroeléctrico en el que los equipos se sitúan dentro del cuerpo presa es la Bloede´s dam, una presa de gravedad construida en hormigón de apenas 8 m de altura, cuyo nombre se debe al ingeniero de origen alemán, Víctor Gustav Bloede, fundador de la compañía Avalon Water Works, responsable de su construcción.[10] La presa data de 1907 y se encuentra cerca de la ciudad de Baltimore, sobre el río Patapsco. En su definición se contó con la colaboración del ingeniero eléctrico Otto Wonder y se instalaron los equipos hidroeléctricos más modernos hasta entones, formados por turbinas de eje horizontal Samson y ruedas hidráulicas Poole & Hunt Leffel, de diámetros inferiores a un metro.[11] Esta obra muestra notables similitudes formales con las presas españolas de Gaitanejo y La Jándula, ya que en todas ellas destaca el abombamiento del paramento de aguas abajo necesario para acoger los equipos y su curvatura responde a criterios hidrodinámicos de eventuales vertidos sobre coronación. No obstante, si se ha descartado Gaitanejo como antecedente real de La Jándula debido, entre otros motivos, a la diferencia de altura, aún menos debería contemplarse esta obra como posible influencia en la concepción de la central de La Jándula, más allá de aspectos formales, como se ha advertido.





Figuras 4 y 5. Bloeme´s dam. Actualmente ha perdido sus dos torres. Sala de máquinas a la derecha.

La integración de la central en el cuerpo de presa es una solución a la que se presta una familia de presas, ciertamente singular y escasamente representada. Se trata de las presas de cúpulas o bóvedas múltiples apoyadas sobre contrafuertes. En efecto, este tipo constructivo es una variación de las presas de contrafuertes en las que los tramos de paramento entre

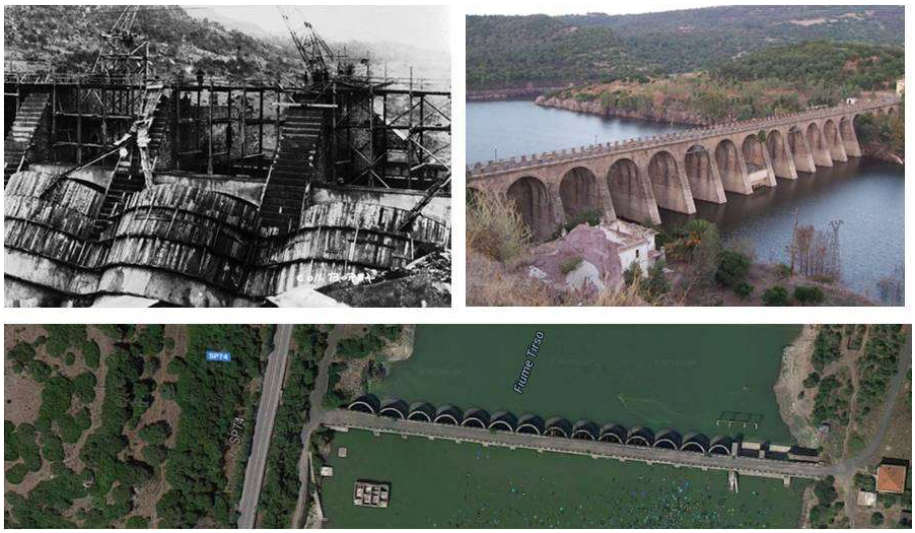
[9] Gómez Navarro, J. L. & Aracil, J. J. 1952. Saltos de agua y presas de embalse. Tercera edición. Tomo primero. pp. 1067-1168.

[10] Bloede, V.C. 1996. The journey: Victor G. Bloede, his forebears & successors.

[11] Recursos online de la Biblioteca Pública del Condado de Baltimore (EE.UU.). http://www.bcpl.info/

un contrafuerte y el contiguo se resuelven mediante arcos o cúpulas, según los casos. Los huecos existentes entre contrafuertes en algunos casos acogen las salas de turbinas. Si bien no es una realización análoga a la presa de La Jándula, conceptualmente sí presenta importantes similitudes en la integración de la central.

Este tipo constructivo cuenta con dos realizaciones muy tempranas y muy notables por su resultado estético y la dimensión del salto hidráulico conseguido. La primera de ellas es la presa italiana de Santa Clara de Ula, construida entre 1918 y 1924 sobre el río Tirso, en el sector central de la isla de Cerdeña. Esta obra muestra una solución de bóvedas múltiples de hormigón, apoyadas sobre contrafuertes de mampostería. En su diseño y construcción intervinieron los insignes ingenieros italianos Luigi Kambo y Angelo Omodeo. La obra fue la primera de este tipo en Italia y la más alta del mundo, con 61 m. Además, introduce un novedoso sistema de compuertas balancín, con sector flotante, utilizado muy escasamente en el mundo hasta esa fecha[12] (un año después, España lo integraría en las compuertas del aliviadero de la presa de Camarasa).

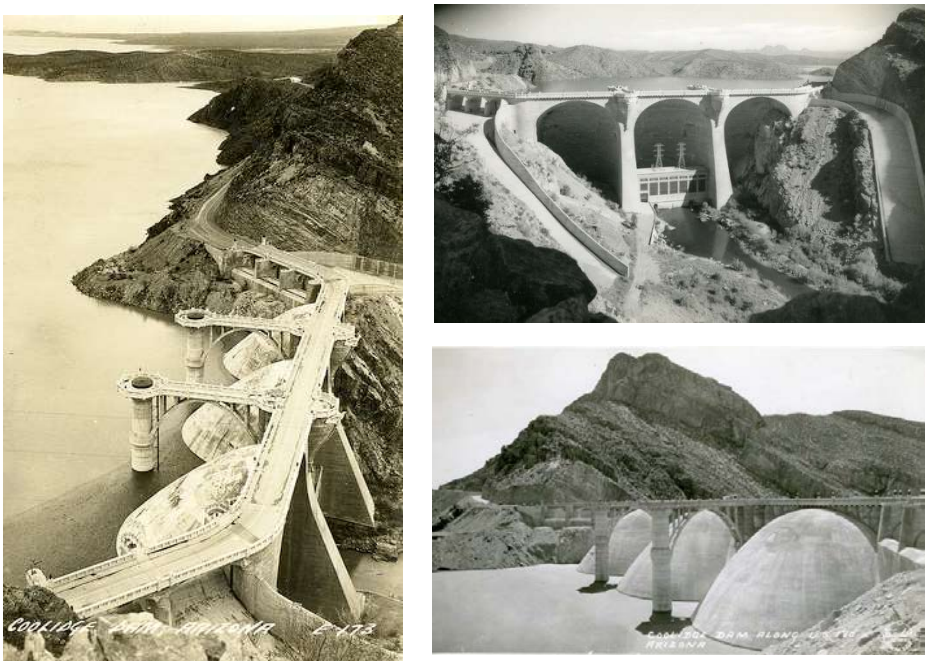


Figuras 6, 7 y 8. De izqda.. a drecha. y de arriba abajo. Detalle del encofrado de las bóvedas de la presa italiana de Sta. Clara de Ula. Vista general de la presa con la sala de máquinas en el vano central. Imagen aérea en la que puede apreciarse la curvatura de las bóvedas (Fuente: Google Earth).

El mismo año en que se acaban los trabajos en Cerdeña, comienza la construcción de la presa de Coolidge en el Estado de Arizona, en EE.UU. Esta presa, diseñada por el ingeniero Herman Neuffer, se inaugura en 1930 y consigue la sublimación estética de este tipo estructural mediante una sucesión de tres bóvedas de hormigón magníficas apoyadas sobre contrafuertes. La presa alcanza los 76 m de altura y cuenta con dos grandes

[12] Santasusana, L. & Diz Bercedoniz, M. 1926. La instalación de compuertas automáticas de sector flotante en la presa de Camarasa. En Ingeniería y Construcción. Año IV, vol. IV, nº 37.

aliviaderos laterales, uno en cada estribo. La central es un edificio encajado entre dos contrafuertes, aunque no queda integrada estrictamente dentro del cuerpo de presa, debido a la estructura hueca de la misma.



Figuras 9, 10 y 11. Imágenes históricas de la presa de bóvedas múltiples de Coolidge. Fuente: Flickriver [1].

No se tiene constancia de la existencia de otras presas de estética similar a La Jándula y de entidad suficiente, con una solución igual o aproximada de incorporación de la central en su estructura. Esta carencia de antecedentes claros corrobora la idea de la novedad tipológica que introduce La Jándula en la historia de la ingeniería de presas en todo el mundo y demuestra la calidad técnica y compositiva de sus autores, el ingeniero Antonio del Águila y el arquitecto Casto Fernández Shaw. A este último se le atribuye la solución final de integración de la central, el elemento más representativo y singular de la obra, y el tratamiento estético general de la obra, de una expresividad conmovedora.

LA JÁNDULA, CASTO FERNÁNDEZ SHAW Y LA ARQUITECTURA DE INGENIERÍA

El arquitecto Casto Fernández Shaw se incorpora al equipo de redacción del proyecto de la presa de La Jándula en torno a 1926, momento en el que se redefinen elementos esenciales de la obra, tales como los órganos de desagüe, la torre de maniobras y la central, modificando completamente la composición final de la obra. Los planos de las versiones anteriores recogen un edificio de máquinas situado aguas debajo del pie de presa, sobre una de las márgenes, primero a escasos 15 metros y después alejado unos 500 m de la pantalla. La ubicación de la sala de máquinas,

efectivamente, debió ser una de las cuestiones más controvertidas del proyecto, debido a la angostura de la cerrada.

Esta última fase de definición de la estructura, correspondiente al periodo 1925-1927, integra el trabajo de diferentes profesionales. Antonio del Águila Rada lidera el equipo de ingeniería bajo las órdenes de uno de los ingenieros cofundadores de la empresa Mengemor, concesionaria del proyecto, Carlos Mendoza. Casto Fernández Shaw entra a formar parte del equipo, después de algunas aportaciones externas, como arquitecto.[13] La participación de un arquitecto en la redacción de un proyecto de ingeniería hidráulica no fue, ni lamentablemente lo es actualmente, una práctica común. Sin embargo, Carlos Mendoza había conocido su proyecto Monumento al triunfo de la Civilización, a las grandes conquistas de la idea y a la victoria del Hombre sobre la Naturaleza en la Exposición Universal de Bellas Artes de 1920. Se trata de un dibujo de una gran presa en la que una figura humana, en representación alegórica de toda la Humanidad, sostiene el muro de contención, soportando simbólicamente el empuje de las aguas. El ingeniero quedó impactado por la fuerza y expresividad de la obra y decidió contactar con Shaw mostrándole su admiración y asombro por ver un arquitecto que proyecta presas.[14]

La Memoria del proyecto presentado en 1927 recoge específicamente la definitiva posición de la sala de máquinas y revela la necesidad de dotarla de un perfil hidrodinámico para asumir eventuales desbordamientos sobre coronación durante la ejecución de las obras [8]. Este hecho es muy relevante, puesto que es la fase de obra la que condiciona la forma definitiva del paramento inferior de la presa y por tanto, de la central integrada. Es probable que este sea el momento en que el arquitecto Fernández Shaw se haga cargo de manera específica del diseño de la central y de su encaje en la presa. De este periodo es un dibujo del arquitecto en el que plantea una central con influencias claramente futuristas, una estética aún muy alejada de la solución final. Y este es, en suma, el momento en el que una obra de ingeniería civil pasa a ser un proyecto de arquitectura; en el que ambas disciplinas alcanzan un grado de imbricación perfecto, logrando un resultado racional, funcional y bello.

Casto Fernández Shaw es perfectamente consciente de la nueva arquitectura que suponía su incursión en el campo de la ingeniería civil, no sólo en la presa de La Jándula, sino también en la del Carpio, en la que ya había intervenido y en la de Alcalá del Río, donde participará después. En este

[13] Galnares del Coso, V. M.; García Redondo, N.; Gutiérrez Abad, A. 1996. Presa de Jándula y la canalización del Guadalquivir. En Revista de Obras Públicas. 143 (3356). pp. 81-90.

[14] Barrionuevo, A. 1980. La central hidroeléctrica y el embalse del Jándula y Casto Fernández Shaw. En Revista Guadalquivir, nº 6.

sentido, describió su obra como ingeniería arquitectura o arquitectura ingenieril. No será la única dualidad de la obra y pensamiento de Fernández Shaw, bien al contrario, la bipolaridad de sus intervenciones resulta una de sus señas de identidad y de las razones de su genialidad. El nombre y la filosofía de la revista que fundó en 1930, "Cortijos y rascacielos" (1930-1954), es claro ejemplo de su cosmovisión dual. Un enfoque interesado por la arquitectura vernácula, la herencia cultural y lo historicista; pero a la vez, una mirada informada de las corrientes contemporáneas, cosmopolita e internacional.

En la presa de La Jándula, la dicotomía conceptual a la que se ha referido se manifiesta en el manejo de dos estilos bien diferentes, el historicista de la torre de maniobras, de los almohadillados de los sillares del paramento y de los remates almenados del antepecho de la línea de coronación; y el vanguardista, de formas hidrodinámicas y náuticas, de los espacios que acogen la sala de máquinas. Fernández Shaw, fiel a la impronta que caracteriza toda su obra, huye de lo vulgar, de lo anodino y opta por trabajar la obra como monumento, enfatizando su altura y su volumen. Apasionado de los castillos medievales (funda la "Sociedad de Amigos de los Castillos"), de su carga solemne y sobrecogedora, acentúa el dominio del hombre sobre las fuerzas de la naturaleza que supone La Jándula replicando modelos pétreos de estructuras defensivas. A su vez, consciente de la vanguardia de las soluciones ingenieriles e hidrodinámicas introducidas en la presa, propone elementos que evocan submarinos, cápsulas futuristas de un aspecto casi espacial. Y lo más fascinante, es su capacidad para combinar ambas tendencias de una forma audaz y brillante.

Otras presas se construyeron en Francia poco después aplicando la misma solución que se había ensayado en La Jándula, combinando además el trabajo de ingenieros y arquitectos. No se tiene la certeza de que sus diseños respondiesen al modelo español, pero el éxito y la trascendencia de La Jándula hacen suponer que la solución desarrollada por Fernández Shaw inspiró, por un lado, la inclusión de la sala de máquinas en los cuerpos de las presas de Genissiat (1937-1947), LÁigle (1947) y Saint-Etienne (1947), y por otro, la intención de potenciar la fuerza expresiva de los elementos hidráulicos y estructurales de las mismas.

CONCLUSIONES

Todos los motivos expuestos en estas líneas en relación con la innovación de La Jándula conducen a afirmar que esta obra es un referente obligado en la historia de la ingeniería hidráulica mundial. El arrojo proyectual con el que se definen las soluciones finales de sus elementos hidráulicos, de su perfil y su alzado y, sobre todo, de la integración de la central

hidroeléctrica en el cuerpo de presa, hacen de la obra una de las más importantes en su tipología.

La colaboración de la arquitectura y la ingeniería logran en esta obra, la sublimación de sus aspectos técnicos y estéticos, y suponen un modelo insuficientemente seguido en España y en el extranjero. El término de *ingeniería arquitectura* inventado por Shaw no fuese finalmente acuñado como referencia estilística, pero no cabe duda de que la colaboración del arquitecto en las definiciones formales de los ingenieros hidráulicos de la época dio como resultado un tipo de obra civil a medio camino entre la sobriedad del pragmatismo ingenieril e industrial y el arte de las creaciones arquitectónicas.

LISTA DE REFERENCIAS

DÍEZ-CASCÓN SAGRADO, J. 2001. *Ingeniería de presas. Presas de fábrica*. Servicio de Publicaciones. Universidad de Cantabria.

DÍEZ-CASCÓN SAGRADO, J.; Bueno Hernández, F. 2003. *Las presas y embalses en España: historia de una necesidad*. Centro de publicaciones, Ministerio de Medio Ambiente.

SOCIEDAD ESPAÑOLA DE PRESAS Y EMBALSES. www.seprem.es

DGOH. 2001. *Inventario de Presas y Embalses*. http://sig.marm.es/snczi/visor.html

BESTUÉ CARDIEL, I. (coord.). 2007. *Salto hidroeléctrico de El Chorro. Estudio para la restauración del "Caminito del Rey"*. CEHOPU.

GAITE, M. 1977. *El Conde de Guadalhorce: su época y su labor*. Editorial del Colegio de Canales, Caminos y Puertos.

BERNAL, A.M. 1993. «Ingenieros-empresarios en el desarrollo del sector eléctrico español: Mengemor, 1904-1951». En Revista de *Historia Industrial* nº 3. Pp. 93-126.

CARBAJAL BALLELL, N. 2014. *Fernandez Shaw: el salto del Jándula. Andújar, 1927. Casto Fernández- Shaw, Carlos Mendoza y otros*. Edita Colegio Oficial de Arquitectos de Almería.

GÓMEZ NAVARRO, J. L. & ARACIL, J. J. 1952. *Saltos de agua y presas de embalse*. Tercera edición. Tomo primero. pp. 1067-1168.

BLOEDE, V.C. 1996. The journey: Victor G. Bloede, his forebears & successors.

RECURSOS ONLINE DE LA BIBLIOTECA PÚBLICA DEL CONDADO DE BALTIMORE (EE.UU.). http://www.bcpl.info/

SANTASUSANA, L. & Diz BERCEDONIZ, M. 1926. «La instalación de compuertas automáticas de sector flotante en la presa de Camarasa». En *Ingeniería y Construcción*. Año IV, vol. IV, nº 37.

www.flickriver.com

GALNARES DEL COSO, V. M.; GARCÍA REDONDO, N.; GUTIÉRREZ ABAD, A. 1996. «Presa de Jándula y la canalización del Guadalquivir». En *Revista de Obras Públicas*. 143 (3356). pp. 81-90.

BARRIONUEVO, A. 1980. «La central hidroeléctrica y el embalse del Jándula y Casto Fernández Shaw». En Revista *Guadalquivir*, nº 6.

La construcción de las centrales hidroeléctricas del Tajo inferior: Valdecañas, Torrejón y Alcántara (1956-1970)

Juan Carlos García Adán.
César Pérez Díez.

Juan Carlos García Adán. Archivero. jcgadan@iberdrola.es
César Pérez Díez. Conservador. cperezd@iberdrola.es
Febrero de 2018

The construction of the hydroelectric power stations of the Lower Tagus: Valdecañas, Torrejón and Alcántara (1956-1970)

ABSTRACT

After having exhausted the posibilities of hydroelectric explotiation of the Jucar river basin, Hidroeléctrica Española set his sights in the explotaition of the lower Tagus basin. For that purpose, it acquired in 1943 the concessions that were in the hands of other companies and individuals and created a subsidiary company, Hidroeléctrica del Tajo. In 1945, together with Hidroeléctrica del Tajo submitted to the Administration the "Plan conjunto del aprovechamiento hidroeléctrico de los ríos Tajo, Tiétar y Alagón", with the one who wanted to obtain the concessions for the production of electric energy and meet the consumer demand that was occurring in Spain. After several vicissitudes on the part of Administration, in 1956 they were awared to both companies the concession of the hydroelectric utilitation of the river Tajo, in his 300 km ends in the Spanish part, that its to soy, from Talavera de la Reina (Toledo) until Portuguese border, and his tributaries, the rivers Tiétar and Alagón.

There are gathered in the communication the construction of the dams and power stations of Valdecañas, Torrejón y Alcántara, which were undertaken with the aim to carry electric power up to Madrid and to establish a line of energy transport from Portugal to he east cost of Spain, which later would be interrupted. In the constructions of these plants are going to use new constructions thecniques and the treatament of the area of foundations, that would make possible the construction of different types of damns, adapting each of the geological and topographical conditions of the area; the installation of all central "a pie de presa", taking advantage this way of optimally the height of the junp, and finally, alto the would enable the exchange of electric power between the differents areas of Spain.

For the accomplishment of this communication has been consulted the documentation deposited in the Archivo Histórico de Iberdrola "Salto de Alcántara", en Alcántara (Cáceres).

KEY WORDS

Hidroeléctrica Española, Hidroeléctrica del Tajo, Tajo, power station´s construction, electric power, industrial Heritage.

RESUMEN

Tras haber agotado las posibilidades de explotación hidroeléctrica en la cuenca del Júcar, Hidroeléctrica Española puso sus miras en la explotación de la cuenca inferior del Tajo. Para ello, adquirió en 1943 las concesiones y peticiones que estaban en manos de otras sociedades y particulares y creó una sociedad filial, Hidroeléctrica del Tajo. En 1945, junto a su filial, Hidroeléctrica Española presentó a la Administración del Estado el "Plan de conjunto de aprovechamiento hidroeléctrico de los ríos Tajo, Tiétar y Alagón", con el que quería obtener las concesiones para la producción de energía eléctrica y atender ala demanda de consumo que se estaba produciendo en España. Tras varias vicisitudes por parte de la Administración, en marzo de 1956 ambas sociedades obtuvieron la concesión del aprovechamiento hidroeléctrico del río Tajo y sus afluentes en sus últimos 300 km. en la parte española, es decir, el tramo inferior desde Talavera de la Reina (Toledo) hasta la frontera portuguesa.

Se recoge en la comunicación la construcción de las presas y centrales de Valdecañas, Torrejón y Alcántara, que se realizaron con la finalidad de llevar la energía eléctrica hasta Madrid y así poder establecer una línea de transporte desde la frontera portuguesa hasta la costa levantina. Esta línea de interconexión quedaría posteriormente interrumpida. En la construcción de estas centrales se emplearon nuevas técnicas constructivas y de tratamiento del terreno de cimentación, que hizo posible la construcción de nuevos tipos de presas, que se adaptaron cada una de ellas a las condiciones orográficas del terreno; la instalación de la centrales a pie de presa, aprovechando así, de manera óptima, la altura del salto y, finalmente, también posibilitaron el intercambio de energía eléctrica entre las distintas zonas españolas.

Para la realización de esta comunicación se ha consultado la documentación depositada en el Archivo Histórico de Iberdrola "Salto de Alcántara", en Alcántara (Cáceres).

PALABRAS CLAVE

Hidroeléctrica Española; Hidroeléctrica del Tajo; construcción de centrales hidroeléctricas; energía eléctrica; patrimonio industrial.

INTRODUCCIÓN

Los anhelos por obtener la explotación hidroeléctrica del tramo inferior del río Tajo comienzan en los primeros años del siglo XIX, cuando diversos solicitantes intentaron hacerse con las peticiones y concesiones del río para la construcción de pequeños saltos de agua y su posterior aprovechamiento hidroeléctrico. Estas peticiones y concesiones fueron aportadas para la constitución de una serie de sociedades, como fueron Hidroeléctrica Galle, Sociedad de Grandes Redes Eléctricas, Fuerzas y Riegos del Tajo o Hidroeléctrica del Oeste de España, que desarrollaron una importante labor social para intentar hacer frente a la demanda de producción de energía eléctrica que el país necesitaba en aquellos momentos[1]. Para llevar a cabo su objetivo, presentaron una serie de proyectos hidroeléctricos, que fueron parcialmente aprobados por la Administración, pero nunca llegaron a realizarse por diversos factores, entre los que se encontraba la falta de respaldo del capital necesario para hacer frente a su construcción, así como de un mercado propio en el que poder colocar la energía eléctrica de estos saltos, por el escaso desenvolvimiento que tenían.[2]

Los proyectos presentados no respondían esencialmente a una de las necesidades primordiales que se daba en esos momentos, como era una mayor producción de energía eléctrica, que tuviera en cuenta el desarrollo económico que se preveía para España en un futuro próximo. Tampoco se

[1]GARCIA ADAN; Juan Carlos; "*El aprovechamiento hidroeléctrico del río Tajo en la provincia de Cáceres en tiempos de la II República (1931-1936).* En*: Revista de Estudios Extremeños*, 2015-Tomo LXXI- Número Extraordinario, pp.189-208.

[2]COMINGES, Manuel; CASTILLO RUBIO, Manuel; *"Plan de conjunto de los aprovechamientos hidroeléctrico Tajo, Tiétar y Alagón" (1945)*. Archivo Histórico de Iberdrola "Salto de Alcántara, 2/3891/1.

tuvo en cuenta el continúo perfeccionamiento técnico que se estaba desarrollando a nivel mundial, junto con una nueva concepción totalmente nueva de realizar las obras. En definitiva, lo que se necesitaba era tener una visión más amplia del conjunto, una visión futurista que permitiera tener un mejor conocimiento del régimen de los ríos y, en definitiva, un mayor control de todo el proceso industrial.

Este mayor control de todo el proceso industrial impulsó a Hidroeléctrica Española y a su filial, Hidroeléctrica del Tajo, no solamente a adquirir los derechos, que le permitiría seguir con el ritmo necesario para el acrecentamiento de la producción de energía, sino también a interesarse por el aprovechamiento hidroeléctrico del río Tajo y sus afluentes, Tiétar y Alagón, tras haber agotado las posibilidades de explotación hidroeléctrica de la cuenca del Júcar, poniendo sus miras en la cuenca del Tajo inferior. Para ello, adquirió en 1943 los derechos y concesiones que estaban dispersas, en poder de pequeñas empresas y particulares, presentándolo a la Administración para su tramitación.

La transferencia de estos derechos a favor de Hidroeléctrica Española e Hidroeléctrica del Tajo fue otorgada por la orden del Ministerio de Obras Públicas de 26 de junio de 1943, donde se expresaron los tramos concedidos en ella y, además. se fijaron las condiciones de transferencia tanto de las concesiones como de las peticiones de aprovechamientos de agua.[3] Así, Hidroeléctrica Española e Hidroeléctrica del Tajo compraron las concesiones y derechos de aquellas empresas y particulares, quedando subrogadas en todos los derechos y obligaciones de los anteriores concesionarios o peticionarios. Bien es cierto que estas concesiones ya estaban caducas, aunque hubieran podido ser rehabilitadas[4] y las peticiones hubieran podido ser concedidas de nuevo a sus antiguos propietarios, éstos cedieron todos los derechos de los aprovechamientos en los ríos a Hidroeléctrica Española e Hidroeléctrica del Tajo.

En la mencionada orden ministerial se recogía, además, una serie de obligaciones, entre las que se encontraba la obligación de realizar y presentar un plan de estudio para el aprovechamiento de los saltos concedidos, compatibles con las obras del Estado. Para llevarlo a efecto, ambas hidroeléctricas realizaron un estudio conjunto de todas las posibilidades que ofrecía el aprovechamiento del tramo concedido: cálculos de viabilidad, plazos constructivos, gastos de construcción, etc. El resultado

[3] GARCIA ADAN, Juan Carlos, op. Cit.

[4] Art. 1 y ss. del Decreto de 26 de octubre de 1945 que contiene normas para la rehabilitación de concesiones incursas en caducidad.

fue la presentación por los ingenieros Manuel de Cominges Tapias y Manuel Castillo Rubio, en 1945, del "*Plan de conjunto del aprovechamiento hidroeléctrico de los ríos Tajo, Tiétar y Alagón*", donde relacionaban las distintas obras entre sí y analizaban las posibilidades de un escalonamiento que facilitara una mayor producción de energía de una manera más amplia.

Finalmente, y tras una lenta tramitación en el Ministerio de Obras Públicas, Hidroeléctrica Española tuvo a su cargo, por concesión administrativa de 20 de marzo de 1956 (BOE 3 de abril), el desarrollo integral del tramo inferior del río Tajo en sus 300 km finales, además de los eventuales derechos que a España le pudiesen corresponder del tramo que el río marcaba frontera (tramo internacional). No será hasta 1968 cuando le sea concedido el aprovechamiento del tramo internacional.

Una vez obtenida la concesión, ambas sociedades presentaron el "*Proyecto General de aprovechamiento hidroeléctrico del río Tajo. Tramo A. Parte I (1956)*",[5] en el que recoge, para un mejor aprovechamiento de los ríos, la división del tramo en varios aprovechamientos hidroeléctricos, de alturas y características diferentes unos de otros, según viniese marcado por las condiciones de la orografía del terreno y la posibilidad de construir grandes embalses reguladores, teniendo en cuenta también los caudales medios disponibles para cada uno de los tramos. Una vez aprobado el proyecto y tras realizar algunas modificaciones, Hidroeléctrica Española e Hidroeléctrica del Tajo procedieron a la construcción de los aprovechamientos hidroeléctricos del Tajo inferior, con sus centrales de pie de presa - Azután, Valdecañas, Torrejón, Alcántara y Cedillo-, con la finalidad de poner en servicio nuevos centros de producción que permitiesen hacer frente a la demanda que se preveía que exigiese el mercado que estaba atendido por Hidroeléctrica Española.

LA CONSTRUCCIÓN DE LAS CENTRALES HIDROELÉCTRICAS DEL RÍO TAJO.

Tras la aprobación del proyecto por el Ministerio de Obras Públicas, Hidroeléctrica Española e Hidroeléctrica del Tajo acometieron la construcción de los grandes aprovechamientos hidroeléctricos, con sus elementos fundamentales, tales como presas, centrales, aliviaderos, torres de toma…, con una serie de novedades con respecto a las técnicas

[5] CASTILLO RUBIO, Manuel, "*Proyecto General del aprovechamiento hidroeléctrico del río Tajo, Tramo A. Parte I*", (1956). AHISA 2/3925/1

constructivas que hasta ese momento había venido realizando en la cuenca del Júcar. Además, estas novedades van a venir impuestas por las circunstancias del río, caracterizado por una marcada irregularidad estacional, y por la evolución de las técnicas constructivas y del tratamiento de cimentación y consolidación del terreno, que haría posible la construcción de distintos tipos de presas en cada uno de los tramos, adaptándose cada una de ellas a las condiciones geológicas y topográficas del terreno; las instalación de todas la centrales a pie de presa, aprovechando así, de manera óptima, la altura del salto, y por último, la posibilidad del intercambio de energía eléctrica entre la distintas zonas españolas, último fin de la construcción de estos aprovechamientos.

Los elementos fundamentales que van a conformar estos aprovechamientos son, principalmente los siguientes: el tipo de presa; la central a pie de presa; los aliviaderos de superficie; las torres de toma y los desagües de fondo. La construcción de todos ellos estuvo ligada a los trabajos de excavación (consolidación), hormigonado y montaje electo-mecánico de los diferentes componentes que conforman la central hidroeléctrica – estator, rotor, cámaras espirales.

Tras los estudios realizados para la presentación del "*Plan de aprovechamiento hidroeléctrico*", los técnicos de las dos hidroeléctricas llegaron a la convicción que el tipo de presa que más convenía a este tipo de aprovechamiento, por las irregularidad del río y la orografía del terreno (laderas muy escarpadas), era una *presa-vertedero*, con la *central al pie de la misma*, es decir, podía ir situada en cualquiera de los lados de la presa, pero necesariamente empotrada en la ladera para dejar ejecutar perfectamente al vertedero y para que, en ningún caso, una vez puesta en funcionamiento la central, su explotación se viese afectada por el funcionamiento del vertedero.[6]

La ventaja de utilizar centrales a pie de presa en estos aprovechamientos vino marcada por el perfil que presenta el río Tajo en este tramo, sin escalones a lo largo de su corrido y, por tanto, sin posibilidad de ganar altura para construir un salto importante en un corto desarrollo. Además, tratándose de caudales aprovechables y de relativa importancia, tenía que dotarlas para recoger grandes capacidades tras haber estado desaguando. Estas circunstancias obligaban a construir centrales de pie de presa, con su propio embalse regulador, de manera escalonada con el fin de establecer la altura del agua dentro del embalse después de haber estado desaguando

[6] COMINGES TAPIAS, Manuel .de; CASTILLO RUBIO, Manuel; op. cit.

durante un cierto periodo de tiempo. El no atender a estas circunstancias, hubiera provocado que la construcción resultase antieconómica para la empresa.

También se realizaron estudios y ensayos sobre los aliviaderos, que se situaron en el cauce del río, sobre los elementos centrales de la presa y con una amplia capacidad de desagüe, que hacía posible la restitución de las aguas al cauce del río mediante un cuenco-amortiguador. Para la definición del tipo de vertedero que mejor convenía, se realizaron ensayos en modelo reducido que permitieron obtener la definición de las formas y obtener todos los datos necesarios para la elaboración del proyecto definitivo.

Trabajos desarrollados en la construcción.

Para proceder a la construcción de estos aprovechamientos hidroeléctricos, Hidroeléctrica Española tuvo que realizar una serie de trabajos, cada uno de ellos, con unos rasgos determinantes e independientes unos de otros que permitieran llevar a efecto el proyecto definitivo. Entre estos trabajos podemos citar todos los estudios previos realizados antes de la elaboración del proyecto definitivo y que englobarían los estudios geofísicos, geológicos, ensayos geotécnicos, Su realización corrió a cargo unas veces del propio personal de la empresa, mientras que otros fueron encargados a empresas de consultoría externas -Rodio, Sogreah.

Por lo que se refiere a los trabajos de excavación, éstos estuvieron íntimamente ligados a las diferentes fases de desvío del río, como labor preparatoria a todos los trabajos a realizar, y que permitirían levantar sobre los cimientos, las definitivas presas-bóvedas. En todos los casos, las excavaciones de las centrales se realizaron posteriores a los de las presas.

Para realizar estas excavaciones, tanto de las presas como de las centrales, se siguió un moderno procedimiento, conocida como "*técnica de precorte*", consistente en originar una superficie de discontinuidad en el terreno o zanja, previamente definido el perfil que se quiere obtener, antes de proceder a la voladura del mismo. Al mismo tiempo, fue preciso realizar un control riguroso sobre la calidad de los cimientos, programando la consolidación del terreno previamente a los trabajos de hormigonado de los elementos excavados - presa, central, aliviaderos, Estos trabajos de consolidación se llevaron a cabo mediante inyecciones de profundidad del terreno con procedimientos especiales.

En cuanto al hormigonado, los trabajos realizados en estos aprovechamientos se realizaron en dos zonas totalmente independizadas, tanto por el tiempo de ejecución, como por los elementos empleados en el

mismo. Así, por un lado se realizó el hormigonado de las presas, muy implicadas con las diversas fases del desvío del río, y por otro lado, el de las centrales y otros elementos fundamentales, como las torres de toma, aliviaderos. El hormigonado de todos los elementos constituye una fase importante en la ejecución de la construcción de los mismos, por lo que la utilización de un hormigón con amplias características posibilita que se garantice una buena construcción. Hidroeléctrica Española ya había adquirido una vasta experiencia en la fabricación de hormigones tras su paso por la construcción de los saltos de la cuenca del Júcar, pero experimentó y desarrolló nuevos tipos de hormigón, como el puzólico (Valdecañas) y el tipo Preparkt (Torrejón y Alcántara). Estos nuevos tipos de hormigón fueron ampliamente utilizados en las obras de la cuenca del Tajo y su utilización presentó para la empresa constructora una serie de ventajas, como fueron la reducción del cemento utilizado, de mano de obra y, en especial, la reducción de las instalaciones de machaqueo, todo ello condujo a una reducción económica importante para la empresa, que redundaría en una menor reducción del presupuesto de la obra.

El último de los trabajos a realizar es el montaje de los grupos que, debido a las grandes dimensiones que se iban a montar en estas centrales, unos pudieron ser realizados en las propias fábricas, mientras que, en el caso de la central de Alcántara, hubo que realizarse mientras se realizaba la obra.

Innovación en la maquinaria.

Estas centrales presentan como novedad la referente a la maquinaria instalada en las centrales, especialmente la relativa a los grupos "turbina-alternador", que se colocaron en Valdecañas y Torrejón, reversible y conveniente para el funcionamiento por bombeo, lo que suponía un gran avance para el sistema productor de Hidroeléctrica Española. De este modo se permitía que una sola máquina hiciese la doble función de turbina y de bomba, convirtiéndose Valdecañas en la primera central preparada para el bombeo con máquina reversible.

La decisión de utilizar este tipo de máquinas vino marcada por tener que hacer frente a un problema con el que han tenido que enfrentar un gran número de centrales hidroeléctricas españolas y es el tener que conjugar el régimen irregular de los ríos con un cauce estrecho, derivado de la gran diferencia existente en el nivel normal o de estiaje y el que se produce durante las máximas riadas. Esto obligaba, por un lado, a bajar la cota del rotor de la turbina, condicionada por el peligro de cavitación con aguas bajas, con el consiguiente encarecimiento de la excavación y, por otro lado, a

establecer importantes estructuras de protección de la central en periodos de aguas altas.[7]

Estas circunstancias obligaron a los técnicos de Hidroeléctrica Española a plantearse la construcción de centrales subterráneas, con una total independencia entre la central y la presa. Además, con esta solución se permitiría que el equipamiento de las centrales lograse una buena alimentación, sin disminución del rendimiento que se esperaba de ellas.

LA CENTRAL DE VALDECAÑAS

La Central hidroeléctrica de Valdecañas es un elemento fundamental del Salto de Valdecañas, situado inmediatamente aguas debajo del Embalse de Azután, y constituye el primer escalón de los cinco en se proyectó dividir todo el tramo inferior del río Tajo. Está situada juntamente al pie de la presa y, por tanto, en el centro del cauce del río, haciendo coincidir el eje de la tubería forzada del grupo II con el eje de la presa,[8] condición determinada por la necesidad de disponer de una alimentación hidráulicamente conveniente en el funcionamiento por bombeo. Se trató de la primera central hidroeléctrica española preparada para el bombeo con una máquina reversible.

Esta circunstancia, es decir, el empleo de una turbina reversible, supuso un gran avance para el sistema productor de Hidroeléctrica Española, ya que permitía que una sola máquina desarrollase la función de turbina y de bomba, que convirtió a Valdecañas en una importante central de bombeo para mejorar el sistema hidroeléctrico del río Tajo.

La central[9] propiamente dicha, consta de una nave principal, de planta curva, donde se instalaron los ejes de los grupos, según un arco de círculo de 78 metros de radio, con la parte cóncava hacia aguas arriba, es decir, precisamente en sentido contrario que la presa.[10] En el espacio comprendido

[7] HIDROELECTRICA ESPAÑOLA; "Valdecañas" (1961).

[8] CARNERO CALDERON, José María Emiliano, "Proyecto de central generadora en el río Tajo. Diciembre, 1961. AHISA 3/292/1.

[9] CARNERO CALDERON, op. Cit.

[10] Se trata de una presa de bóveda de doble curvatura, con estribos de gravedad en planta trapecial, que se ensanchan en contacto con la roca. Es un tipo de presa que en esos momentos estaba escasamente representada en España, a pesar que en España contaba con un gran número de presas. (Salto de Valdecañas). La disposición en curva de la planta del central vino impuesta por la necesidad de disponer aguas debajo de un muro resistente capaz de soportar el empuje del agua cuando el nivel de ésta, en las máximas avenidas alcance la cota 256. El muro de aguas abajo es, por sus dimensiones, una verdadera presa, de 40 m. con el arranque de los cimientos a la cota 219 y su coronación

entre la presa principal y la contra-presa que se acaba de describir, es el lugar elegido para la construcción del verdadero edificio de la central

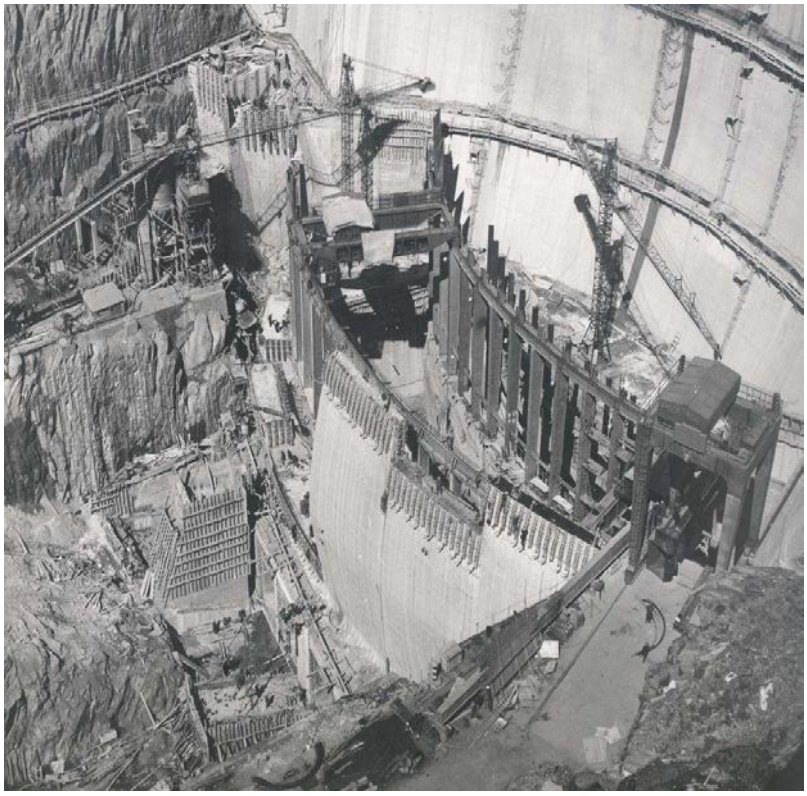


Figura 1. Construcción de la central hidroeléctrica de Valdecañas.

La central de Valdecañas quedó protegida por una bóveda de hormigón de las subidas de nivel de aguas abajo, originadas por crecidas extraordinarias. La forma de la bóveda determinó la planta curva de la central. Dispone también de un edificio anejo en el que se dispusieron los servicios auxiliares, cuadro de control, etc.

La nave de generadores consta de dos plantas, la de turbinas (cota 234) y la de alternadores (cota 242, 31). En esta última se dispuso, en ambos extremos, amplias zonas o áreas para facilitar el montaje y las futuras revisiones de las máquinas.

Debido a lo intricando de la orografía del terreno, y no pudiendo disponer de un acceso en túnel, este acceso se realiza por una carretera (cota 259,50), que discurre por la margen izquierda y termina en una amplia plataforma sobre el techo del área de desmontaje. Para el acceso de las personas se

a la cota 258, de tipo bóveda con un radio de 90 m, teniendo una longitud de 92 m. en coronación y limitado por dos estribos de gravedad.

dispuso una escalera amplia y un ascensor, situados sobre el edificio auxiliar y sirviendo tres plantas de las cuatro que consta. Este edificio anejo, tiene también planta curva y consta de cuatro plantas (donde se alojan los reductores de presión, celdas de tensión de generación, reguladores automáticos, etc.).

Figura 2. Interior de la central hidroeléctrica de Valdecañas.

Como se puede ver en la figura 2, los grupos se encuentran alienados siguiendo la curvatura de la contrabóveda o contrapresa. Para cubrirlos se dispuso de una estructura metálica (electro-soldada). Consta de una estructura porticada de planta curva, situada del lado de aguas abajo y que sirven de apoyo a la viga del puente grúa, y una serie de estructuras en semipórtico perpendicular a la anterior y que se apoyan en el muro de cierre de aguas abajo (contrapresa). Estos semipórticos son los que van a soportar la cubierta de la central y van a ser independientes de esta.

Para cubrir el volumen de la planta superior de la central se recurrió a una estructura metálica soldada, compuesta esencialmente por 17 semipórticos radiales empotrados en un muro de hormigón (cota 238,86) y apoyados mediante un juego de bielas, en la coronación de la bóveda (cota 258). Estos semipórticos llevan adosadas otra estructura metálica en L invertida que cubre los dos pisos del edificio auxiliar, anejo a la nave principal.

La viga carril de aguas arriba apoya en los 17 semipórticos, mientras que la viga carril de aguas abajo apoya en una serie de pilares metálicos, empotrados en base de hormigón, arriostrados longitudinalmente para resistir los esfuerzos de frenado del puente grúa.

Las vigas carril están constituidas por tramos continuos del mayor número de vanos compatibles con la anulación de los esfuerzos térmicos por medio de juntas

LA CENTRAL DE TORREJÓN

La central hidroeléctrica de Torrejón es un elemento característico dentro de los elementos fundamentales del Salto de Torrejón, que combina el aprovechamiento de aguas del Tajo y del Tiétar en la confluencia de estos dos ríos. Forma el segundo escalón del aprovechamiento y está situado aguas abajo del Salto de Valdecañas. Este Salto tiene dos presas, ambas de gravedad, con planta curva, en diferentes cotas del embalse que alimentan los cuatro grupos reversibles de la central subterránea.[11] El establecer una única central subterránea para ambas presas, alimentándose de las aguas de los ríos Tajo y Tiétar, se debió al ingeniero de caminos, Manuel Castillo Rubio, verdadero artífice de la ejecución del aprovechamiento hidroeléctrico del río Tajo y sus afluentes para Hidroeléctrica Española[12] Se encargó de la ejecución del plan desde sus inicios en 1945 hasta la conclusión del mismo en 1982, con la construcción del aprovechamiento hidroeléctrico de Gabriel y Galán.

La Central está situada en la margen izquierda, dentro del cauce del río, aguas abajo de la presa y adyacente al cuenco del aliviadero central, de manera que forma parte del cajero del mismo.[13] Debido a su carácter de central a pie de presa, el salto aprovechado por ella varía directamente con el nivel del embalse. Esta Central iba a dotarse con modernas máquinas que permitieran tanto el turbinado como el bombeo, pero presenta una serie de particulares, como son su emplazamiento, su funcionamiento, e, incluso, su construcción, ya que incorporó una técnica nueva, el precorte, y otros criterios que la diferencian del resto de las centrales subterráneas.[14]

[11] HIDROELECTRICA ESPAÑOLA; /75 ANIVERSARIO. El embalse sobre el Tiétar esta situado22 metros más abajo que el formado por las aguas del Tajo. Con esta diferencia de alturas, la central puede bombear del Tiétar al Tajo y turbinar desde los dos al embalse de Alcántara. También es posible realizar la operación inversa, en función de los níveles del embalse.

[12] CASTILLO RUBIO, Manuel; "*El Tajo , de Talavera a Portugal. Su aprovechamiento hidroeléctrico –pequeña historia-*.(2001). En "*Libro del centenario de Iberdrola: Los Hombres y los Hechos. 2001*.

[13] CARNERO CALDERON, José María Emiliano; "*Proyecto de central generadora de los ríos Tajo y Tiétar (1963).* AHISA 3/293

[14] HIDROELECTRICA ESPAÑOLA."*Salto de Torrejón*" (1967).

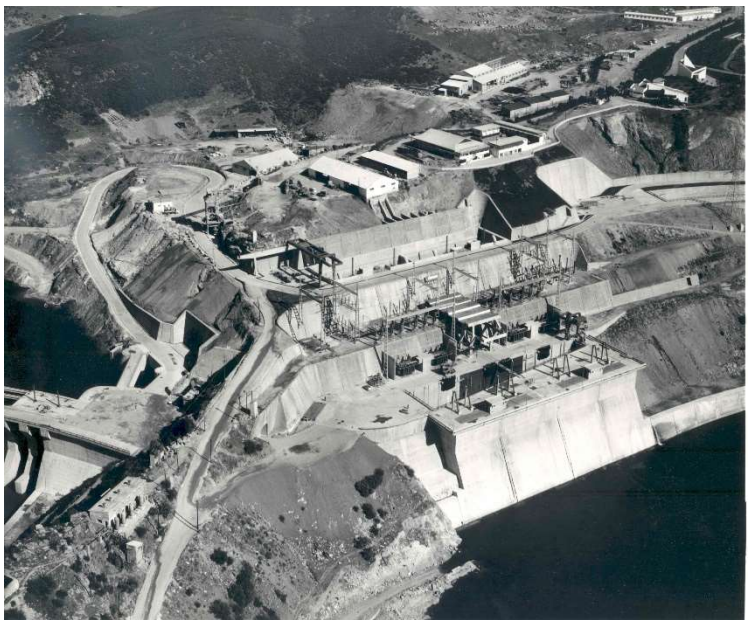


Figura 3. Vista área del hormigonado de la central de Torrejón.

La caverna que alberga la central está emplazada en un macizo rocoso de pizarras silúricas y diabasas, y tiene unas dimensiones fundamentales de 100 m. de longitud, 20 m. de anchura y 40 m. de altura máxima. Las excavaciones que se realizaron siguieron las técnicas de precorte, y con anclajes hormigonados, se abordó una gran zanja previa, que permitió la excavación de la caverna en dos mitades. El hormigonado no presentó mayores dificultades al tener las instalaciones de producción de hormigón próximas a las obras.

El acceso a esta central subterránea se realiza a través de una carretera que, pasando por la presa del Tiétar, toma un amplio recodo y atraviesa un túnel de 6 m de largo, paralelo al canal de toma del bombeo del Tiétar. En este lugar (cota 224) se encuentra el edificio de acceso y de servicios de esta central hidroeléctrica.

La distribución de este edificio es de 7 plantas, desde la planta de acceso (cota 224) hasta la de alternadores (cota 198,2). En ellas se encuentran desde el despacho del jefe de la central, el taller mecánico hasta las salas con el equipamiento, transformadores de potencia, circuitos de refrigeración…. En la cota 192,2 (primera planta) se llega a la sala de máquinas de la central, que consta de una amplia nave de unos 88 metros de longitud, por 16 metros de ancho y una altura al centro de la bóveda de 10 metros. En sus extremos se situaron los pozos de achique y drenaje que bajan hasta la cota 169. Esta planta es de un mayor tamaño que las anteriores, por un ensanchamiento realizado en el extremo de aguas abajo para situar el cuadro de control de la central.

La central propiamente dicha está distribuida en tres plantas (cota 198,2 a 186,3) y comprende la sala de alternadores, sala de turbinas y sala de servomotores. La sala de alternadores está en la primera planta (cota 198,2) y en ella van situadas las excitatrices de los grupos, que se encuentran a una distancia relativa entre unos y otros, con lo que de deja en esta área una amplia zona, destinada al montaje y acceso de materiales. En sus extremos se colocaron amplias escaleras, que permiten el acceso a todos los puntos de la central, condición ésta imprescindible para una central de este tipo. Sobre esta planta se sitúan dos puentes grúas de 85 Tn, preparados para trabajar acoplados.

La sala de turbinas ocupa la segunda planta (cota 192, 7) y en ella van situados, entre otros, los equipos de lubricación de los alternadores; los reguladores, las tomas, etc.

La sala de servomotores ocupa la tercera planta (cota 186,3) y en ella se tiene acceso a los servomotores y a la parte inferior de las turbinas, así como a las cámaras espirales y tubos de aspiración.

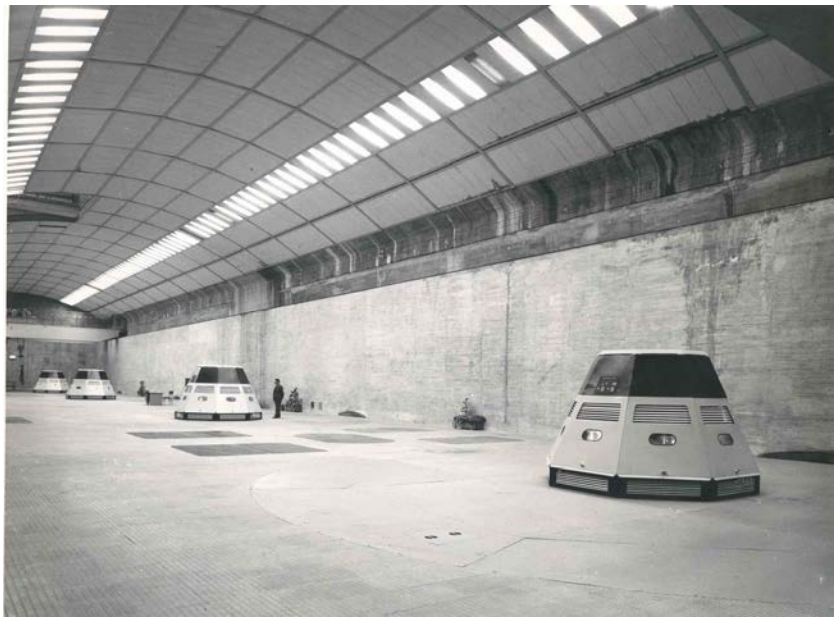


Figura 4. Vista del interior de la central de Torrejón.

Desde la planta de alternadores y, a una distancia de 27,080 m del eje de la central, se sitúan entre los grupos I, II, III y IV, dos pozos de 5 m de diámetro, por donde suben las barras de generación de los grupos hasta el cuadro de intemperie. Por el centro de estos pozos suben dos escaleras debidamente protegidas de las barras con unas rejillas metálicas puesta a tierra. De esta forma, esta central tiene al exterior tres salidas de escalera y un ascensor, independientemente de las escotillas de acceso, quedando con ello ampliamente asegurada la evacuación del personal en caso de emergencia.

LA CENTRAL DE ALCÁNTARA

El Salto de Alcántara está situado en la confluencia de los ríos Tajo y Alagón, aguas arriba del famoso puente romano de Alcántara, y forma el tercer escalón del aprovechamiento hidroeléctrico del río Tajo, aguas abajo del Salto de Torrejón. Presenta como elementos sustanciales del mismo una presa de gravedad aligerada de doble contrafuerte y una central de pie de presa de cuatro grupos.

La central se encuentra situada en la margen izquierda, dentro del cauce del río y adyacente al cuenco del aliviadero central, de manera que forma parte del cajero del mismo. El acceso a ella por la margen izquierda a través de una carretera que, en su último tramo, a través de un túnel se llega a una amplia zona donde se encuentra el área de recepción de materiales (cota 145), que al mismo tiempo sirve como zona de montaje, estando dispuestos dos puentes grúas de 130 Tn, que sirven para bajar los materiales a la sala de excitatrices de la central, donde existe una amplia zona de montaje.

Figura 5. Fase de construcción de los huecos para los grupos de a central de Alcántara.

Al igual que lo sucedido en la construcción de las centrales hidroeléctricas de Valdecañas y Torrejón, los técnicos de Hidroeléctrica Española tuvieron que resolver el problema derivado de la gran diferencia existente entre el nivel normal o de estiaje del río y el que se producía durante las máximas avenidas. Esta circunstancia obligaba a bajar la cota del rotor de la turbina, que hacía necesario una excavación más profunda de la caverna donde está situada la central, y también exigía disponer de importantes estructuras de protección de la central cuando se produjeran las crecidas.

Estos condicionantes, es decir, la decisión de ubicación de la central y el problema en la elección del tipo estructural adecuado para el cerramiento, se resolvieron al disponer la central a cielo abierto y en el margen izquierda del cauce del río, y por otro lado, con la construcción de un muro de gravedad que por la parte del río se cierra con una placa empotrada en sus arranque al aliviadero central, actuando como verdaderos contrafuertes de la excavación realizada.

La central[15] propiamente dicha está distribuida en cuatro plantas (cota 112 a 145,5) y comprende la sala de turbinas, sala de alternadores, sala de excitatrices y sala de servicios auxiliares de la central. La sala de turbinas está en la primera planta (cota 198,2) y en ella van situadas las excitatrices de los grupos, situando a ambos extremos de la sala las escaleras y ascensores que permiten el acceso a todos los puntos de la central.

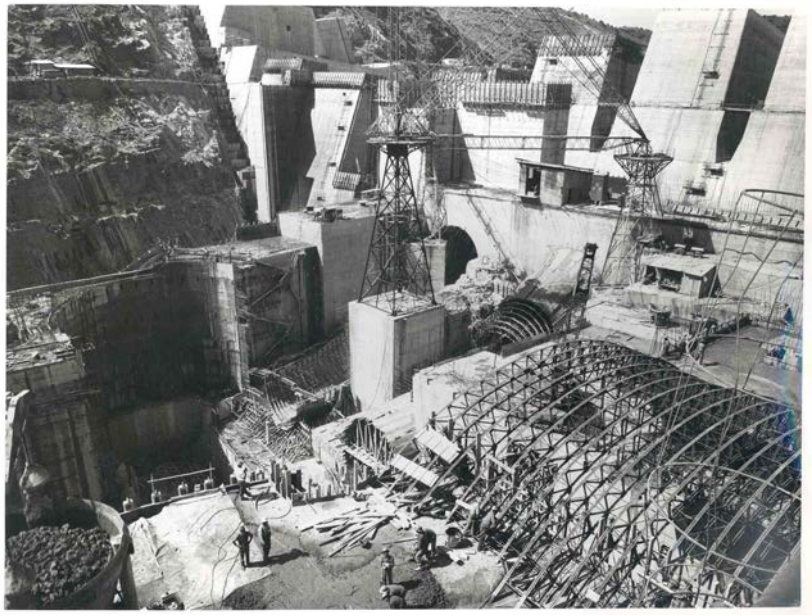


Figura 6. Fase de construcción de la central de Alcántara.

La sala de alternadores ocupa la segunda planta (cota 116) y en ella se han situado…. Al igual que en la sala de turbinas, el acceso a ella se realiza mediante escaleras o ascensores que existen en la misma.

La sala de excitatrices ocupa la tercera planta (cota 120,90) y en ella están situadas las excitatrices y los paneles de control de turbina-alternador. En la

[15] CARNERO CALDERON, José María Emiliano "*Proyecto de central hidroeléctrica y estación transformadora (1965)*". AHISA 3/296/1

margen izquierda existe una amplia zona perpendicular al eje longitudinal, utilizado como área de recepción de materiales y zona de montaje

La sala de servicios auxiliares de la central ocupa la cuarta planta (cota.145,5) y en ella están situados todos los servicios auxiliares de la central. Su acceso se realiza por ambos extremos de la sala.

CONCLUSIÓN.

Otorgada la concesión de aprovechamiento hidroeléctrico de la cuenca del Tajo, Hidroeléctrica Española comenzó la explotación del mismo con la misión de cubrir la demanda de energía eléctrica que se estimaba necesario para satisfacer su propio mercado. Para ello, junto con el desarrollo de la energía térmica, construyó una serie de centrales productoras de energía "de puntas", premisa principal para el equipamiento de las distintas centrales. Estas centrales se alimentarían, a su vez, de los excedentes de producción que no fuesen colocados en el mercado en horas de mínimo consumo. Para conseguir este objetivo. Hidroeléctrica Española no sólo se preocupó de la instalación de grandes máquinas (turbinas reversibles en Valdecañas y Torrejón, o las de mayor potencia en Alcántara, que al mismo que sitúan la central en la punta de consumo, aseguraban la turbinación de todas las aportaciones del Tajo) sino que también se preocupó por la innovación en la ejecución de las excavaciones de estas centrales, empleando la novedosa técnica del "precote" y en el hormigonado de las centrales, con los elementos de colocación empleados.

Si hasta ese momento todas las obras las había realizado por cuenta propia, las grandes obras que necesitaban utilizarse en estos aprovechamientos, obligó a la empresa a encargar la ejecucicón de las mismas a otras empresas, nacionales o extranjeras, pero siempre bajo la dirección de ella. De este modo, entraron en la construcción empresas como Agromán, Lodigliani, Agrupación Alcántara, Agrupación Alcónetar, etc…., que siguieron las directrices de Hidroeléctrica Española tanto en el diseño de las presas y centrales, como en la elección de la maquinaria más idónea para mejorar el sistema hidroeléctrico del río Tajo.

> "*Hidroeléctrica Española aprovechó la oportunidad que le ofrecía un planteamiento técnico del aprovechamiento hidroeléctrico del Tajo, para disponer tanto en Valdecañas como en Torrejón, aguas abajo de aquel , de maquinaria reversible, con la cual, lo mismo se producía energía en puntas en las horas específicas de suminsitro, como se consumen importantes cantidades de energía excedentes de noche, acumulando por bombeo en los embalses un volumen de agua muy importantes*".

La construcción de las presas y centrales de estos aprovechamientos, su explotación y la elección del equipamiento de la maquinaria de las mismas, optimizaron el sistema productor de energía eléctrica de Hidroeléctrica Española y jugaron un papel muy importante para mejorar, con una visión de futuro, todo el sistema productor del río Tajo

Central Tejo de Lisboa
Un ejemplo de industria termoeléctrica reconvertida en museo de la electricidad

Manuel Carreres Rodríguez

Cátedra Demetrio Ribes
mcarreres@gmail.com
Febrero de 2018

Central Tejo of Lisbon
An example of a thermoelectric industry converted into a museum of electricity

ABSTRACT

The «Museu da Eletricidade», which is located near the river Tagus, in the Belém district of Lisbon, became a cultural centre for general public after having opened its doors twenty five years ago.

Previously, during a great part of the twentieth century whilst it was still active, it supplied energy to the vast majority of the Portuguese capital.

The «Central Tejo» first became operational in 1909, and throughout the twentieth century it expanded as the electrical demand in Lisbon grew. This thermoelectric plant experienced several changes throughout its history, and as it grew in size parts of the building were differentiated due to the fact that the smaller rooms contained the low-pressure boilers together with the machinery room, and the larger rooms contained the high-pressure boilers. Around the mid-twentieth century, after the construction of the hydroelectric power plant «Castelo do Bode», the «Central Tejo» was only used as a reserve station since the new hydroelectric power plant was Lisbon's' region main supplier. After this the «Central Tejo» began to cease its production, until it completely ceased in the 1960's and finally closed down in 1975.

After that, the building began to deteriorate due to climate exposure and human influence. However for this reason in the 1980's it was decided to refurbish the complex and turn it into what we know today as the «Museu da Eletricidade», which opened its doors 1990. Within the numerous rooms we can visit in the museum we can still see the old boilers, alternators and condensers along with a brief history of how it all worked back in the day and what conditions the employees had to work in.

The exhibition is complemented with the history of the creators of electricity, a hall of experiences and wits together with a huge space dedicated to temporary exhibitions.

On the 25th anniversary of its opening which was also the 40th anniversary of the «Central Tejo» closure, it became one of the most interesting and popular museums in Portugal which is currently visited by many as an informative educational program.

KEY WORDS

Central Tejo, Museu da Eletricidade, thermoelectric power plant, museography, Lisbon

RESUMEN

El Museu da Eletricidade, situado junto al río Tajo en el barrio de Belém de Lisboa, ha ido consolidándose como un importante centro cultural desde que abrió sus puertas hace 25 años. Con anterioridad, todo el complejo estuvo en activo para la producción termoeléctrica en la denominada Central Tejo, la cual abasteció de energía a la capital lusa durante gran parte del siglo XX.

Puesta en servicio en 1909, a lo largo del siglo la Central Tejo fue ampliando sus instalaciones y su capacidad de producción para dar suministro al creciente consumo eléctrico de Lisboa. Así, tras sus sucesivas transformaciones, el conjunto industrial cuenta con naves donde fueron alojadas las calderas de baja presión y la sala de máquinas, así como el edificio de mayores proporciones, donde se instalaron las calderas de alta presión. A partir de mediados del siglo XX, con la construcción de la central hidroeléctrica del Castelo do Bode, destinada al suministro de la región de Lisboa, la Central Tejo fue derogada a central de reserva, empezando su gradual decadencia para el abastecimiento energético. Finalmente, a finales de los años 60 fue detenida y, en 1975 fue desclasificada oficialmente.

Tras ello, el conjunto fue degradándose con gran rapidez por factores naturales y humanos. Por esa razón, a mediados de los años 80 se procedió a realizar un proyecto integral de restauración y musealización, finalizando en la creación del Museu da Eletricidade, el cual abrió sus puertas en 1990. En las diversas salas que se encuentran a lo largo de su recorrido museológico, se muestran las antiguas calderas, alternadores y condensadores de la Central Tejo, así como su historia, funcionamiento y condiciones laborales de sus operarios. La exposición se complementa con la historia de la electricidad y sus artífices, una sala de ingenios y experiencias, así como un gran espacio dedicado a las exposiciones temporales.

En 2015, cuando se cumple el 25 aniversario de su abertura, y el 40 aniversario del cierre de la Central Tejo, el Museu da Eletricidade se ha convertido en uno de los museos más visitados de Portugal debido a su interesante programa divulgativo y didáctico.

PALABRAS CLAVE

Central Tejo, Museu da Eletricidade, central termoeléctrica, museografía, Lisboa.

PREÁMBULO

Debido a sus acontecimientos históricos, la freguesia lisboeta de Belém ha estado profundamente relacionada con los descubrimientos de la Edad Moderna portuguesa y al infante Manuel I. Contemporáneo a ese período se conserva el monasterio de los Jerónimos y la torre de Belém, declarados Patrimonio Mundial de la UNESCO por su estilo gótico manuelino. Durante el siglo XIX, debido a la proximidad con la capital y a su cercanía con el río, este espacio histórico quedó enclavado en el llamado eje industrial Alcântara-Pedroços, una de las más importantes zonas industriales de la ciudad y de todo el país.

A lo largo de la centuria, el paisaje de Belém no sólo fue transformándose por la instalación de centenares de factorías de gran diversidad productiva y barriadas obreras sino también por los proyectos de mejora del puerto de Lisboa, realizados a raíz del proyecto de 1886, que dieron lugar a nuevos terrenos lineales ganados al río. En uno de estos aterramientos, el situado en la zona de la Junqueira, fue donde se localizó la futura Central Tejo.

A partir de los años 60 del siglo XX, con el crecimiento urbano de Lisboa y los nuevos planteamientos urbanísticos de salubridad, tuvo lugar un proceso de deslocalización de las industrias pesadas instaladas en Belém –recordemos que la primitiva fábrica de gas se situaba a escasos metros de la torre manuelina– y de la desindustrialización general de la freguesia, para preservar y promover los valores patrimoniales de la histórica zona lisboeta. Convertida en la actualidad en una de los lugares más monumentales y de mayor congregación turística de la capital, pocos elementos de su pasado industrial han sido conservados y reconvertidos en nuevos usos.

Uno de ellos, el de más monumentalidad, belleza y, posiblemente, mayor importancia histórica para la ciudad, fue la antigua Central Tejo, la antigua central termoeléctrica que iluminó Lisboa y su región durante gran parte del siglo XX. Tras su desclasificación oficial en 1975, el conjunto fue declarado

Imóvel de Interesse Público en 1986 y, en 1990, reabrió sus puertas convertido en Museu da Eletricidade, un centro cultural dedicado a la ciencia, la energía y el patrimonio industrial.

En el presente artículo pretendemos mostrar diversos aspectos referentes a la Central Tejo y su musealización. En primer lugar, una breve contextualización histórica y constructiva del elemento y, en segundo lugar, un análisis sobre la reconversión y presentación de los elementos expositivos de las diversas salas de las que se compone el museo. De todas ellas, nos centraremos en las transformaciones museográficos de los artefactos y máquinas, la línea discursiva de la exposición y los recursos didácticos empleados para la comprensión del público.

RESEÑA HISTÓRICA DE LA CENTRAL TEJO

En los primordios del siglo XX, las pequeñas centrales dan Avenida y de Boavista restaron insuficientes para abastecer la creciente demanda de electricidad de Lisboa, la cual empezaba a desarrollar su expansión urbana de las Avenidas Novas, el nuevo barrio burgués de la ciudad. Por ello, las Companhias Reunidas de Gás e Eletricidade decidieron, en 1908, emprender la construcción de una nueva central termoeléctrica, suficientemente alejada del casco histórico para no sufrir el acoso urbanístico pero lo suficientemente cerca para no exceder gastos en la instalación del transporte eléctrico, estar bien comunicada con la capital y, además, situarse a orillas del río Tajo para hacer uso de sus aguas. Así, el lugar elegido fue, como hemos visto más arriba, los terrenos ganados al río en la zona dan Junqueira, en la freguesia de Belém.

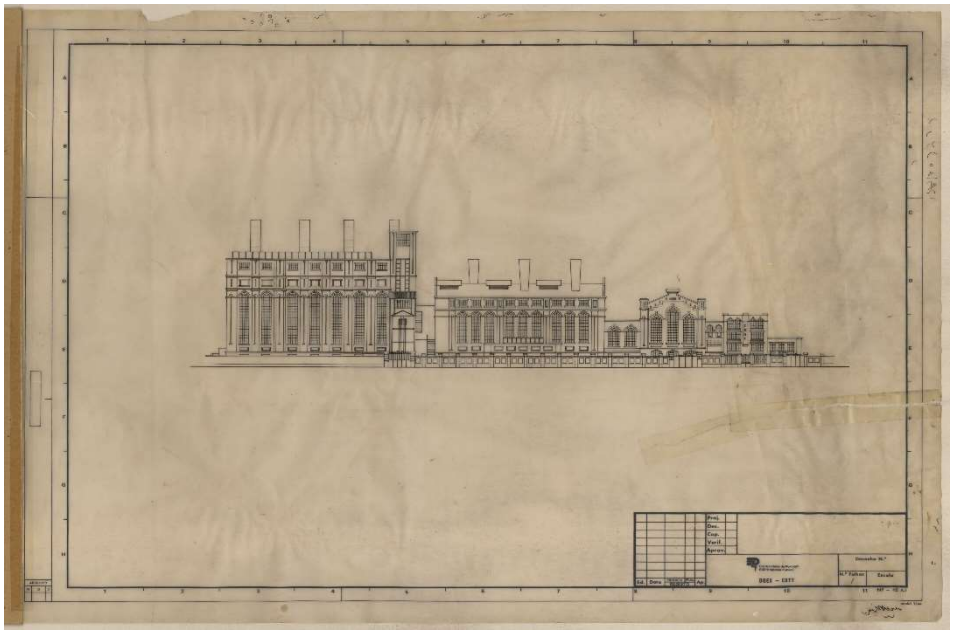


Figura 1. Alzado general del conjunto de la Central Tejo. Centro de Documentación del Museu da Electricidade – Fundação EDP, ref. Arq3 / Gav 11 SEM Nº 10.

Un año después del inicio de las obras, en 1909, empieza la producción energética de la primitiva Central Tejo realizada mediante dos alternadores con una potencia unitaria de 1 MW y seis calderas de la marca Delanay – Belleville. Tras tres años y sucesivas ampliaciones, el conjunto disponía de quince calderas Belleville distribuidas en tres naves longitudinales y cinco grupos generadores Brown Boveri & Cª situadas en el edificio principal con una capacidad total de 7,75 MW.

Mientras el consumo de electricidad seguía en aumento, también fue necesaria una mayor producción energética por lo que, en 1914, comenzó la construcción de nuevos cuerpos de fábrica los cuales fueron sucesivamente ampliados hasta 1930. Denominada como fase de baja presión, los edificios se situaron a escasos metros de la primitiva central; en una primera etapa, dificultada por la Primera Guerra Mundial, se construyeron dos naves longitudinales donde fueron instaladas seis calderas Babcock & Wilcox, una sala de máquinas con capacidad para dos turboalternadores AEG con una potencia unitaria de 8 MW y uno Escher & Wyss de 7,5 MW, así como un edificio para subestación.[1] El proceso duró hasta 1921, momento en que la primitiva central de 1909, ya anticuada, fue desmantelada y convertida en talleres y almacén hasta 1938, cuando se demolió.

La segunda y tercera etapa de esta fase de baja presión no fueron sino más que sendas ampliaciones del conjunto arquitectónico y de las instalaciones de producción. La segunda se desarrolló entre 1924 y 1928, ampliando un cuerpo de fábrica hacia el río e instalando tres nuevas calderas, dos Babcock & Wilcox y una Humboldt, y un turboalternador Stal-Asea con 8 MW de potencia. Finalmente, en la tercera etapa tuvo lugar la última ampliación de la fase de baja presión, datada entre 1928 y 1930; en ella, se construyó un nuevo cuerpo de fábrica, donde se instalaron dos nuevas calderas Babcock & Wilcox y un nuevo generador Escher Wiss/Thompson. Como resultado de toda esta fase de baja presión, la Central Tejo contaba con once calderas distribuidas en el interior de un espacio diáfano y cinco grupos generadores en la sala de máquinas.

Tras la completa instalación de baja presión, y durante los siguientes ocho años, la instalación de producción energética se irá consolidando y preparando para ampliar su potencia a la alta presión. Para ello, en 1935 se desmantelaron los dos turboalternadores AEG y se instalaron dos nuevos ejemplares de la marca homónima, pero con una potencia unitaria de 17 MW, más del doble de capacidad que los anteriores. Los grupos, que en la actualidad todavía se conservan en la central, se componen con turbinas de acción del tipo Curtis y de alternadores bobina en estrella, que podían

[1] BARBOSA, Pires; CRUZ, Luis; FARIA, Fernando, A Central Tejo: A fábrica que electrificou Lisboa, Lisboa, Museu da Electricidade; ed. Bizânzio, 2007, p. 28.

producir una corriente trifásica que suministraba a la red 10,5 kV con una frecuencia de 50 cps. Los grupos generadores se complementaban con sendos condensadores AEG, mantenidos in situ, los cuales disponían de una superficie de 1.500 m2 de superficie de enfriamiento con un conjunto tubular compuesto por 3.850 tubos de 23 mm de diámetro. Para abastecerlos de agua fría, era necesario un caudal de 4.000 m3/h de caudal proveniente del río Tajo.

De manera simultánea al cambio tecnológico de la sala de máquinas, en 1935, también se modificó el equipamiento de la subestación eléctrica, lo que permitió que la Central Tejo abasteciese a la región de Lisboa y al Vale do Tejo hasta Santarém. Mientras todo eso acontecía, se compraban los terrenos colindantes al conjunto industrial, donde se situaban los edificios de la antigua refinería de la Companhia de Açúcar de Moçambique, para situar allí los talleres y almacenes que se encontraban instalados en la primitiva central, la cual sería demolida para la construcción del edificio de alta presión. Así, en 1938, tuvo lugar la destrucción de los primordiales cuerpos fabriles de 1909 y, sobre sus terrenos, empezaron a levantarse los cimientos del nuevo edificio.

Figura 2. Vista de la Sala de Calderas, con las cuatro calderas de alta presión conservadas en su interior. Manuel Carreres Rodríguez, 2010.

La edificación se prolongó hasta 1941, siendo la más monumental de todas las que componen el conjunto arquitectónico. El edificio tiene la peculiaridad de ser uno de los más imponentes ejemplos de arquitectura del hierro de Lisboa pues, la propia estructura metálica entrelazada, es la que sustenta tanto el propio edificio como las calderas de alta presión, las cuales se encuentran suspendidas. En una primera etapa de esta nueva fase de la Central Tejo se instalaron tres calderas Babcock & Wilcox de 30 m de altura, previstas para producir vapor a presión de 38 kg/cm2 y 450º de

temperatura, las cuales permitían una generación de electricidad que llegó a su capacidad máxima en 1950, con una punta de 52.200 kW y 216 millones de kWh de producción.[2]

Durante los años de mayor actividad productiva, acontecida entre finales de los años 30, todos los años 40 y principios de los 50, operaban cerca de 550 trabajadores diariamente, con una estricta división y especialización del trabajo, distribuidos entre los diversos espacios del interior de la central y los espacios auxiliares destinados a talleres y laboratorios.[3] Entre 1950 y 1951 se procedió a la ampliación de la central con una nueva caldera de alta presión Babcock & Wilcox, la número 15, de mayores proporciones que sus homónimas instaladas hacía una década. Las cuatro calderas de alta presión eran del tipo aquitubular, con tirada equilibrada de carbón distribuido en una parrilla rotativa. Con el montaje de esta última caldera 15, se dio por concluido el conjunto industrial de la Central Tejo.

La decadencia de la misma sobrevino, precisamente, en 1951. La llamada Ley de Electrificación Nacional, aprobada en 1944, unificó el sistema eléctrico en una Red Eléctrica Nacional y, además, otorgaba una prioridad absoluta a la producción mediante energía hidráulica. La primera de las grandes centrales hidroeléctricas propuestas en la ley, la de Castelo do Bode, empezó a funcionar y abastecer a Lisboa y Porto a partir de 1951, derogando la Central Tejo como una central de reserva y de soporte a la red. No obstante, esa situación, estuvo funcionando ininterrumpidamente hasta 1968 –a excepción de 1961–.

Cuatro años después de su interrupción, en 1972, fue necesario ponerla nuevamente en marcha a causa de un atentado como protesta contra el régimen de Salazar, donde se dañaron las líneas de alta tensión que abastecían Lisboa. Apenas fueron unos días, pero fue la última vez que la Central Tejo produjo energía en su historia. En 1975 fue desclasificada oficialmente, ocasionando su cierre definitivo y permaneciendo como una imponente ruina industrial a orillas del Tajo.

PROYECTOS DE MUSEO PARA UN ESPACIO INDUSTRIAL

En los años siguientes a su cierre, muchas fueron las voces que pedían una recuperación del inmueble para situar en su interior un museo que representara y mostrara la historia de la industria portuguesa. Finalmente,

[2] Para una investigación de mayor profundidad sobre los equipamientos técnicos y el funcionamiento de la Central Tejo durante los años de producción en alta presión, véase la primera parte del capítulo II «Central Tejo: Equipamentos e Exploração» dentro de la publicación de BARBOSA, Pires; CRUZ, Luis; FARIA, Fernando, A Central Tejo..., pp. 69-111.

[3] BARBOSA, Pires; CRUZ, Luis; FARIA, Fernando, A Central Tejo..., pp. 112-126.

a principios de la década de los 80, la propietaria del conjunto EDP – Energías de Portugal, decidió ubicar y reabrir la central como museo de la electricidad. Para ello fue necesaria una limpieza integral de todos los componentes de su interior, como las más máquinas y las tuberías que discurren a lo largo de los espacios, así como la restitución de los elementos arquitectónicos desaparecidos, como la reposición de centenares de ladrillos, azulejos del suelo o cristaleras.

Los periódicos se hacían eco del acontecimiento[4] pues se estaba gestionando, mientras se acondicionaba el espacio como museo, la que se considera la primera gran exposición de arqueología industrial en Portugal.

Así, en junio de 1985, justo una década después del cierre definitivo de la central, se inauguró la exposición «Arqueologia Industrial: um mundo a descobrir, um mundo a defender» comisariada por Jorge Cutódio. En ella se expusieron artefactos, piezas y equipamientos provenientes de industrias y empresas de todo el país en un contexto propiamente industrial, además de posibilitar al público en general la entrada a la antigua central.[5]

Figura 3. Aspecto de la Sala de Aguas o de los auxiliares antes de su restauración, 1980. Centro de Documentación del Museu da Electricidade – Fundação EDP.

En 1990, tras un lustro respecto de la exposición y quince tras el cierre de la central, abría sus puertas el Museu da Eletricidade, con una gran exposición permanente titulada «Um século de electricidade» donde se presentaba la

[4] CABRAL, Rui, «Central Tejo: a indústria no museu», Expresso, 21/05/1983, nº 551, pp. 32R-33R, secção: actual – património.

[5] CARDOSO DE MATOS, Ana; SAMPAIO, Maria da Luz, «Património industrial e museologia em Portugal», Museologia e interdisciplinaridade, Vol. III, n.º 5, maio/junho, online, Universidade de Brasília, 2014, pp. 101-102.

historia de la Central Tejo y su contribución en la producción energética para la región de Lisboa. Para esta primera etapa del museo se instalaron una gran cantidad de paneles y plafones explicativos, de diversos tamaños, situados a lo largo del recorrido; en el gran espacio diáfano de la sala de calderas de baja presión –la cual fue desmantelada y vaciada en los años 60– se situó una instalación que presentaba las calles urbanas de Lisboa con su mobiliario eléctrico urbano; pero quizá lo más interesante del museo se encontraba en los artefactos que fueron musealizados. Para tal fin, se «abrieron» –literalmente– las tapas de válvulas o las bombas hidráulicas, así como las planchas de cubrición de los alternadores o puertas de las calderas dejando al descubierto su composición interna para la observación del visitante.

Posteriormente, en el año 2000, cuando la central estaba a punto de cumplir su primer centenario y tras una década abierto, el museo fue cerrado al público para realizar nuevas tareas de restauración y mejora en todo el conjunto arquitectónico, debido a su elevado grado de degradación. Este cierre también motivó a la dirección del museo a reestructurar la exposición permanente con un nuevo concepto de musealización que le llevó a centrar su discurso en la propia central y en los equipamientos y artefactos conservados en el interior de los diversos espacios. Así, en el año 2006, el museo reabrió sus puertas bajo esta presentación, la cual era complementada con diversas y pequeñas exposiciones permanentes dedicadas a la historia de la electricidad y sus inventores, a las fuentes de energía renovables y fósiles y a un espacio lúdico de experiencias eléctricas para los niños y jóvenes. En las siguientes líneas nos centraremos en la exposición principal del museo, la producción de electricidad, tal y como está configurada en la actualidad.

EL MUSEO ACTUAL. UN RECORRIDO POR SUS SALAS

Como se ha comentado anteriormente, la exposición permanente del museo presenta la producción de la electricidad desde la llegada del carbón a la central hasta la salida del cableado de alta tensión. Para explicar todo este complejo proceso científico-técnico se emplearon diversos recursos museológicos a lo largo de las diferentes salas, adecuándose a los espacios y a los bienes muebles que se conservan in situ. Siguiendo el eje temático principal, la producción de electricidad, el discurso se esparce en diversos ramajes basados en la historia del conjunto arquitectónico, los circuitos de aire-humos, agua-vapor y cenizas, conceptos unidos a la física en general y al electromagnetismo y la termodinámica en particular, así como las condiciones laborales y la división del trabajo de los operarios de la central en la época de mayor productividad: los años 30-40. Las explicaciones de los guías en las visitas o de los paneles informativos, maquetas, maniquíes

caracterizados o la musealización de los artefactos, amenizarán, simplificarán y complementarán todos los contenidos de su recorrido diverso y multidisciplinar.

La llegada del carbón hasta la Central Tejo se efectuaba, al igual que el inicio de la visita actual, en la denominada plaza del Carbón, situada en el exterior de los edificios. En ella se presentan dos discursos principales: la historia de los principales cuerpos arquitectónicos y la descarga del carbón, la cual se realizaba manualmente desde las barcazas atracadas al muelle hasta la plaza. Tras ello, el carbón era conducido por medio de sinfines situados en la torre distribuidora, hacia el interior de la sala de las calderas de alta presión.

Una vez sobrepasado el umbral de la puerta, la primera sala y la más monumental del conjunto es la de las Calderas. En ella se conservan las cuatro grandes calderas de alta presión de 1941 y 1951 con sus respectivos cuadros de comando. El discurso museológico de la sala gira en torno a tres grandes ejes: el funcionamiento interior de las calderas, desde la quema del carbón hasta la salida del humo, pasando por los circuitos internos de calentamiento del agua a vapor, las condiciones laborales de los distintos trabajadores, especialmente los fogueiros y chegadores («empujadores») y la presentación del conjunto de la central así como de la disposición de las calderas de baja presión, hoy desmanteladas, en sendas maquetas a escala con un gran formato.

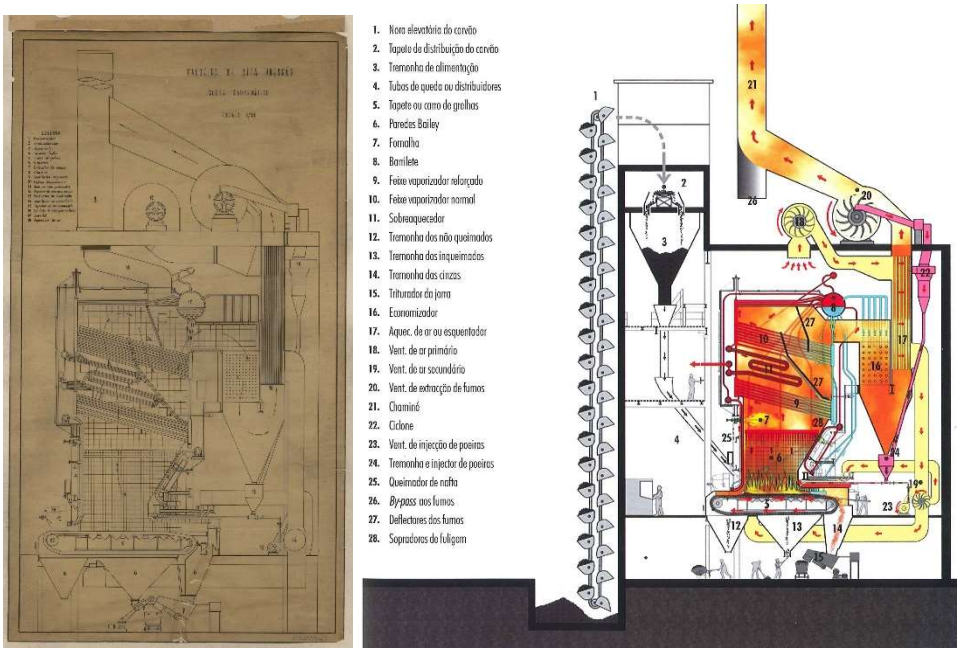


Figura 4a y b. Izquierda: Caldeira de alta pressão. Corte esquemático. Companhias Reunidas Gás e Electricidade. Central Tejo, ca. 1850. Derecha: diseño para panel del museo partiendo del plano anterior. Centro de Documentación del Museu da Electricidade – Fundação EDP.

Para la muestra del funcionamiento de las calderas se hacen servir grandes paneles donde se explican de forma detallada pero también esquemática todos los circuitos internos de la misma. Para su realización, se usaron los

planos originales de las calderas, conservados en el centro de documentación del museo, a los que se le simplificó sus trazos y se les dotó de color para una mejor comprensión. El resultado es un esquema detallado de los diversos procesos internos a través de su corte transversal.

Con todo, el recurso más interesante utilizado es la musealización de las calderas 14 y 15. La caldera 14, situada a la entrada de la sala, acciona mecánicamente los movimientos longitudinales que realizaban los tubos de distribución de carbón y los de la parrilla donde éste caía. En la parte posterior, una de sus macizas puertas se mantiene sin sellar, pudiéndose abrir y observar el interior de la zona de quema, así como la robustez de sus paredes, conformada por una gruesa capa de ladrillos refractarios. Por otra parte, la musealización de la caldera 15 resulta, si cabe, más interesante. Además del recurso efectista de la caldera anterior, donde se accionaban los tubos de distribución y la parrilla donde se depositaba, en la presente caldera sus laterales han estado perforados, posibilitando el acceso y la observación de su interior, creando una espectacular atmósfera envolvente.

Para la representación de las condiciones laborales, se colocaron dos maniquíes dispuestos en la parte delantera y trasera de la caldera. El fogueiro jefe, situado en la primera planta de la parte delantera, vigila los niveles de fuego para una correcta quema del carbón y, a gritos, pide que hace falta echar más carbón porque la caldera empieza a perder presión. En la parte posterior se encuentra el chegador, ataviado con ropa de saco, boina de época y con la postura que caracterizaba su oficio: con los brazos a media altura, empujando y distribuyendo el carbón de la parrilla de quemado con una pequeña pala.

A su lado se encuentran las escaleras que dan acceso a la Sala de los Cinzeiros (literalmente «Ceniceros»), situada en un nivel inferior. En esta oscura –aunque extremadamente pulcra– sala se muestra la gestión de los residuos producidos por las calderas, la escoria, centrándo el discurso en las tareas y las condiciones laborales de los trabajadores allí designados. Y tiene su lógica pues, allí, era donde se situaban los peores trabajos, no sólo el calor sofocante sino también los humos tóxicos hacían que tan solo los operarios más pobres, los más necesitados, quisiesen ocupar esos puestos, los cuales tenían que abandonar a las pocas semanas por enfermedades pulmonares y respiratorias.

La musealización de todas estas arduas condiciones laborales se realiza mediante la presentación del proceso de recogida de la escoria mediante paneles explicativos y maniquíes y vagonetas dispuestas bajo las tolvas distribuidoras situadas en el centro de la sala, bajo las calderas. La instalación de mayor interés de la sala es la recreación conformada por el conjunto de maniquíes situados frente al cinzeiro mecanizado de la caldera

14. En ella, la tolva trituradora de escoria se acciona, produciendo ruido, vapores y humo, recreando así una versión «ultra-desnatada» de las extremas condiciones a las que se exponían los trabajadores mientras con sus palas recogían la escoria y la echaban al interior de las vagonetas.

Figura 5. Musealización de la Sala de los Cinzeiros donde se aprecia la instalación de los trabajos de recogida de escoria, paneles y vitrinas. Manuel Carreres Rodríguez, 2010.

Las paredes de la sala se complementan con una maqueta donde se muestra la descarga del carbón en la plaza homónima y unas vitrinas donde están expuestas las herramientas y útiles de los trabajadores de la central, los situados en las calderas pero también la de los carpinteros, forjadores, mecánicos, etc.

Siguiendo con el proceso de producción eléctrico, llegamos hasta la Sala de los Generadores. En ella se sitúan los dos grupos turboalternadores que fueron instalados a mediados de la década de 1930. Tanto en esta sala como en la siguiente, el discurso se centrará en aspectos técnicos del último proceso de producción energética. Sobre los alternadores de la presente sala, el discurso expositivo versará en la transformación de la energía mecánica en energía eléctrica. Para ello, el grupo generador número 3 ha sido musealizado, destapando la carcasa de protección y dejando entrever las aspas de la turbina, el eje de conexión, el imponente alternador de bobina de estrella y la excitatriz. Al igual que ocurría en diversos elementos anteriores, el alternador ha sido mecanizado, accionándose para mostrar el movimiento de rotación de la turbina a una velocidad muchísimo menor que en los momentos de producción eléctrica. El discurso se complementa con paneles y una extensa maqueta dedicada al periplo de la electricidad desde su producción en una central térmica hasta los diversos usos en la ciudad y en los medios de transporte, pasando por las líneas de alta tensión y la subestación reguladora.

En el piso inferior de los generadores se encuentra la Sala de los Condensadores, donde se sitúan los dos artefactos relacionados con los grupos generadores de la planta superior. Como ocurría en la anterior sala, el discurso museológico se centra en los últimos procesos técnicos de producción: por un lado, la condensación del vapor proveniente de la turbina y su transformación en agua reutilizable y, por otro, el cableado trifásico proveniente del alternador hacia los disyuntores, donde se unifican y se dirigen hacia la subestación eléctrica, situada en el extremo del conjunto arquitectónico. Estos procesos se muestran a través de la musealización de uno de los condensadores, donde se ha procedido a la apertura de su cierre, dejando entrever la morfología y los más de 3.500 elementos tubulares que componen su interior. Los clásicos paneles explicativos, distribuidos a lo largo de la sala, se complementan con una exposición permanente dedicada a los trabajadores de la Central Tejo mediante una serie de fotografías con un gran formato.

Fuera del recorrido de producción energética, pero complementario e imprescindible, está la Sala de Aguas o de los auxiliares. Tal vez una de las salas de mayor complejidad por la gran cantidad de tubos de diversos colores que circulan en todas direcciones. El discurso se centra en todo lo referente al sistema de aguas interno y externo de la central: la distribución de las aguas hacia los diferentes espacios y máquinas, el proceso de depuración, enfriamiento y calentamiento, destilación, etc. Los paneles ofrecen una explicación general de la sala mientras que, unas cartelas específicas, acompañan a aquellos elementos musealizados donde se ha destapado la carcasa para mostrar su composición. En el centro de la sala se sitúa una maqueta a escala que otorga una visión general del conjunto espacial, destacando su caótica disposición tubular.

Para finalizar el recorrido de la exposición permanente de la central, desde un altillo situado sobre la Sala de los Generadores, se encuentra la pequeña Sala de Comando. Se trata de un reducido espacio donde se encuentran los cuadros que dirigían e informaban de cualquier anomalía en el proceso de producción de la electricidad. En la actualidad, esta sala, así como las dos contiguas, son usadas para realizar talleres didácticos basados en pequeños experimentos caseros relacionados con inventos eléctricos.

DIDÁCTICA Y PEQUEÑA RESEÑA MUSEOGRÁFICA

Como en todo proceso de musealización, el discurso expositivo debe adaptar los contenidos didácticos a las diferentes franjas de edad y a la diversidad de conocimiento de los visitantes. Este proceso presenta un mayor hándicap pues, a lo dispuesto, se le debe añadir la complejidad de explicar un proceso técnico, físico y social, con conceptos de termodinámica, electromagnetismo o sociología en un mismo espacio, la cual cosa hace imprescindible la

existencia de un departamento competente con un buen planteamiento didáctico en todo el discurso museológico. En el Museu da Eletricidade se hacen latentes estas dos premisas: complejidad y didáctica.

El trabajo realizado por el departamento de didáctica, para difundir el museo al mayor número posible de visitantes, ve recompensada su labor con la gran cantidad de visitas que se suceden cada año de forma ascendente, consiguiendo la cifra de casi 250.000 visitantes en el año 2014.[6] Esto convierte al Museu da Eletricidade en uno de los centros culturales más visitados de todo Portugal y el primero absoluto en lo que se refiere a las visitas realizadas por escolares de primaria y secundaria, las cuales resultan ser más del 60 % del cómputo total. En ese sentido, el museo dispone de un servicio de guías gratuitas para grupos que, durante el 2015, ha ofrecido visitas guiadas a casi 80.000 visitantes, cerca del 33 % del total, realizadas por jóvenes estudiantes universitarios becados que desarrollan esta actividad durante un año.

Las visitas se complementan, como ya se ha referido anteriormente, a través de la musealización de los artefactos y la instalación de maquetas, paneles y otros recursos museográficos que merecen ser analizados más detenidamente. A lo largo de la central se encuentran esparcidos una gran cantidad de paneles explicativos, esto no es un aspecto negativo, bien al contrario, el problema estriba en su estética y en sus contenidos. Muchos de ellos provienen de la anterior exposición permanente, la exhibida en la década de los 90, lo que ha dejado su planteamiento con un ligero desfase de diseño: son poco atractivas y nada llamativas. No invitan a ser leídas. En ese sentido, su contenido, aunque con textos muy interesantes, resulta demasiado largo y técnico, lo que produce una literatura poco fácil de leer, con el consecuente olvido. Los aspectos positivos de estos paneles, que también existen, se encuentran en el uso de los dibujos como recurso de localización del visitante respecto a la central y a la sala, así como en la esquematización de los diversos circuitos que se encuentran en la central y en los propios artefactos.

Esos recursos, de hecho, han sido empleados en los nuevos paneles confeccionados durante la reapertura del museo en 2006, cuyo diseño ha mejorado sustancialmente, siendo más moderno y atractivo. Este es el camino a seguir. Personalmente, confeccionaría la totalidad de los paneles y

[6] Según datos oficiales facilitados por el propio museo, los cuales también se encuentran publicados en diversos medios: «Museu da Electricidade bate recorde de visitantes em 2012», Arte Capital, 4 de febrero de 2013 [http://artecapital.net/noticia-2986-museu-da-electricidade-bate-recorde-de-visitantes-em-2012 Consultado: 9-01-2016] o SAFARA, Jõao, «Museu da eletricidade bate recorde de visitas», Espalha facto, 5 de enero de 2015 [https://espalhafactos.com/2015/01/05/museu-da-eletricidade-bate-recorde-de-visitas/ Consultado: 9-01-2016].

cartelas para uniformar criterios visuales que ayuden a una mejor comprensión del visitante; utilizaría diversos colores para distinguir la tecnicidad de los contenidos; diferenciaría entre grandes paneles con explicaciones generales de la sala, la historia o el funcionamiento y pequeños, ideados como cartelas, con aclaraciones específicas de los elementos concretos y de los artefactos; pero sobre todo, reduciría los textos, mucho, y ampliaría otras vertientes de percepción, pues incluso nosotros, los historiadores del arte, nos cansamos de leer en los museos. Esa es nuestra propuesta.

CIERRE

El presente trabajo ha pretendido ser una pequeña aproximación a la historia de la Central Tejo y a la configuración del Museu da Eletricidade. Un espacio cultural del cual conservo un grato recuerdo pues, durante los meses de abril de 2010 a 2011, realicé una estancia con una beca Leonardo da Vinci. Mis tres grandes áreas de trabajo consistieron en la difusión e investigación del museo y de la propia Central Tejo y en la mejora didáctica de los recursos tanto a los guías como en las salas de exposición.

Para la primera de ellas, mis tareas consistieron fundamentalmente en contactar con las editoriales que publicaban guías turísticas de Lisboa; mejorar la visibilidad del museo en la red, a través de sitios como por ejemplo Tripadvisor; divulgar y ofrecer información en las escuelas e institutos situados en Extremadura (la zona española más cercana a la capital lusa); e investigar y publicar diversos artículos sobre la Central Tejo y el propio museo. Fruto de estas investigaciones resultaron las voces existentes en la Wikipedia, las cuales debieron ser adaptadas al estilo enciclopédico del recurso electrónico y se tradujeron a distintos idiomas. Muchos de los datos históricos y de las referencias técnicas que se encuentran en el presente artículo son tomadas de la enciclopedia libre pues, los textos, que fueron creados por el autor del mismo, también fueron supervisados por la propia dirección del museo.

En cuanto a lo que se refiere a la didáctica, durante mi estadía en el museo formé parte de un grupo de trabajo dedicado a diversas tareas entre las que cabe destacar: por una parte, la mejora de los recursos ofrecidos a los guías durante su formación, realizando los guiones de cada una de las salas, adaptadas a las diferentes franjas etarias, además de otros guiones y documentos útiles en su actividad diaria. Por otra parte, confeccionar un nuevo recorrido museográfico de la exposición permanente para ofrecer al visitante un itinerario divulgativo y enriquecedor. Para ello, se ideó una idea global de paneles introductorios y explicativos, considerando la inclusión de algunos, la eliminación de otros y recomponer por completo la narrativa y la estética de todos ellos.

Han pasado cinco años de todo aquello, pero nuestro trabajo no fue en balde. Diversos proyectos fueron llevados a cabo y siguen dando sus frutos mientras que, otros, nunca fueron llevados a la práctica. También se que el Museu da Eletricidade es un centro vivo, dinámico, y se con certeza de otros proyectos a los que se ha aventurado el equipo. Allí dejé muchas personas, compañeros, amigos y amigas a los que tengo un gran afecto y una inmensa saudade, estas líneas están dedicadas a todos ellos.

LISTA DE REFERENCIAS

BARBOSA, Pires; CRUZ, Luis; FARIA, Fernando, A Central Tejo: *A fábrica que electrificou Lisboa*, Lisboa, Museu da Electricidade; ed. Bizânzio, 2007.

CABRAL, Rui, «Central Tejo: a indústria no museu», *Expresso*, 21/05/1983, nº 551, pp. 32R-33R, secção: actual – património.

CARDOSO DE MATOS, Ana; SAMPAIO, Maria da Luz, «Património industrial e museologia em Portugal», *Museologia e interdisciplinaridade*, Vol. III, n.º 5, maio/junho, online, Universidade de Brasília, 2014.

Fundação EDP, «15 de maio: Jornada Central Tejo», *Notícias Fundação EDP*, 6 maio 2015 [http://www.fundacaoedp.pt/noticias/15-de-maio-jornada-central-tejo/342 Consultado: 9-01-2016].

SANTOS, António, «A "Arquitectura da Electricidade" em Portugal (1906-1911)», *Revista Arqueologia & Indústria*, (2-3), pp. 123-148, Lisboa, Associação Portuguesa de Arqueologia Industrial (APAI), 1999/2000.

SAY KONG, Mário; CARRERES RODRÍGUEZ, Manuel, Museu da Eletricidade. Central Tejo e a sua arquitetura [guia de sala], Lisboa, Museu da Eletricidade – Fundação EDP, [2013].

Wikienergia.pt. Voces (categorias): Central Tejo y Museu da Electricidade.

Wikipedia, la enclicopedia libre. Voces: Museu da Electricidade y Central Tejo (principal, Historia, Conjunto arquitectónico, Funcionamiento y Vida obrera).

Comunicaciones

Sesión 5

La Fotografía como instrumento del avance industrial en el siglo XIX.

Los álbumes de *Les Travaux publics de la France* (1883)

Helena Pérez Gallardo

Profesora Titular interina en el Departamento de Historia del Arte Contemporáneo de la Facultad de Geografía e Historia de la Universidad Complutense.
Co-directora del Grupo de Investigación de la UCM, *Figuración y representación de l arquitectura. Del siglo XVIII al XXI*.
Publicaciones recientes: *Fotografía y arquitectura en el siglo XIX. Historia y representación monumental* (Cátedra, 2015) y *Fotografía y Romanticismo* (Abada, 2015)
Co-comisaria, junto a Delfín Rodríguez Ruiz, Catedrático de Historia del Arte (UCM) de la exposición celebrada en la Biblioteca Nacional de España *Mirar la arquitectura: fotografía monumental en el siglo XIX* entre julio y octubre de 2015.
(Madrid 1974) helenaperez@ghis.ucm.es

Febrero de 2015

Photography as instrument for the industrial development in the XIX century

The albums of *Les Travaux publics de la France*

ABSTRACT

The use of photographic images as a means of dissemination, advertising and documentation in the field of major engineering works, factories, architecture, astronomy, science, etc. made since its emergence, photography was the chosen language to give visibility to the great Age of modern advances.

Different forms of energy, factories and production machines were early photographed as a new vehicle for the dissemination and propaganda among the public, in addition to become today documents the transformation of the territory, but also led to an aesthetic that mark the future of these representations in the twentieth century.

Among the monographs reflection of all these developments is the monumental work published under the direction of Léonce Reynaud (1803-1880) and is one of the best examples of commitment and purpose of the diverse photographic uses. Architect and engineer, the dual role of Reynaud led him to be linked to the main architects Viollet-le-Duc or Vaudoyer, defenders of the photographic documentary record.

Moreover, his position as principal at the École nationale des ponts et chaussées he acquainted with photography as his teaching would be included in the study plans. Architectural historian, he has combined both disciplines and between 1867 and 1878 was responsible for the construction of the entire infrastructure of the country headlights, and as a member of the Commission mixte des Travaux Publics of France. All this experience and the great progress made by the country, Reynaud wanted that was embodied in this articulated work in "Les Travaux Publics de la France", five volumes with 250 photographs devoted to roads and bridges, the first, railways, the second, banks and channels, the third, ports and lighhouses (the first with electric lamps) and beacons, tthe las of them.

KEY WORDS

Photography and energy, nineteenth century, industrial heritage.

RESUMEN

El uso de imágenes fotográficas como instrumento de difusión, publicidad y documentación en el ámbito de las grandes obras de ingeniería, las fábricas, la arquitectura, la astronomía, las ciencias, etc. hizo que, desde su irrupción, la fotografía fuera el lenguaje escogido para dar visibilidad al gran siglo de los avances modernos.

Distintas formas de energía, sus fábricas y máquinas productoras fueron fotografiadas desde temprano, como un nuevo vehículo de difusión y propaganda entre el público, además de convertirse hoy en documentos de las transformaciones del territorio, pero también, dio lugar a una estética que marcará el futuro de este tipo de representaciones en el siglo XX.

Entre las obras monográficas reflejo de todos estos avances se encuentra la monumental obra editada bajo la dirección de Léonce Reynaud (1803-1880) y que constituye uno de los mejores ejemplos del compromiso y la diversa finalidad del uso de la fotografía. Arquitecto e ingeniero, la doble faceta de Reynaud le llevó a estar vinculado a los principales arquitectos restauradores como Viollet-le-Duc o Vaudoyer, defensores del registro documental fotográfico.

Además, su posición como director en la École Nationale des Ponts et Chaussées de París le familiarizó con la fotografía, ya que su enseñanza se incluiría en los planes de estudio obligatorios de esta facultad. Historiador de la arquitectura, compaginó siempre ambas disciplinas y entre 1867 y 1878 fue el responsable de la construcción de toda la infraestructura de faros del país, además de ser miembro de la Commission mixte des Travaux Publics de Francia. Toda esta experiencia y muestras del gran avance alcanzado por el país quiso Reynaud que fuera plasmada en esta obra articulada en cinco volúmenes con 250 fotografías dedicados a carreteras y puentes, el primero, vías férreas, el segundo, riberas y canalizaciones, el tercero, puertos, el cuarto, faros (los primeros con lámparas eléctricas) y balizas, el último de ellos.

PALABRAS CLAVE

Fotografía, ingeniería, siglo xix, energía y fotografía, patrimonio industrial.

FOTOGRAFÍA DE LAS OBRAS PÚBLICAS: DOCUMENTACIÓN Y PROPAGANDA DE LA MODERNIDAD

> Para todo aquello para lo cual el Arte, así llamado, ha sido hasta ahora el medio pero no el fin, la fotografía es el agente indicado…es el testimonio jurado de todo lo que se presenta ante su mirada. ¿Qué son sus registros sin fallas, al servicio de la mecánica, la ingeniería, la geología, la historia natural, sino hechos del tipo más valioso y terco?… Hechos que no son territorio del arte ni de la descripción verbal, sino de una nueva forma de la comunicación entre una persona y otra -sin ser carta, mensaje, ni cua-dro-, con la que ahora se llena felizmente el espacio entre ellos. (Lady Elisabeth Eastlake 1857: 18)

Desde el momento en el que el mundo comenzó a registrarse gráficamente mediante el uso de la cámara fotográfica, los primeros artífices y críticos con el uso de la fotografía incluyeron de forma unánime la documentación de los grandes logros técnicos y científicos entre los objetos dignos de ser fotografiados, llegando incluso a calificar este tipo de imágenes, como las únicas que legitimaban el acto fotográfico, como afirmaría Charles Baudelaire (1821-1867). Las palabras de Lady Elisabeth Eastlake (1809-1893) son un ejemplo de otros muchos textos que se incluirán en artículos y manuales especializados en los que el uso de las fotografía se planteaba no sólo como mera ilustración, sino que le atribuía un poderoso papel como medio de comunicación y propaganda.

Junto al uso de repertorios fotográficos que ayudaran al ingeniero, arquitecto o científico en su formación, éstos se convertirían en testigo del avance tecnológico y constructivo, avanzando la calidad de la imagen fotográfica a la par de muchos de estos logros.

Junto al uso documental y propagandístico de las grandes obras arquitectónicas, las grandes obras industriales y de ingeniería, propaganda del

poder político y económico ejercido por los principales gobiernos y monarquías europeas, desde la reina Victoria a Isabel II, pasando por Napoleón III o Alejandro II de Rusia, o por las nuevas familias burguesas, como los Rothschild o los Pereyre, fue uno de los principales objetivos de la cámara en la segunda mitad del siglo XIX (Baillargeon 2013; Pérez y Rodríguez 2015; Pérez 2015, 2016) (figura 1).

Figura 1. Pont d'Arcole (París), *Les Travaux Publics de la France*, Vol. 1, lam. 35.

A finales de la década de 1850, las principales construcciones tanto de Francia como de Gran Bretaña tenían, al menos, un fotógrafo a su disposición, convirtiéndose los archivos de los colegios, sociedades e institutos profesionales, nutridos por las donaciones de sus miembros, en principales fuentes de documentación arquitectónica en fotografía, desde fechas muy tempranas. La aplicación específica de la fotografía en ciertos campos técnicos de la ciencia, la ingeniería o la arquitectura, para servir de meros documentos auxiliares para la enseñanza, la ilustración o incluso la memoria requería de un cierto aprendizaje para aquellos profesionales de estos campos que querían practicarla directamente, ya que nadie mejor que estos profesionales para saber cómo y de qué manera documentar sus trabajos. Tras los primeros procedimientos, la necesidad de aprender a sacar copias de calidad, mas allá de meros apuntes, plantearon la necesidad de incluirla en los planes de estudios oficiales de las escuelas técnicas y de artes. Esta consideración, como no podía ser de otra forma, también levantó encendidas polémicas, al igual que cuando se planteó su inclusión en exposiciones de arte o como medio de ilustración, que variaron desde el total rechazo a la inmediata aceptación, dependiendo del ámbito en el que se pretendiera implantar.

Así, sus enseñanzas fueron asimiladas inmediatamente de forma particular desde su nacimiento y, después, de forma oficial en las escuelas técnicas en apenas dos décadas y siendo, en cambio, su aceptación en las escuelas de artes, limitado a su uso como medio de conocimiento, pero no se aceptó su enseñanza como parte de la formación necesaria de un artista.[1] Sin embargo, la École des Ponts et Chaussées (Yvon 1984: 76-83; Perego 1999), desde 1858, a sugerencia de los hermanos fotógrafos Bisson, y hasta 1911, incluyó la enseñanza de la fotografía en sus planes de estudio[2] y creó paralelamente uno de los archivos históricos fotográficos de obras públicas más importantes de Francia.[3]

También fueron objeto de la colección las fotografías de las principales obras técnicas y públicas desarrolladas en aquel momento en España, siendo la figura de Lucio del Valle (1815-1874) clave en la documentación y difusión fotográficas de todas ellas.[4] Bajo el ministerio de Bravo Murillo, en los años centrales del siglo XIX, se vivió una de las etapas de mayor progreso en el campo de las comunicaciones y de las infraestructuras

[1] El ejemplo más evidente de esta polémica se dio en Francia entre la École des Beaux-Arts, en la que estudiaban los arquitectos, y la École des Ponts et Chausses, donde se formaban los ingenieros, separadas por una clara concepción ideológica de la construcción, entre quienes se dedicaban al arte y los que se dedicaban a la técnica. El conde de Nieuwerkerke, Director General de Bellas Artes, promovió un informe, en 1863, elevado a Napoleón III, en el que planteaba la reorganización de las enseñanzas de la École des Beaux Arts, donde estudiaban pintores, escultores y arquitectos que pretendía romper el monopolio de la Académie sobre ella. Su propuesta obtuvo la airada respuesta del pintor Ingres, director de la Académie française en Roma y senador: "*Ahora quieren mezclar la industria y el arte. ¡La industria!, eso sí que no lo queremos. ¡Mantengámosla en su sitio, sin ponerla en la entrada misma de nuestro verdadero templo de Apolo, que está consagrado exclusivamente a las artes de Grecia y Roma!*", citado en SHARF (1994: 162-163),

[2] *Programmes de l'enseignement intérieur de l'Ecole Impériale des ponts et chaussées arrêtés par le conseil de l'école et approuvés par le ministre de l'agriculture, du commerce et des travaux publics*, París, Thunot, 1867.

[3] Los profesores que impartieron fotografía fueron, desde 1858 hasta 1872, Louis Robert, de 1872 a 1886 Alphonse Davanne, del que la Escuela publicó sus "Conferencias sobre la fotografía" en 1883; Louis Bordet, desde 1886 a 1902; y, por último, Pierre Moessard, ingeniero militar, desde 1902 a 1911.

[4] El ingeniero Lucio del Valle, constructor del tramo de las Cabrillas de la carretera Madrid-Valencia, del Canal de Isabel II y de la reforma de la Puerta del Sol, vio en la fotografía un poderoso aliado que podía documentar y además difundir la imagen de las grandes obras iniciadas en la España isabelina. Del tramo de la carretera Madrid-Valencia, mandó realizar una serie de daguerrotipos en 1849, de los que se conservan ocho en los archivos familiares del ingeniero (DÍAZ-AGUADO 1996).

civiles que el escritor Pedro Antonio de Alarcón llegaría a calificar como los de la "Edad de Oro de las Obras Públicas".

Estas palabras de introducción pretenden situarnos en el contexto histórico e ilustrar la importancia que este tipo de trabajos documentales tuvieron tanto para la difusión del progreso técnico y de las obras públicas, como para su propaganda institucional y la formación de los profesionales.

LEONCE REYNAUD, ARQUITECTO E INGENIERO CIVIL

François Léonce Reynaud (1803-1880) comenzó su temprana formación en la Escuela Politécnica (1821), cuyos estudios simultanearía con los de arquitectura en la Escuela de Bellas Artes de París (figura 2).[5] En 1828 viaja a Italia donde coincide con León Vaudoyer y Albert Lenoir. Tras la Revolución de julio, sería admitido en la École de Ponts et Chaussées, siendo ésta formación a la que dedicaría principalmente su carrera profesional, junto a su trayectoria como profesor en la École Polytéchnique, además de ejercer de arquitecto restaurador, ya que en 1853 –hasta 1857- fue nombrado inspector general de la Commission des Monuments Historiques, dirigida en aquel momento por Prosper Merimée, junto a Léon Vaudoyer y Eugene Emmanuel Viollet-le-Duc, y donde permanecería hasta 1857. Merimée impulsaría de forma pionera, la documentación fotográfica de todas las restauraciones de los más importantes edificios históricos franceses, por lo que esta experiencia familiarizaría a Reynaud con la fotografía documental.

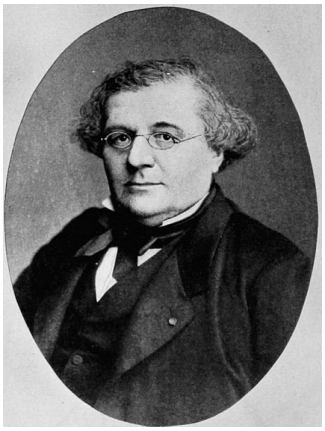


Figura 2. François Léonce Reynaud por Antoine Samuel Adam-Salomon (Bibliothèque Nationale de France. Wikipedia Commons).

[5] Sobre la vida de Léonce Reynaud véanse fundamentalmente la obra de F. De Dartein (1885) y la biografía crítica de Alice Thomine-Berrada.

Otro elemento que debe destacarse en la figura de Reynaud y que explica la naturaleza de la publicación de *Les Travaux Publics de la France* fue su estrecha vinculación con el sansimonismo. A lo largo de su carrera, Reynaud mantuvo siempre un intenso compromiso político, que le llevó desde sus tempranas vinculaciones anarquistas a una posterior defensa de las teorías sansimonianas, publicando entre 1836 y 1842 numerosos artículos para la *Encyclopédie nouvelle* (1836) fundada por Pierre Leroux Saint-Simon y su hermano Jean Reynaud (1806-1863),[6] y en la que también colaboraron Léon Vaudoyer e Hippolyte Fourtoul.

Dentro de la filosofía del movimiento sansimoniano Reynaud se aferraría al concepto de "mejora continua" adaptado a las técnicas de construcción y la utilizó para definir el progreso en la arquitectura: "Un sistema de construcción progresará toda vez que, para cubrir un espacio, el número o el volumen de los soportes disminuirá, o podrá ser ejecutado con los materiales de una extracción, de transporte y un trabajo más fácil" (Reynaud 1836). Reynaud, según Middleton (1986, 1987) no concebía la historia sino como un modelo inspirador, frente a la idea de copia, situándolo próximo a Vaudoyer y César Daly, frente al modelo propuesto por le-Duc: "Ninguno de los sistemas del pasado puede ser considerado como un valor absoluto y [...] por lo tanto, ninguno de ellos, cualquiera que sea su perfección en materia de arte, no puede ser un modelo definitivo" (Reynaud 1836). Diez años después, Reynaud editaría su propio *Traité d'architecture* (Reynaud 1850-1858), fruto de sus lecciones en la École de Ponts et Chaussés en el que abordará las cuestiones propias de los elementos estructurales de la arquitectura, esta obra es según los historiadores de la arquitectura un testigo ejemplar del pensamiento arquitectónico que se enfrenta a las teorías de los arquitectos defensores del romanticismo arquitectónico: "El arte de la Edad Media murió, así como su espíritu y sus instituciones; y la resurrección es imposible. Se puede galvanizar a un cadáver, pero no llamarlo a la vida" (Reynaud 1850-1858 p.293).

Es esta defensa de las estructuras, de los principios técnicos de la arquitectura, del uso de la historia como modelo a superar y evolucionar a partir de su profundo conocimiento, en el que se inscriben sus principales proyectos, tanto constructivos como teóricos.

[6] Jean Reynaud, filósofo e ingeniero de minas, fue miembro destacado del grupo santsimoniano de la llamada «jerarquía de los productores», fue autor de la obra *Philosophie religieuse : terre et ciel* (1854).

LES TRAVAUX PUBLICS DE LA FRANCE

Historiador de la arquitectura, ingeniero, restaurador y teórico, compaginó todas estas disciplinas, y entre 1867 y 1878 fue el responsable de la construcción de toda la infraestructura de faros del país, además de ser miembro de la Commission mixte des Travaux Publics y presidente de la de la Commission des Annales des Ponts et Chaussées de Francia. Entre los cometidos de estas comisiones se encontraba la difusión de las principales obras construidas, siendo las exposiciones internacionales uno de los mas importantes escaparates del siglo XIX para mostrar los avances tecnológicos, científicos y artísticos de las naciones. Sería para formar parte del espacio dedicado a los avances técnicos de la exposición internacional de Viena (1873) para la que Reynaud proyectaría *Les Travaux Publics de la France*, una obra compuesta de 5 volúmenes ilustrados con 250 fotografías originales. Sin embargo, el proyecto finalizaría su edición tras la muerte del ingeniero francés, ya que hasta 1883 no se completaría la obra con los textos introductorios redactados por Reynaud antes de fallecer. Sin duda, la idea procedía de los álbumes que para la Exposición Internacional de París (1867), el ingeniero Lucio del Valle había encargado a los fotógrafos José Martínez Sánchez (1808-1874) y Jean Laurent (1816-1886) a quienes encargó el registro fotográfico de las principales obras civiles levantadas en el periodo isabelino.[7] Las fotografías reunidas fueron expuestas en seis álbumes instalados sobre un atril y que tenían por título *Obras públicas de España. Vistas fotográficas de algunas obras importantes y de algunos monumentos antiguos*, del que la Biblioteca Nacional de España conserva un álbum donado por el propio Lucio del Valle.[8] En ellas sus autores buscaron puntos de vista elevados y perspectivas en las que se pusiera de manifiesto la monumentalidad, la dificultad que había supuesto la realización de las obras y la belleza de la modernidad a través de puentes y estructuras de hierro.

Esta misma idea, conceptual y temáticamente es la que se materializaría en *Les Travaux Publics de la France* como Reynaud afirmaría en el Prefacio del primer volumen: "Hemos completado esta colección, por muchos nuevos puntos de vista, a fin de lograr la reproducción de las obras más notables en todos los géneros, del estado actual de la técnica de la ingeniería en Francia". Los cinco volúmenes que componen la obra patrocinada por

[7] Sobre ese álbum, véase C. Teixidor (2003) y el "Catálogo" en H. Pérez y D. Rodriguez (2015a). La mayoría de los negativos de este trabajo se conservan aún en su mayoría en el Archivo Ruiz Vernacci del IPHE.

[8] BNE, Bellas Artes, Signatura 17/LF/133.

J. Rothschild, se dedican a carreteras y puentes, el primero, ferrocarriles, el segundo, ríos y canales, el tercero, puertos, el cuarto y faros y balizas, el quinto. De forma introductoria a cada volumen, se encontraba un texto descriptivo, mapas y dibujos. Todo ello conformaba una completa información histórica, que unida a la información técnica, permitía realizar un seguimiento del sucesivo desarrollo de las técnicas constructivas y la evolución de los medios de comunicación, los ríos y canales también como fuentes de energía, que culminaba con el recorrido visual a través de las cincuenta imágenes que conformaba cada uno de los volúmenes. Uno de los pocos ejemplares completos con los cinco volúmenes de la obra se conserva en la Biblioteca Nacional de España.[9]

Para la realización de las fotografías, Reynaud contó con los mejores fotógrafos especializados en fotografía de arquitectura e ingeniería como fueron Édouard Baldus (1813-1889), Eugéne Delon (activo en la década de 1870-80), Jules Duclos (h- 1820-1899), Emille Allard, Hippolyte Auguste Collard (1812-1885), Michel Berthaud (1845-1912), Alphonse Terperau (1839-1897) y Alphonse Davanne (1824-1912).

Pero la modernidad de la obra no se encuentra sólo en la temática de la misma, sino sobre todo los contrastes temporales y en las composiciones de cada una de las imágenes. El contraste temporal entre los elementos del paisaje resultan tan bellos como anacrónicos, en fotografías como, por ejemplo, la imagen de Morlaix donde sobre perfil de la villa histórica se levanta un grandioso viaducto (figura 3), o como dentro del moderno sistema de esclusas que conducen al Port de Quimper aún navegan embarcaciones a vela (figura 4).

Figura 3. Viaduc de Morlaix, *Les Travaux Publics de la France*, Vol. 1, lám. 1.

[9] Biblioteca Nacional de España (Madrid), Bellas Artes, Sig. BA/1485, BA/1486, BA/1487, BA/1488, BA/1489.

Figura 4. Port de Quimper, *Les Travaux Publics de la France*, Vol. 4, lam. 23.Ejemplo de la arquitectura del hierro. París.

Sin duda la imagen del Pont d'Arcole de París (figura 1) que se proyecta verticalmente cortando la fachada de Nôtre-Dame de París, se convierte en el perfecto manifiesto del concepto de "mejora continua" defendido por Reynaud tanto en su faceta de teórico y de ingeniero constructor de faros (figura 5).

Figura 5. Phare de Saint-Pierre a Royan, *Les Travaux Publics de la France*, Vol. 5, lam. 37.

LISTA DE REFERENCIAS

AGUILAR, I. y C. DÍAZ-AGUADO (2015): *Paisajes de la modernidad. Lucio del Valle (1815-1874)*, Valencia.

BAILLARGEON, C. (2013): «Construction Photography in the Service of International Public Relations: The French Connections», en NILSEN, Micheline (ed.), *Nineteenth-Century Photographs and Architecture Documenting History*, *Charting Progress, and Exploring the World*, Farnham, Ashgate.

BONET CORREA, A. (2001): «Madrid y el Canal de Isabel II», en *Agua y Ciudad detrás del grifo*, Madrid, Fundación Canal de Isabel II.

DARTEIN, F. de (1885) : *Léonce Reynaud. Sa vie et ses œuvres par l'un de ses élèves*, París, Dunod.

DÍAZ-AGUADO, C. (1996): «Lucio del Valle, Laurent y los álbumes de Obras públicas», en VV.AA., *J. Laurent. Un fotógrafo francés en la España del siglo XIX*, Madrid, Ministerio de Educación y Ciencia, pp.49-59.

EASTLAKE, Lady Elisabeth (1857): «Photography» en B. NEWHALL (ed.), *Photography: Essays and Images*, Nueva York, Museum of Modern Art, 1980, págs. 81-95.

MIDDLETON, R. (1986): «The rationalist interpretations of classicism of Leonce Reynaud and Viollet-le-Duc», *AA Files*, 11, 1986, pp. 29-48.

- (1987) : «Rationalisme et historicisme: un article de L. Reynaud pour l'Encyclopédie nouvelle», *Amphion*, 1, pp. 137-146.

PEREGO, E. (1999) : «L'École Nationale des Ponts et Chaussées», en FRIZOT, Michel, *New History of Photography*, Múnich, Könemann.

PÉREZ, H. (2015): *Fotografía y arquitectura en el siglo XIX*, Madrid, Cátedra, 2015.

PÉREZ, H. (2016): *Ingenieros y fotógrafos. Imagen y representación del progreso en el siglo XIX*, Madrid, Fundación Juanelo Turriano.

PÉREZ, H. y D. RODRÍGUEZ (eds.) (2015): *Mirar la arquitectura: fotografía monumental en el siglo XIX*, Madrid, Biblioteca Nacional.

REYNAUD, L. (1836) : entrada «Architecture», en P. Leroux y J. Reynaud (dirs.), *Encyclopédie nouvelle*, París:Furne:C. Gosselin, t. I, p. 772.

REYNAUD, L. (1850-1858) ; *Traité d'architecture,* ParÍs, Carilian-Goeury et V. Dalmont, 2 vols.

SHARF, Aaron (1994): *Arte y fotografía*, Madrid, pp. 162-163.

TEIXIDOR, C. (2003): *Obras públicas de España. Fotografías de J. Laurent, 1858-1870*, Universidad de Castilla-La Mancha.

THOMINE-BERRADA, Alice en http://www.inha.fr/fr/ressources/publications/publications-numeriques/dictionnaire-critique-des-historiens-de-l-art/reynaud-leonce.html.

YVON, M. (1984) : «L'École Nationale des Ponts et Chaussées» *Photographies*, no. 5 (July), pp. 76-83.

Aprendiendo de pasado
El aserradero de Ise en Japón

Paula Jaén Caparrós

Paula Jaén Caparrós. Arquitecto por la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid en 2005. En 2007 funda el estudio jaen+santabárbara arquitectos. Sus proyectos han recibido varios premios y distinciones, como el Premio Nacional de Arquitectura en Madera. En 2013 comienza su Tesis Doctoral en el Departamento de Construcción y Tecnología Arquitectónicas de la ETSAM. Actualmente desarrolla parte de su investigación en Keio University, Tokyo, donde es Teacher Assistant, y donde además imparte clases como profesora invitada.
Febrero de 2016

Learning from the past.
The Sawmill of Isu in Japan

ABSTRACT

In the east of the Kii peninsula, at the foot of the mountains, there is a settlement made up of a group of more than one hundred structures that are periodically dismantled, moved and reconstructed again near its original location. It is Ise Jingu, central shrine of Shintoism in Japan, and a place of pilgrimage from the Middle Ages to the present day. Here are two central Shinto shrines, Geku and Naiku, from 4th and 5th century, and one hundred and twenty three minor shrines of varying degrees. They are all wooden buildings with high floors, whose structure is based on the primitive architectural forms of storage. All temples and buildings that constitute the Great Shrine of lse have two identical plots adjacent to each other. From the 7th century, this set of over a hundred buildings has undergone a ritual of dismantling and subsequent reconstruction in their respective adjacent plots every 20 years. In the early 20th century permanent workshops with ponds, sawmill and sheds for storing and drying the wood were set up by Geku shrine. These are called Yamada Kosaku-jo or place of artisans. The forest of Japanese cypress (*Hinoki*) surrounding the Great Shrine of Ise has historically provided the wood needed for reconstruction, still is cut, dried and worked there. This is probably the only place in Japan where everything is controlled by a single organization, from the management of the forest through logging and cutting to construction. This is also one of the few places where wood is worked with such great care and empathy.

The origin and development of this settlement, the factors that have allowed periodical dismantling and reconstruction of the structures before reaching obsolescence, as well as the entire process of manufacturing and maintenance of the wooden parts in the workshops that begins with the first extraction of the raw material in the forest are reviewed in this paper. In addition, a reflection on the possibilities offered by the model is included, regarding the recovery of the energy embodied in the materials as a key factor in saving energy and resources in building construction. In this case, existing buildings are periodically serving as raw material for new construction, replacing the resourcing of the natural environment.

KEY WORDS

Japan, forest, wood, reusing, energy.

RESUMEN

Al este de la península de Kii, al pie de las montañas, se encuentra un asentamiento formado por más de cien construcciones que periódicamente son desmontadas, trasladadas y reconstruidas de nuevo junto a su emplazamiento original. Se trata del Santuario de Ise, principal lugar de culto del shintoísmo en Japón, y objeto de peregrinación desde la Edad Media hasta nuestros días. El conjunto está formado por dos templos principales, Naiku y Geku, cuyos orígenes se remontan a los siglos IV y V, y unos ciento veintitrés templos subordinados de diversas categorías. Son construcciones de madera sobreelevadas sobre el terreno, cuya estructura se basa en las primitivas formas de almacenamiento paganas. Todos los templetes y construcciones que constituyen el Santuario de lse poseen dos solares adyacentes idénticos entre sí. Desde el siglo VIl, con alguna rara excepción, este conjunto de más de cien edificios ha sido objeto de un ritual de desmantelamiento y posterior reconstrucción en sus respectivos solares adyacentes cada 20 años. A comienzos del siglo XX talleres permanentes con lagunas, aserraderos y cobertizos para el almacenamiento y secado de la madera se establecieron junto al santuario Geku. Son los llamados Yamada Kosaku-jo o lugar de los artesanos. El bosque de cipreses japoneses (*Hinoki*) que rodea al santuario ha proporcionado históricamente la madera necesaria para la reconstrucción, que aún hoy se corta, seca y trabaja allí. También allí se modifican las piezas de madera que serán posteriormente reintegradas en el proceso. Este es probablemente el único lugar en Japón donde todo es controlado por una única organización, desde la gestión del bosque a través de la tala y el corte hasta la construcción. También este es uno de los pocos lugares en los que a madera es trabajada con tal extremo cuidado y empatía.

Se revisa en este trabajo origen de este asentamiento, los factores que han permitido el periódico desmontaje y reconstrucción de sus construcciones antes de alcanzar su obsolescencia, así como todo el proceso de fabricación y mantenimiento de las piezas en los talleres que comienza con la primera extracción de la materia prima en el bosque. Finalmente se incluye una reflexión acerca de las posibilidades ofrecidas por el modelo en cuanto a la recuperación de la energía contenida en los materiales como factor clave de del ahorro energético y de recursos en edificación. En este caso, los edificios existentes pasan a ser de manera periódica fuente de materia prima para otras construcciones, sustituyendo la obtención de recursos del medio ambiente natural.

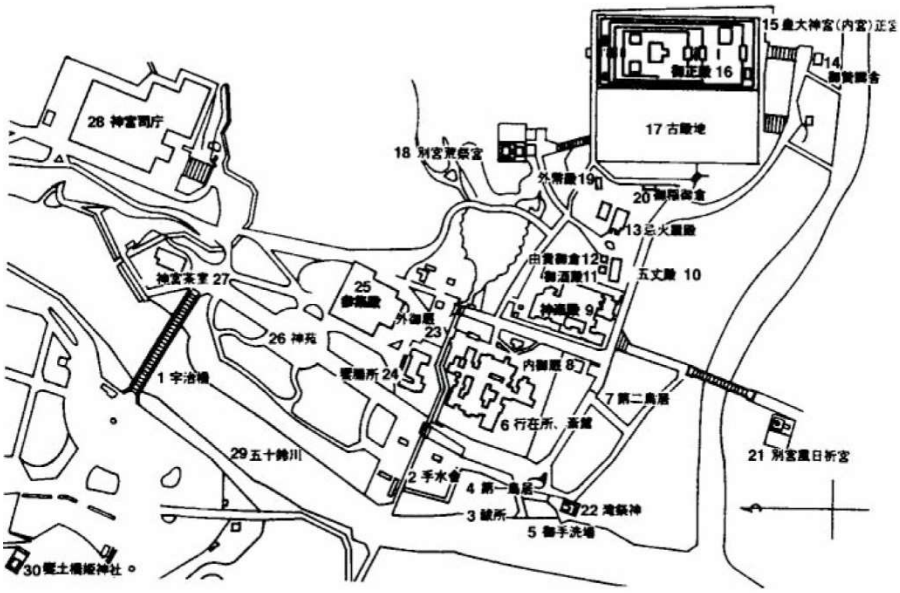
PALABRAS CLAVE

Japón, forestal, madera, reutilización, energía.

INTRODUCCIÓN

Ise se encuentra en la costa oriental de la península de Kii, en la prefectura de Mie en la zona central de Japón, al sudeste de los antiguos centros de gobierno en la cuenca del clan Yamato. El área está dominada por una estrecha y verde llanura situada al pie de las montañas, bañada por las cálidas corrientes del océano pacífico, y por un sol radiante incluso en pleno invierno. El río Isuzu, de aguas rápidas, cruza la zona desde el sur. Entorno de belleza excepcional, las suaves brumas del amanecer invitan a creer en la posible presencia de deidades. Se trata de un escenario ideal para la adoración de Amaterasu Omikami, Diosa del Sol y legendario antepasado de la familia imperial, y Toyouke Omikami, deidad agrícola relacionada con las cosechas.[1] El santuario dedicado a Amaterasu se conoce como Kō-daijingū o Santuario Interior (Naiku), y está situado en una posición protegida, al pie de las montañas. Su origen se remonta al siglo IV d.C cuando la princesa Yamatohime no Mikoto trasladó el espejo sagrado de la diosa Amaterasu al lugar donde se encuentra actualmente Naiku. Un segundo santuario principal, dedicado a Toyouke, se sitúa a unos cinco kilómetros al noroeste, junto a la costa, y es conocido oficialmente como Toyouke Daijingū o Santuario Exterior. Tiene su origen en el año 477 d.C. y surgió para alojar a la diosa Toyouke que proporciona el alimento sagrado a Amaterasu. Además de los dos santuarios principales, el asentamiento cuenta con otros 14 santuarios auxiliares (*bekku*) y 109 santuarios menores de distintas categorías (*sessha, massha* y *sokansha*) distribuídos por el complejo. Ise es el principal lugar de culto del Shintoísmo en Japón, y ha permanecido como uno de los lugares más importantes de peregrinación desde la Edad Media hasta nuestros días.

[1] W. Coaldrake. *Architecture and Authority in Japan*. Ed. Routledge. New York, 2002.



1. Uji Bridge (Main Entry into Naiku)
2. Font for Ablutions prior to Worship
3. Haraedo (Place for Purification)
4. Daiichi Torii (First Sacred Gateway)
5. Site for Ablutions by the Isuzu River
6. Saikan (Purification Hall)
7. Daini Torii (Second Sacred Gateway)
8. Inner Stall for Sacred Horse
9. Kaguraden (Hall of Sacred Music and Dance)
10. Gojoden
11. Misakadono
12. Yukinomikura
13. Imibiyaden (Hall of Pure Fire)
14. Minie Chosha (Sacred Foods Ceremonial Preparation Hall)
15. Kodaijingu Shogu (Main Sanctuary)
16. (Go)shoden (Main Sanctuary Building)
17. Kodenchi (Alternate Site of Sanctuary)
18. Auxiliary Sanctuary Aramatsurinomiya
19. Geheiden (Outer Treasury)
20. Mishinenomikura (Rice Storehouse)
21. Auxiliary Sanctuary Kazahinominomiya
22. Lesser Sanctuary of Takimatsurinokami
23. Outer Stall for Sacred Horse
24. Kyozensho
25. Sanshuden (Rest Area for Worshippers)
26. Sacred Garden
27. Jingu Chashitsu (Jingu Teahouse)
28. Jingu Shicho (Jingu Administration)
29. Isuzu River
30. Lesser Sanctuary Aedohashihime Jinja

Figura 1. Santuario Interior de Ise. Reconstrucción de 1985-1993 (*Architecture and Authority in Japan.* W. Coaldrake. 2002).

LA ARQUITECTURA DEL SANTUARIO

Las principales construcciones del Santuario de Ise se encuentran rodeadas de una serie de empalizadas concéntricas, no accesibles, que delimitan progresivamente el recinto sagrado. Tanto los santuarios principales como el resto de templos subordinados están realizados de la misma manera. Sus formas y dimensiones son el reflejo de la arquitectura pagana japonesa del siglo VII. Se trata de pequeñas construcciones sobreelevadas sobre el terreno con una estructura similar a los primitivos almacenes de arroz, con vigas y pilares de madera, cerramiento de entablado, y cubierta a dos aguas a 45º acabada con haces de paja cuidadosamente rasurada en los aleros (*kaya-buki*) en los santuarios principales, o simplemente con tableros de madera (*ita-buki*) en el resto de santuarios menores. En el caso del santuario Naiku, éste se encuentra elevado dos metros sobre pilotes de madera y cuenta con una escalera que da acceso a un

corredor perimetral de 1,5 metros de ancho en torno a un espacio único de 5x11 metros cuya estructura está formada por nueve soportes de madera perfectamente cilíndricos que apoyan en el terreno. La cumbrera de la cubierta, que en sus extremos recoge la prolongación en tijera de los cabrios más externos (*chigi*), se soporta sobre otros dos pilares de grandes dimensiones (*munamochiba shira*) que se erigen de manera autónoma en los hastiales. Sobre la cumbrera se apoyan cruzados diez robustos leños fusiformes (*katsuogi*) dispuestos para evitar que el viento levante la cubierta. La altura total del conjunto desde el terreno hasta el extremo superior de los *chigi* alcanza los diez metros y medio. El santuario Geku, similar a Naiku, presenta pequeñas diferencias como el corte vertical de los *chigi*, o el número impar de los *katsuogi*. El resto de los santuarios del complejo, semejantes a los dos santuarios principales, poseen sin embargo siempre un número inferior de *katsuogi*, indicando de esta manera su supeditación a éstos.[2] El material empleado en todas estas construcciones es ciprés japonés (*Hinoki*) sin tratar.

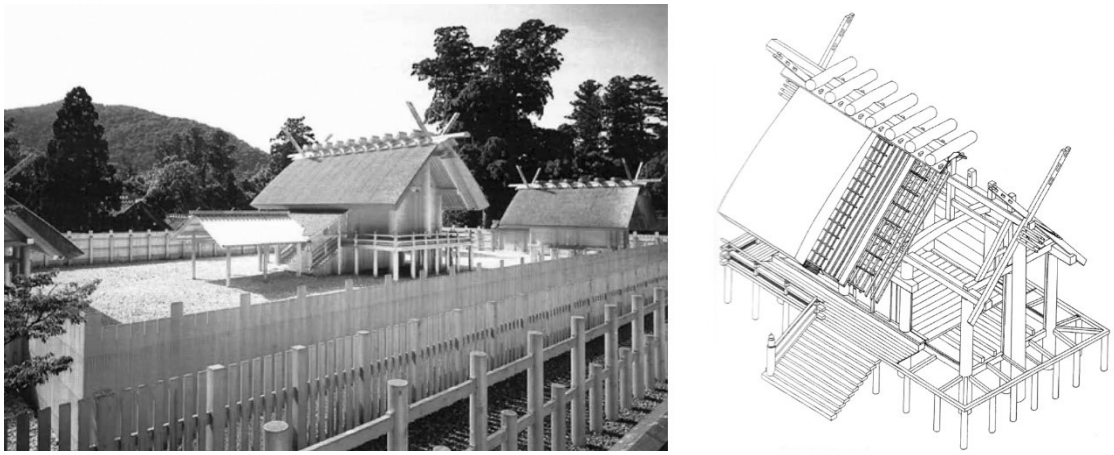


Figura 2. Shoden o Main Hall del Santuario Interior. Vista exterior y axonométrica [*Japan Culture of Wood*. Ch. Henrichsen, 2004).

SHIKINEN-SENGU O RITUAL DE RECONSTRUCCIÓN

Cada templete o construcción que forma parte del Santuario de lse dispone de dos solares adyacentes iguales entre sí. Desde finales del siglo VII, con la excepción de una importante interrupción que duraría 123 años causada por la guerra civil de finales del siglo XV, los santuarios principales y los santuarios menores del complejo son reconstruidos en sus solares adyacentes a intervalos de veinte años. La primera reconstrucción se inició bajo el reinado del emperador Temmu (673-686) y se completó en el año 690, cuatro años después de su muerte. El ritual de renovación,

[2] C. Mileto y L. Vegas. *"El espacio, el silencio, y la sugestión del pasado. El Santuario de Ise en Japón"*. Loggia: Arquitectura y Restauración 2002, 14-15.

llamado *shikinen-sengu*, comprende el levantamiento del nuevo templo, el traslado de las imágenes sagradas en una ceremonia nocturna, y el desmantelamiento de la construcción original poco tiempo después.

Existen tres razones principales que justifican este aparentemente extraordinario uso de recursos y energía empleados en cada reconstrucción periódica. La primera responde a la naturaleza efímera de los materiales empleados en la construcción de los templos, madera y paja, que permanecen expuestos durante largo tiempo lo que provoca su deterioro y su pronta pudrición. La segunda razón deriva en parte de la primera. El proceso de decadencia y renovación inherente a estas arquitecturas es interpretado como una afirmación de los ciclos de la naturaleza que son fundamentales en la creencia Shintoísta. Al mismo tiempo, la pureza, frescura y novedad de los edificios es esencial para preservar la santidad del lugar dedicado los dioses. El significado religioso de la renovación va más allá de las ceremonias formales. En Ise, la práctica habitual de reconstrucción adquiere la importancia de ritual sagrado, y los actos de reconstrucción se convierten en una ofrenda divina. La tercera razón, de carácter político, se basa en la asociación del estado con la renovación periódica de Ise. Inicialmente necesaria debido al carácter perecedero de los materiales empleados y al seguimiento de la ideología Shintoísta, la reconstrucción ritual era al mismo tiempo indispensable para la consolidación y el reconocimiento de la autoridad imperial de aquel momento.[3] En el año 685 el Emperador Temmu comenzaría la centralización sistemática de la autoridad del estado, un proceso en el que la arquitectura jugaría un papel fundamental. Bajo su mandato el gobierno asumió por primera vez la responsabilidad de promover y supervisar la reconstrucción periódica del Santuario de Ise. Ya en el año 1868, tras la finalización del régimen militar Tokugawa, el Emperador Tennō regresaría al centro del sistema político y el Shintoísmo se convertiría en la religión del estado. Poco tiempo después, en 1887, un departamento encargado del mantenimiento de los santuarios se establecería en el Ministerio del Interior. Las reconstrucciones periódicas del Santuario de Ise se convertirían entonces en un proyecto público, dando lugar a la creación de informes periódicos donde se recogería una importante documentación gráfica y técnica acerca de cada uno de los edificios.

LA REUTILIZACIÓN DEL MATERIAL

Tras el cuidadoso desmontaje de los santuarios antiguos del complejo de Ise, las valiosas piezas de madera que formaron parte del templo no se

[3] W. Coaldrake. *Architecture and Authority in Japan*. Ed. Routledge. New York, 2002.

eliminan, sino que son reutilizadas, cerrando así su ciclo de vida, con la excepción de la cobertura de cubierta y los pies de los pilares. En las reutilizaciones el destino o tipo de pieza cambia. Así, los pilares extremos *munamochibashira* que soportan la cumbrera del santuario Naiku pasan posteriormente a formar parte de las jambas del *torii* o portal exterior de acceso al recinto sagrado de Naiku junto al puente Uji sobre el Río Isuzu, y, veinte años más tarde, a ser los postes sagrados del camino de peregrinación de Kuwana. Del mismo modo, los *munamochibashira* del santuario de Geku pasan en segundo lugar a formar parte del *torii* o portal de Geku y, más tarde a constituir los postes del camino sagrado de Seki.[4] Además, otras piezas procedentes de esta deconstrucción sistemática se distribuyen a otros santuarios de la región de lse y otras partes de Japón con el propósito de servir para la reparación, el mantenimiento consuetudinario o incluso la reconstrucción de templos dañados. Un total de 169 santuarios recibieron madera de Ise después de la renovación de 1993, algunos obteniendo tanta que pudieron construir incluso un pequeño santuario nuevo completo. Se debe tener en cuenta que en muchos de estos casos se trata de la única oportunidad de adquirir madera de alta calidad que de otro modo apenas podrían permitirse, además de contar con el factor adicional es que la madera de Ise tiene un incomparable valor sagrado.

Un edificio en particular, la casa del tesoro del lado este (*Higashi-Hōden*) en el Santuario Exterior, es desmontada y vuelta a ensamblar al año siguiente como Shinmei-sha en la isla de Shinojima.[5] Todas las piezas son alisadas a mano para adecuarse a su nuevo destino. Los pies podridos de los soportes, que originariamente estaban introducidos en el terreno, se cortan y se sustituyen por piedras de cimentación y el techo de caña es cambiado por una cubierta de lámina de cobre. Tras veinte años el edificio es de nuevo trasladado y usado como Main Hall de Hachioji-sha. Pero incluso después, la madera es reutilizada de nuevo; las piezas más grandes son transformadas y empleadas en la construcción de 18 pequeños templos. De esta manera la madera es usada durante un periodo de 80 años en total.

Tras cada nuevo destino el material poco a poco envejece, pierde su pureza y disminuye su valor figurado. Después de la tercera reutilización, pierde su valor sagrado y pasa a emplearse como material común de construcción.

[4] C. Mileto y L. Vegas. *"El espacio, el silencio, y la sugestión del pasado. El Santuario de Ise en Japón"*. Loggia: Arquitectura y Restauración 2002, 14-15.

[5] Ch. Henrichsen. *Japan Culture of Wood. Buildings Objects, Techniques.* Ed. Birkhäuser, 2004.

EL ORIGEN DE LA MATERIA PRIMA

En Ise, la reconstrucción de los santuarios principales y menores requiere la tala de unos 13.500 árboles. Alrededor de un tercio de los troncos deben de tener un diámetro superior a 60 cm para que, de este modo los postes y vigas más grandes se puedan obtener de una sola pieza. A modo de referencia, los soportes que soportan el caballete de los santuarios principales Naiku y Geku son los mayores componentes, con un diámetro de 76 cm y una longitud de unos 11 m. Solo para la reconstrucción del santuario interior Naiku se requiere la reproducción de 80.000 piezas perfectamente identificadas.

Figura 3. El acceso al Santuario Interior se realiza a través de un denso bosque de cipreses. [Fuente propia, 2014].

Hasta la Edad Media, el bosque de cipreses japoneses (*Hinoki*) de unas 5.500 hectáreas que rodea al santuario, proporcionó la madera necesaria para la reconstrucción de los templos. A partir del siglo XIII tuvo que ser traída desde regiones cada vez más distantes, y desde mediados del siglo XVII hasta hoy la madera se obtiene de las montañas Kiso, ubicadas entre las prefecturas de Gifu y Nagano. A comienzos de siglo XX un área boscosa de 8.000 hectáreas fue reservada para la renovación de los santuarios de Ise, y puesta directamente bajo su control. Después de la Segunda Guerra Mundial el Shintoísmo dejó de ser la religión del estado, las maderas del santuario de Ise fueron nacionalizadas y las escuadrías tuvieron entonces que ser compradas. Ante la alarmante sobreexplotación, en el año 1996 la tala de cipreses de los bosques estatales, algunos de más de 100 años, fue restringida, lo que provocó una considerable subida en el precio de la madera: entre las reconstrucciones de 1973 y 1993 el metro cúbico se incrementó en casi diez veces, hasta alcanzar los 5000 €.

En la última reconstrucción de 2013, la madera se obtuvo de un área de 2.900 hectáreas situada en la cuenca alta del cercano Río Isuzu, en las colinas de Naiku, que el santuario reforestó en un programa iniciado en el año 1926 que pretendía asegurar la provisión de madera para las reconstrucciones futuras. Árboles de unos 70 años cubrieron entonces el 20% de las necesidades. También por primera vez se recurrió en esta ocasión

al ensamblaje de piezas para obtener las longitudes y escuadrías necesarias para la reconstrucción de los templos.

YAMADA KOSAKU-YO, O LUGAR DE LOS ARTESANOS

Poco antes de la 58 Sengu o reconstrucción, completada en el año 1929, talleres permanentes con lagunas aserraderos y cobertizos para el almacenamiento y secado de la madera, unos 40 edificios en total, se establecieron junto al Santuario Exterior (Geku) en un área de unas 8,8 hectáreas. Son los llamados Yamada Kosaku-jo o lugar de los artesanos. Estos talleres están dirigidos por el Santuario de Ise. La madera para la renovación de los dos santuarios principales y de los 90 santuarios menores de la región aún se corta, seca y trabaja aquí. También allí se modifican las piezas de madera que serán posteriormente reintegradas en el proceso. Además del aserradero, hay dos talleres cada uno con maestro carpintero principal, un taller de chapa para los numerosos revestimientos de cobre y también un taller para la preparación de las cubiertas de paja. Este es probablemente el único lugar en Japón donde todo es controlado por una única organización, desde la gestión del bosque a través de la tala y el corte hasta la construcción. También este es uno de los pocos lugares en los que a madera es trabajada con tal extremo cuidado y empatía.

Ise cuenta con unos 28 carpinteros fijos en plantilla. Además, durante los diez años previos a la reconstrucción de los santuarios exterior e interior más de 100 carpinteros son llamados para trabajar en ise, algunos procedentes de regiones lejanas, llegando a contar con hasta 170 carpinteros ayudantes en los momentos finales de más trabajo. Entre las campañas de reconstrucción de los dos santuarios principales los carpinteros trabajan en dos grupos, renovando o reparando las construcciones auxiliares. Cada grupo se corresponde con un taller en el que alrededor de cuatro templetes menores son construidos cada año. La limpieza es un elemento clave del Shintoísmo, y afecta también al trabajo en el taller. Los carpinteros llevan ropas de protección blancas, capucha de tela y guantes de algodón. Si la madera se manchara de sangre por cualquier motivo la escuadría sería desechada.[6]

El proceso de renovación de los Santuarios comienza varios años antes del levantamiento de las nuevas construcciones. En una ceremonia inicial, el emperador concede el permiso para la tala de los árboles de los bosques sagrados, que tiene lugar en los meses de invierno. Posteriormente los troncos son trasladados en camión a los talleres Yamada Kosaku-jo en

[6] C. Mileto y L. Vegas. *"El espacio, el silencio, y la sugestión del pasado. El Santuario de Ise en Japón"*. Loggia: Arquitectura y Restauración 2002, 14-15.

Ise. A su llegada, un número de inventario se talla en el extremo superior de cada tronco. Antes de proceder a su corte, los troncos permanecen sumergidos en los estanques del recinto durante un periodo mínimo de un año y máximo de tres, lo que evitará la aparición de grietas por contracción, además de favorecer la expulsión completa de la savia, favoreciendo el secado de la madera al aserrarla.

Ya en el aserradero, los troncos se cortan en distintas longitudes, y se revisan para detectar posibles daños y defectos de crecimiento. Sobre los extremos superiores (*sue-koguchi*) previamente alisados con cepillos, el maestro carpintero realiza el marcado de los troncos "*kidori*" (literalmente "dividiendo la madera" en Japonés), empezando con una linea central (*shinzumi*). Para ello usa una plomada y una serie de escuadras. La línea central después se lleva al extremo inferior del tronco (*moto-koguchi*), que cuenta con unos centímetros más de diámetro, con una cuerda (*mizu-ito*). Para evitar cualquier zona dañada la línea puede correr ligeramente excéntrica. El marcado comienza con las piezas mayores, y los elementos más pequeños se obtienen del sobrante. Antes de marcar el resto de piezas, se debe asegurar de que las escuadrías necesarias se pueden obtener del tronco incluso si están ligeramente curvadas. Además del marcado, el maestro anota en los extremos superiores de los troncos con una tira de bambú (*sumisashi*) empapada en tinta toda la información relativa al destino final de las piezas: nombre del edificio, definición del elemento, número del elemento y número de tronco. En un listado se asignan distintos grados de calidad a las piezas. La máxima calidad, denominada *shihō-ake*, será empleada principalmente en los contenedores que almacenarán los objetos sagrados. Aquí la madera habrá de estar inmaculada en sus cuatro lados. Después encontramos aquellas partes que deberán permanecer sin nudos en dos de sus lados (*nihō-ake*). Por último, las piezas empleadas para las piezas menores e invisibles podrán tener nudos de hasta un máximo de 2 cm de diámetro (*joko-bushi*).[7] El listado de las escuadrías también contiene detalles acerca de si cada pieza será posteriormente cortada de nuevo en varias secciones o si las partes serán empalmadas para obtener una pieza mayor.

El marcado de los troncos es realizado siempre por el maestro carpinteo principal de cada taller. Él es el que mejor conoce todas las construcciones del Santuario y el que mejor sabe las condiciones que deben cumplir cada uno de los elementos individuales, que deberán de proceder de un tronco especialmente adecuado para su destino. De este modo, por ejemplo, las

[7] Ch. Henrichsen. *Japan Culture of Wood. Buildings Objects, Techniques.* Ed. Birkhäuser, 2004.

vigas se obtienen preferiblemente troncos ligeramente curvados, a fin de que la parte curva de la pieza pueda permanecer en la parte superior.

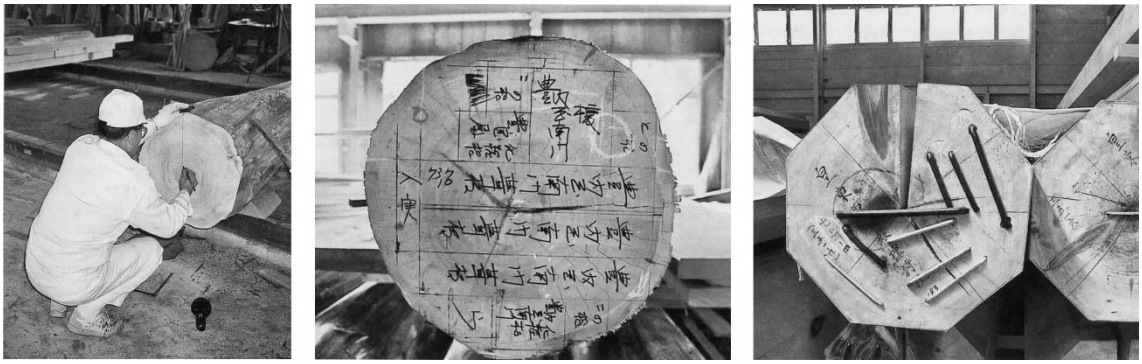


Figura 4. Marcado de los troncos en los talleres Yamada [*Japan Culture of Wood*. Ch. Henrichsen, 2004].

Después del marcado, los troncos son cortados paso a paso con una sierra de banda. Las piezas procedentes del centro del tronco (*shin-mochi*), que serán empleadas para pilares, vigas y correas, reciben un corte longitudinal desde un lateral hasta su centro, en el que concentrar posibles deformaciones. Después se introducen una serie de cuñas que se rectifican cada pocas semanas. En las piezas principales que se situarán junto a las imágenes sagradas, una tira en forma de cuña es introducida longitudinalmente, pegada en un lateral, y luego cortada al ras. Gracias a este procedimiento las incontroladas grietas de contracción por secado se evitan considerablemente. Tras esto, cada una de las escuadrías de madera son cargadas en un pequeño vehículo y llevados a una de las muchas naves de almacenamiento. Aquí la superficie exterior es pintada con una emulsión de cera, y grandes grapas son introducidas en las caras finales para prevenir la aparición de grietas. Las piezas son después ordenadas por edificio y apiladas cuidadosamente para secar.[8]

Figura 5. Corte y secado de las piezas de madera [*Japan Culture of Wood*. Ch. Henrichsen, 2004. *El espacio, el silencio, y la sugestión del pasado. El Santuario de Ise en Japón.* C. Mileto y L. Vegas, 2002].

Después del primer corte, los postes circulares primero se cortan en escuadrías de 16, 32 o 64 vértices, de acuerdo con el tamaño, antes de ser cepillados a mano hasta redondearlos. Para las partes más pequeñas,

[8] Ibid.

como los tableros de las empalizadas que rodean los santuarios principales y los tableros de las cubiertas de los santuarios menores, las piezas de madera son alisadas pasando a través de un cuchillo fijo. Algunos clavos y tornillos se emplean hoy para sujetar algunas piezas, como por ejemplo, los listones utilizados para cubrir los huecos en el tablero de cubierta. Desde la 61 Sengu, los pies de los soportes aparecen revestidos completamente con hojas de cobre, lo que ralentiza el proceso de pudrición y hace que sea más fácil reutilizar el material.

Antes de la reconstrucción de los santuarios, se realizan pruebas de montaje en taller que se desmontan de nuevo antes de llevar a la obra. Los templos se cubren completamente por una estructura auxiliar de protección cuando están siendo ensamblados. Una vez el nuevo templo ha sido construido, la imagen sagrada puede ser transferida solemnemente a su nuevo lugar. Contenedores especiales son fabricados para mover y almacenar las imágenes sagradas.

CONCLUSIONES

El tradicional acercamiento japonés al entorno físico construido guarda una estrecha relación con los conceptos de *Muji* (impermanencia) y *Mono no Aware* (fuerte y amable sensibilidad hacia lo efímero).[9] En el contexto del animismo Shintoísta, todos los santuarios han sido históricamente objeto de reconstrucción periódica en favor de su renovación y purificación. Actualmente, el Santuario de Ise es el único que continúa esta tradición. Los edificios del Santuario Izumo Taisha, por ejemplo, datan de su vigésimoquinta y última reconstrucción que tuvo lugar en el año 1744. Los de los Santuarios Kamo Mioya, Kamo Waleikazuchi y Kasuga del año 1863.

Hoy existen también talleres asociados en el santuario Tōshōgu en Nikkō, y en Itsukushima-jinja junto a Hiroshima, cuya labor se limita al mantenimiento de los acabados exteriores. Los talleres Yamada del Santuario de Ise son los únicos talleres permanentes integrados en una institución religiosa que siguen funcionando hoy en día y en los que la madera es trabajada a lo largo de todas sus fases por una única organización. El uso de recursos y energía empleados en cada reconstrucción periódica puede resultar ciertamente desproporcionado, más aún si consideramos el corto periodo de tiempo en que las piezas de madera sirven a un único edificio. Pero al mismo tiempo encontramos en este ritual de renovación uno de los factores clave del ahorro energético y de recursos en edificación: los

[9] R. Giggs Lawrence. *The Wabi-Sabi House: The Japanese Art of Imperfect Beauty.* New York. Crown Publishing Group, 2004.

edificios son desmontados y sus componentes reutilizados, transformados y montados de nuevo en nuevas combinaciones, lo que conlleva no sólo la recuperación de los materiales en sí mismos, sino también la de la energía que contienen. De este modo, los edificios existentes pasan a ser de manera periódica fuente de materia prima para otras construcciones, sustituyendo la obtención de recursos del medio ambiente natural.

Son soluciones desmontables, a la vez que sólidas y bien ejecutadas. Las nuevas columnas, vigas y demás piezas deben poseer exactamente las mismas dimensiones y adoptar la misma posición que sus gemelas del templo adyacente. Los encuentros y ensamblajes de las distintas piezas responden a los arcanos de la carpintería ancestral más refinada y requieren de una habilidad y maestría excepcionales. Los carpinteros tienen una importancia fundamental, hasta tal punto que el patrimonio que se conserva en Ise es el patrimonio intangible de la sabiduría artesanal. El conocimiento heredado del maestro por sus discípulos, acumulado durante más de mil años y que en los últimos tiempos se ha ido desvaneciendo lentamente, es hoy objeto de protección por parte de la ley japonesa como patrimonio vivo.[10]

En la visita realizada a Kengo Kuma en marzo de 2015, Yuteki Dozono, arquitecto responsable del edificio Sunny Hills en Omotesando finalizado en el año 2013, nos comenta como la madera de Hinoki empleada en las distintas piezas del entramado de las fachadas se obtuvo de las montañas de Kiso, en la prefectura de Gifu, de la misma zona de donde Ise adquiere parte del material. Al coincidir su construcción con la preparación de la 63 Sengu, el valor en el mercado de este material sufrió una subida espectacular, llegando a más del doble de su precio original. Parece que las reconstrucciones periódicas del Santuario y la actividad de los talleres Yamada han llegado a tener un impacto determinante incluso más allá de los límites shintoístas del Santuario de Ise.

[10] S. Enders y N. Gutschow. *"Hozon: Architectural and Urban Conservation in Japan".* Axel Menges, 1998

Estado actual del ramal ferroviario entre La Fuente de San Esteban y Vega Terrón (La Fregeneda, Salamanca) y la actuación de la Asociación de Frontera Tod@via

José Andrés Herrero Sánchez
Javier Hernández Mercedes
María Esteban Becedas

José Andrés Herrero Sánchez, Tod@vía, cuestauno@gmail.com
Javier Hernández Mercedes, Tod@vía, javiermav@hotmail.com
María Esteban Becedas, Tod@vía, maria-esteban-becedas@hotmail.com,
Asociación de Frontera Tod@vía, por una Vía Sostenible, todaviasostenible@gmail.com

Febrero de 2016

The state of the railway branch between La Fuente de San Esteban and Vega Terrón (La Fregenada, Salamanca) and actions of the Association of Frontera Tod@via

ABSTRACT

We invite you to know the mobility activities with sustainability criteria that the Tod@via Association has been developing in the track of the Douro's railway between La Fuente de San Esteban and Vega Terrón (La Fregeneda, Salamanca). This railway track was distinguished as Public Interest in the category of Monument since 2000 and it relates to the first part in the Spanish territory of the strategic communication route that linked the cities of Oporto and Salamanca and from here to Europe, for a century (1887-1985).

KEY WORDS

Railway; Douro river; border; Salamanca; intervention; recovery; Tod@vía; mobility

RESUMEN

La Asociación de Frontera Toda@vía, por una Vía Sostenible, presenta su propuesta de movilidad sostenible para el ramal ferroviario entre La Fuente San Esteban y Vega Terrón (La Fregeneda, Salamanca), declarado Bien de Interés Cultural con categoría de Monumento en el año 2000. Se trata del tramo español de la estratégica vía del Duero, que unió a Oporto con España y el resto de Europa a través de la provincia de Salamanca, durante casi un siglo de servicio (1887-1985).

PALABRAS CLAVE

Vía férrea; Duero; frontera; Salamanca; actuación; recuperación; Tod@vía; movilidad

LA PERSPECTIVA HISTÓRICA

La comunicación por ferrocarril entre Oporto y Salamanca

La construcción de la línea del Duero, concluida en 1887, fue parte destacada de una estrategia de desarrollo socioeconómico de la región Norte de Portugal (Oporto) que contemplaba la comunicación internacional en el transporte de mercancías, a través de Salamanca y hacia Europa. Para Castilla y León, ello suponía además enlazar con el Atlántico por el puerto de Leixões (Oporto), permitiendo la distribución de sus propias mercancías. La infraestructura fue construida gracias a la inversión de enormes capitales nacionales y extranjeros, a la expropiación de terrenos para una finalidad social y al inestimable trabajo de ingenieros y trabajadores, con la pérdida de cuantiosas vidas.[1]

Desde finales del siglo XIX el ferrocarril facilitó la movilidad de las personas, el intercambio de productos y salvó del aislamiento a pueblos y comarcas, acercándolos entre sí y aproximando fronteras. El camino de hierro vertebró un territorio muy extenso, requiriendo la movilización de grandes recursos económicos, humanos y técnicos.

Veinticinco años después del cierre del tramo internacional de la línea del Duero -1 enero de 1985-, el Ministerio de Educación y Cultura español declaró esos 78km entre Vega Terrón (La Fregeneda, Salamanca) y La Fuente de San Esteban como Bien de Interés Cultural (B.I.C.), con categoría de Monumento (código R-I-51-0010558-00000, B.O.E nº 298 de 14 de diciembre de 19990).

La realidad de las vías de transporte entre Oporto y Salamanca

La línea del Duero, para el intercambio de mercancías por ferrocarril, ha sido relegada a corto/medio plazo, pese a las excelentes condiciones de

[1] O Caminho de ferro impossibel. Documental Radio Televisión Portuguesa 2 (55´). https://youtu.be/7YE-6v3YmzU.

Pocinho como puerto fluvial. Hoy en día, con vistas a los puertos del Atlántico, se ha confirmado y reforzado el eje Salamanca - Aveiro por Vilar Formoso para ese tipo de transporte. Así pues, un transporte de mercancías modernizado sobre esta línea necesitaría una fuerte inversión, no sólo para restablecer la plataforma, sino también para reformar el gálibo de los túneles y reforzar los puentes metálicos, con las correspondientes y costosas pruebas de carga. Hoy semejante empresa parece irrealizable, por sus condiciones de sustentabilidad económica y ecológica y por la desmesurada inversión que implicaría su adaptación.

Interés turístico y cultural en la reactivación de la línea férrea

Actualmente, existe un creciente interés por los Valles del Duero (Viñedos del Duero) y sus afluentes (Yacimientos Arqueológicosde los ríos Côa y Águeda - Siega Verde con su reciente Museo, sus Parques Arqueológicos y Aulas temáticas), así como por la ciudad de Salamanca, todos ellos declarados Patrimonio Mundial de la Humanidad por la UNESCO. Por todos estos motivos, en los últimos años, se ha renovado el interés por la revitalización de la línea férrea del Duero a ambos lados de la frontera y de la misma Salamanca, como complemento al turismo cultural y de Patrimonio y por el flujo creciente de turismo fluvial por el Duero. El tramo ferroviario desactivado entre Pocinho (Vila Nova de Foz Côa) y La Fuente de San Esteban representa para esta región un recurso patrimonial único, aunque es el trayecto entre la estación de Barca d'Alva (Portugal) - Vega Terrón y la estación de La Fregeneda el que los especialistas consideran unánimemente el más espectacular y singular. En apenas 17 Kilómetros, se construyeron 13 puentes metálicos y 20 túneles que nos transportan a la época del ingeniero Eiffel y a un paisaje arrebatador, único en Europa. Por todo ello, este tramo admite y reclama una explotación turística más acorde con su importancia y, necesariamente, más viable.

En 2003, la Diputación de Salamanca y el Ministerio de Medio Ambiente plantearon un proyecto de "Vía Verde" aplicable a la estación de La Fregeneda al Puente Internacional, que implicaba la destrucción de una parte de la infraestructura, la vaciaba de sentido y cercenaba las múltiples oportunidades de generar riqueza.

Además, en el tramo citado, desde el punto de vista legal no es posible una Vía Verde, ya que lo que se había autorizado a la entonces RENFE (Consejo de Ministros 20-10-95) era el levantamiento de las vías en sus 61 primeros kilómetros, punto kilométrico que coincide con el inicio de la estación internacional de La Fregeneda, y no afecta a la longitud total del trazado (77,565 km), como sería preceptivo.

En diciembre de 2005, la cámara del Senado aprobó de forma unánime" la reapertura al tráfico, con carácter turístico, de la línea férrea de La Fuente de San Esteban a Barca d´Alva de forma progresiva hasta su completa realización" (nº de expediente 661/170 y nº de registro 31209 en el Senado, año de 2.005). Sin embargo, esta petición no se llevó a la práctica por el Ministerio de Fomento debido a "la necesidad de realizar importantes inversiones para la reapertura parcial o total de la circulación ferroviaria y por tener un carácter local".

LA CONSERVACIÓN DEL BIEN DE INTERÉS CULTURAL

Responsabilidad institucional

Dado el tiempo transcurrido desde el abandono de este recurso, patrimonial y cultural, el deterioro en la infraestructura es enorme. La vegetación está ocupando la plataforma de la vía y las estaciones, puentes y túneles se están degradando por el paso del tiempo, el vandalismo, los incendios y la falta de inversiones en su mantenimiento.

Las dificultades económicas actuales, alejadas de las pasadas bonanzas, parecen condenar al olvido, definitivamente, a este recurso patrimonial único. La falta de inversiones en el mantenimiento de este patrimonio, de titularidad estatal, parece condenarlo a la desaparición no muy lejana. Esta situación contrasta con el hecho de que el estado español es firmante de la Declaración Universal de la Unesco de la Diversidad Cultural (02/11/2001), en la cual se compromete a "elaborar políticas y estrategias de preservación y realce del patrimonio natural y cultural para las generaciones presentes y futuras, en tiempos de paz o de guerra, e incluso a desastres naturales".

Las vías ferroviarias cerradas al tráfico convencional dependen orgánicamente del Ministerio de Fomento. Pese a la actitud punible de abandono de un Monumento, propiedad de una de sus empresas, este organismo ha preferido aplicar el 1% Cultural a otras finalidades culturales, o destinarlo al mantenimiento de otras instituciones dependientes de ADIF, aunque no estén en los territorios donde se realizan las nuevas inversiones en infraestructuras.

Por tanto, estamos ante un hecho ciertamente reprobable, e inadmisible, de fracaso y dejación de responsabilidades por parte de todos los estamentos de ámbito autonómico y estatal con competencias. En estos términos se ha expresado recientemente, y de forma muy acertada a nuestro parecer, el Jefe del Estado, S. M. el Rey de España, Felipe VI:

> Para el poder judicial, como para el resto de las instituciones del estado, el respeto a la ley nunca ha sido, ni debe de ser un simple trámite. En su raíz más profunda respetar la ley es fuente de legitimidad y la exigencia

> para una convivencia democrática en paz y libertad…. a través del estado de derecho los ciudadanos encuentran la garantía de sus libertades ante los poderes públicos, porque los poderes públicos de esa manera se ven sometidos al imperio de la ley, y respetándola garantizan el ordenado funcionamiento del estado.

Responsabilidad social

En el año 2013 la Asociación de Frontera Tod@vía, por una Vía Sostenible le planteó formalmente a Patrimonio ADIF (Ministerio de Fomento) establecer un contrato de custodia del territorio,[2] o con cualquiera otra asociación no lucrativa que considerasen oportuna, para emprender intervenciones parciales y de bajo coste económico, que mitigaran el abandono del Monumento bajo las restricciones que se acordaran. Ello conllevaba trámites administrativos y de organización que favorecían la intervención del voluntariado ambiental y, en este caso, también patrimonial, coordinando diferentes Administraciones Públicas (Medio Natural, Bellas Artes, ADIF). Este ofrecimiento fue desestimado a pesar de las experiencias similares que existen en Argentina, Estados Unidos e Inglaterra.

Frente a la negación de las voluntades institucionales ya se había fundado en el año 2010 la asociación de Frontera Tod@vía, por una Vía Sostenible. La formamos españoles y portugueses, sin fines políticos, que creemos en un proyecto común de desarrollo económico, social y cultural. Somos Sociedad Civil, con diferente saber hacer: ingenieros, profesores, técnicos, pintores, médicos, periodistas, albañiles, agricultores, empresarios, fotógrafos, montañeros, arqueólogos, bomberos, investigadores, maquinistas, jubilados… La Asociación es multidisciplinar y claramente transfronteriza: ingenieros, maquinistas y técnicos tanto de REFER como de ADIF y RENFE. Forman parte de ella otras asociaciones ciudadanas como la de empresarios del Abadengo (ASEMPA) y las asociaciones ferroviarias de Zamora y Salamanca.

Acciones directas sencillas

La actuación directa sobre la plataforma implica retirar la vegetación que ha crecido en la caja de la vía y limpiar pasos a nivel, aledaños y paseos. Son tareas de baja cualificación y realizables directamente por los ciudadanos de forma organizada y altruista. Este tipo de intervención se llama "Ir de Ví(d)a" o "Hacer Carril". Esta actuación es cívica, cooperativa, segura y respetuosa con el monumento y su entorno natural. Esta forma de hacer y de organizarse se basa en modos tradicionales de hacer y ocupar el territorio que evolucionaron desde la Edad Media, en actividades impuestas por el señor feudal, hasta el modelo voluntario y de colaboración

[2] Contrato de custodia del territorio. http://www.custodiacastillayleon.org.

del siglo XIX. Así, se decía antiguamente "ir de Concejo", "ir de Villa" o "hacer rozadas", y de forma general "ir de facendera". La "facendera" es universal y atemporal, no importa que la palabra no esté registrada en el DRAE. Reconoce sus cromosomas: "Facere" en latín, "fazer" en portugués, "hacer" en castellano. Y además en nuestro gerundio, la forma verbal más emprendedora: "Facendum", "haciendo". La palabra se cierra con el morfema "-dera", el sufijo actor por antonomasia. Es decir: Igual que regadera es la que riega, facendera es la que hace, la que hace el "haciendo" de la raíz. Dos haceres en una sola palabra, la tenacidad elemental de la redundancia *in terminis*. Demasiado para un solo hablante, por eso "facendera" tiene un sentido comunitario. Este "haciendo" solo puede ser hecho por muchos, muchos que en realidad son todos. Y ese "todos" no es otra cosa que la sociedad, es uno. En el sentido histórico del término, "facendera" designaba a la actividad de interés común que los vecinos llevaban a cabo, guiados únicamente por la conciencia social, dejando de lado la fragmentación que suponen las ideas políticas. En las Facenderas, "lo que hay que hacer", los vecinos de territorios despoblados aportaban trabajo y herramientas, y los que excusaban su presencia por motivos de enfermedad u ocupación compensaban su ausencia pagando materiales o merienda. Nuestros vecinos de Trás-os-Montes e alto Douro y de la Beira Alta, denominan "torna-jeira" a las ayudas recíprocas. Los trabajos o peonadas de los carrilanos "facenderos" reciben la satisfacción inmediata de participar en el vínculo de la solidaridad, de sentirse y saberse ciudadano.

En las diversas actuaciones de Facenderas, realizadas en los últimos años, hemos rescatado de vegetación aproximadamente 40 kilómetros del trazado y limpiado las estaciones de Lumbrales e Hinojosa de Duero. Para ello se establecen protocolos de seguridad y se publicita la convocatoria a través de diversos canales de comunicación.[3]

El área escogida para la transformación en la primera fase fue desde la estación de Lumbrales hasta el puente sobre el arroyo de Froya, en Valdenoguera (La Fregeneda). Se eligió este primer tramo por su cercanía a los últimos 17 kilómetros y por la ausencia de riesgos de caídas de distinto nivel. La Dirección del Parque Natural Arribes del Duero se mostró favorable. La segunda fase consistiría en actuar desde la estación de Hinojosa hasta la estación internacional de La Fregeneda, y así, en sucesivas etapas, llegar al puente Internacional de Vega Terrón-Barca d´Alva.

La realización de los trabajos y actividades están supeditados al respeto a la seguridad de las personas, de la infraestructura y de la naturaleza.

[3] Llamada a facendera. https://youtu.be/ru1hhHzJziY.
Llamada a facendera. https://youtu.be/Ww4jA3dXuko

Así, en el caso de minimizar los riesgos de caídas de distinto nivel asociados a los puentes se establece el siguiente protocolo: tender una doble línea de vida desde el principio hasta el final del puente y atravesarlo obligatoriamente sujeto a un arnés de seguridad. Ello debería ya ser imperativo, en las excursiones que se vienen realizando a pie en la actualidad, ya que a menudo se cruzan los viaductos de forma temeraria.

Acciones directas complejas

Algunas de las tareas necesarias para rescatar este Bien de Interés Cultural, debido a su complejidad y para mayor seguridad, deben ser realizadas por empresas, Ayuntamientos y otras instituciones. Afectan mayoritariamente a las obras singulares.

Las soluciones que tenemos que implementar parten de la premisa fundamental de ser de bajo coste económico, de realización progresiva, asequibles para el colectivo y generadoras de riqueza en el entorno.

Se pretende la rehabilitación de los puentes con proyectos avalados por ingenieros y supervisados por ADIF y Bellas Artes. En el caso del puente Internacional, también deberá ser supervisado e interesa la colaboración de REFER (Portugal).

La actuación en los puentes se plantea bajo la perspectiva del bajo coste económico, pero con un alto valor añadido. La limpieza con chorro de arena y el repintado de todos los viaductos metálicos, así como pruebas de carga para la recirculación ferroviaria, no se abandonan, pero se posponen como acciones no prioritarias por su alta cuantificación, independientemente de que por efecto de la degradación fuera necesaria una intervención urgente de forma puntual.

Lo verdaderamente urgente es dotar a los puentes de seguridad para el tránsito de las personas, para las que existen varias soluciones técnicas definitivas:
- Arreglo de uno de los pasos de servicio de cada viaducto, como estaban en su origen. Esta situación exige un mantenimiento continuo para evitar la degradación de las maderas.
- Arreglo de uno de los pasos de servicio de cada viaducto, con refuerzo de tableros metálicos que evite la degradación del paseo. Como en el caso anterior, mantiene muchos espacios vanos que pondrían seguir suponiendo un riesgo para las personas, pero admite la solución económica de tender cables acerados que disminuyan los huecos, tanto en los planos horizontales como en los verticales.
- La solución más segura es el revestimiento de todo el tablero superior del puente en un mismo plano horizontal, para evitar desniveles. Esta solución técnica se encuentra en el puente de D. Luis (Oporto) que salva el

río Duero. En los registros de la empresa "Metro do Porto" no consta ningún accidente hasta la fecha en relación al paso de peatones, lo que, asociado a una baja velocidad de circulación de los posibles vehículos ferroviarios, puede ser también aquí una excelente y solución definitiva.
En algunos túneles es necesario reparar las tajeas para la evacuación de las aguas y, con urgencia, en el caso de que se observasen, los puntos de rotura de las bóvedas.

La intervención en las estaciones y demás edificaciones del recorrido está supeditada a su utilidad y funcionalidad, siendo las posibles aplicaciones muy numerosas y diferentes.

En este sentido los principales logros han sido:
Reposición paseo peatonal puente del Camaces, Las Almas, Los Riscos y de Los Poyos.

Proyecto técnico "Reparando Puentes, Recuperando VI(d)A" visado de forma gratuita por el Ilustre Colegio de Ingenieros Técnicos de Salamanca por su utilidad social.

Financiación de las acciones

Lo imposible, encontrar una solución técnica, ya fue realizado a finales del siglo XIX. Ahora, corresponde a la Sociedad Civil lo que de verdad es posible. Las actividades de voluntariado no asistencial no precisan de financiación para su gestión, mantenimiento y difusión, pues los propios socios asumen los gastos ocasionales. Los modelos de colaboración económica y de trabajo son complementarios, no excluyentes en sí mismos, y pretenden ser solución para generar tanto empleo como riqueza social, cultural, natural, patrimonial y económica, alejados de cualquier planteamiento político. Estas acciones necesitan del concurso de patrocinadores, mecenazgos y subvenciones. Se podría minimizar el coste económico de alguna de las tareas, si se contase con la colaboración de las Escuelas Taller u otras instituciones parecidas.

PARTICIPACIÓN ACTIVA CIUDADANA: Los ciudadanos realizan trabajos diversos y forman parte activa de la solución, con la compensación de sentirse solidarios, en jornadas de "facendera". No se sufraga ni transporte ni manutención.

RESCATES CIUDADANOS: Rescate monetario realizado a título individual a la Asociación de Frontera Tod@Vía en la cuenta nº:

2104/0000/17/9161085908 de Caja Duero-España (1 Tabla puente = 10 €). Los ciudadanos participan del coste económico de los materiales utilizados por quienes aportan su trabajo. Las contribuciones a título individual se difunden a través de las redes sociales.

PATROCINIO EN ESPECIE: Las empresas actúan con conciencia social, facilitando el trabajo mediante la aportación de máquinas, equipos o suministros de algún tipo, inherentes a su objeto social.

MECENAZGO EMPRESAS: El mecenazgo es destinado íntegramente a la compra de materiales, sin ninguna desviación a gastos de personal. La labor urgente es la sustitución de maderas deterioradas en los pasos de peatones por otras nuevas con tratamiento de intemperie, que garanticen la seguridad en el tránsito peatonal.

EMPRESAS SOCIALES TRANSFORMADORAS: Esta denominación se refiere a las empresas que se implican en la generación de nuevos modelos culturales, energéticos y de transporte. Utilizan la propia plataforma viaria y edificios para visitas guiadas, interpretaciones del entorno natural y patrimonio, la creación de modelos de transporte energéticamente sostenibles, albergues, etc.

MOVILIDAD SOSTENIBLE EN EL BIEN DE INTERÉS CULTURAL

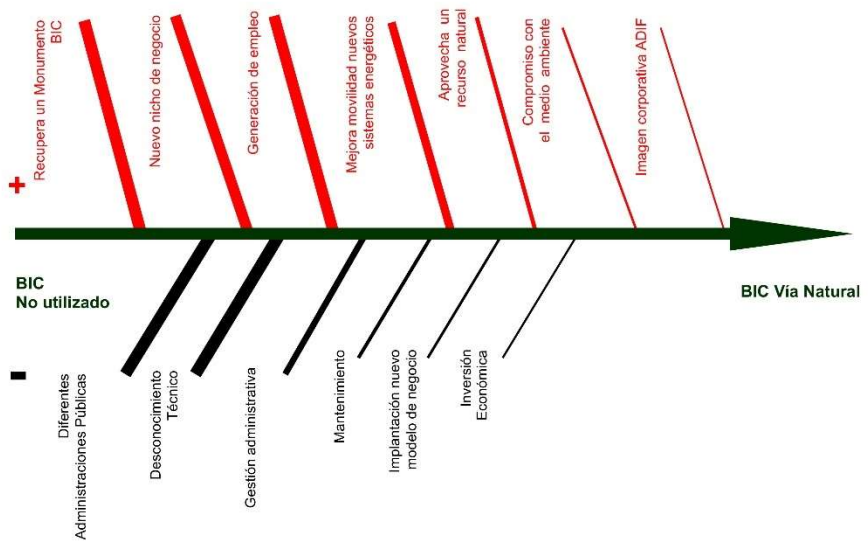


Figura 1. Diagrama de Ishawa del proceso de reutilización del BIC línea férrea La Fuente de San Esteban a Barca d´Alva hacia un modelo de Vía Natural. Fuente: José Andrés Herrero Sánchez.

La continuidad en el tiempo de los bienes culturales únicamente es posible cuando hay un uso del mismo. La asociación Tod@vía plantea la autosostenibilidad de estas infraestructuras mediante su reutilización turística para la circulación de vehículos no ferroviarios de bajo peso y velocidad reducida. Además, la línea ferroviaria podría vertebrar la actividad de una gran parte del Parque Natural de Las Arribes, y servir como cortafuegos y acceso, al mismo tiempo, para vehículos ferroviarios de

extinción de incendios. Así, este patrimonio artístico puede ayudar a conservar el medio natural (figura 1).

Figura 2. Vehículo MC77. Utilizado durante las facenderas del BIC. José Andrés Herrero Sánchez.

Además, el aprovechamiento turístico, lúdico y cultural de este importante recurso patrimonial no solo puede ser un motor económico local sino de toda una provincia, al reforzar y dinamizar otros focos culturales aislados. El monumento está localizado en territorios de frontera considerados desiertos demográficos (7,69 < 10 habitantes/Km^2), lejos de los flujos económicos, políticos y administrativos, tanto de carácter provincial como autonómico y nacional, lo que hace más profundo el declive demográfico.

Pretendemos ofrecer un abanico de opciones para desplazamientos sobre los carriles en grupo y controlados, con diferentes modelos de vehículos de tracción "de fuerza de sangre" y con asistencia al pedaleo, que desarrollan bajas velocidades (20 km/h). La seguridad del camino de rodadura va ligada al binomio peso-velocidad y si los dos términos son despreciables, como en el caso que nos ocupa, la plataforma actual aún con deficiencias es segura porque está sobredimensionada para unas condiciones extremadamente restrictivas. Estos pequeños vehículos (biclonetas, balancines ferroviarios, velorraíles, ciclorraíles...) no llegarían siquiera a ser considerados vehículos ferroviarios, pues en su circulación no tienen prioridad en los pasos a nivel, aunque deben respetar el protocolo de seguridad y circulación que a sus efectos se les impusiera. Estas formas de desplazamiento ya están ampliamente experimentadas sobre las vías y funcionan en diferentes lugares de toda Europa (figuras 2, 3 y 4)

Figura 3. Vehículo GP-721. Utilizado para el transporte de facenderos, herramientas y máquinas. José Andrés Herrero Sánchez

Por otro lado, las estaciones y el resto de edificios que forman parte de la línea permiten, asimismo, la instalación de bares, pequeños restaurantes, alojamientos, centros de interpretación, tiendas y aulas temáticas sobre la naturaleza, la agricultura, la arqueología u de oficios, haciendo posible el desarrollo de actividades lúdicas, deportivas, ecológicas y culturales, que se complementarían con rutas y actividades que podrán ser periódicas o permanentes.

Y toda esta actividad debería culminar con la creación de un verdadero parque temático sobre la ingeniería ferroviaria del territorio, un amplio centro cultural transfronterizo y con el tiempo, buen hacer y las pertinentes inversiones, un pequeño tren turístico con vagones históricos que llegue a Pocinho.

Estas realizaciones están planteadas con la restricción de ser soportados energéticamente con energías limpias en un entorno natural y monumental. De ahí, donde la tecnología complementa a la naturaleza, surge un nuevo modelo de aprovechamiento turístico: la Vía Natural, que incluye:

- Colocación de pérgolas fotovoltaicas en las estaciones que, además de ser energéticamente autosuficientes, actúan como puntos de recarga de vehículos eléctricos.
- Desarrollo de vehículos eléctricos de baja velocidad y reducido peso para el transporte de personas de forma individual y en grupo. Se contempla que estos vehículos de baja velocidad puedan transportar brigadas contraincendios y motobombas no muy pesadas para el Parque Natural Las Arribes que no sean de motor de explosión. Parte de estos

vehículos pueden compatibilizar tareas de educación ambiental por parte del personal del parque natural.
- Adaptación de vehículos eléctricos para alquilar, imitando la carrocería de vehículo antiguo, que, partiendo desde el Museo de Automoción o la Estación ADIF de Salamanca, llegara a alguna estación de la línea férrea.
- Rehabilitación a bajo coste económico de estaciones y plataforma de la vía en desuso.

Figura 4. E-BICI. Bicicleta eléctrica adaptada con plataforma central.

La “Movilidad para la VI(d)A” como también llamamos al proyecto general de llevar a la práctica Vía Natural, no es una utopía. Hay logros de desarrollos parciales como la estación fotovoltaica de recarga universal de vehículos eléctricos en las estaciones de ferrocarril. La solución energética para un entorno urbano, en vez de interurbano, se describió en el proyecto "Proyecto 4R: Reducir, Reciclar, Reutilizar y Reinventar". Esta estación fotovoltaica de recarga universal para bicicletas eléctricas, de bajo coste económico, fue la primera aplicación fotovoltaica construida en nuestro país. Por esta realización la Federación de Agencias de Energía (EnerAgen) otorgó el premio a la “Mejor actuación 2013 en energías renovables” del estado y ha motivado que la propia Comisión Europea de la Energía nos invitara a presentar candidatura a los “Premios Energía Sostenible & MANAGENERGY 2014”, apartado transportes. Este galardón da confianza y valida, por extensión, a la solución de movilidad sostenible planteada como retorno económico para el Bien de Interés Cultural (Figura 5).

Figura 5. Bicicletero de hormigón armado junto al campo fotovoltaico de la estación de carga universal de bicicletas eléctricas construida en el I.E.S. Torres Villarroel (Salamanca). José Andrés Herrero Sánchez

La Diputación de Salamanca, junto con la Cámara de Figueira de Castelo Rodrigo (Portugal) y Segitur, dependiente de la Secretaría de Estado de Turismo, han presentado la candidatura para la financiación a los fondos europeos POPTEC del proyecto "FerroNatura: Vía Natural de la línea férrea de frontera hispano-portuguesa". En su cuantificación, y redacción, hemos participado ingenieros, arquitectos, historiadores y técnicos de la asociación Tod@vía. Se plantea la solución, alejada de inversiones desmesuradas, en La Fuente de San Esteban-Lumbrales-La Fregeneda-Barca d´Alva- Almendra, con la rehabilitación del edifico de viajeros de la estación de Lumbrales, el edificio de almacén de la estación internacional de La Fregeneda, el edificio de las cocheras de la estación de Barca d´Alva; el arreglo de los pasos a nivel; la limpieza y el desbroce de vegetación; la reposición de los paseos peatonales de todos los puentes, así como la dotación de vehículos sostenibles. ¡Mucha VI(d)A!

Grúas y norias, artefactos para un paisaje de la energía

Mercedes López García
Ana Berrocal Menárguez

Mercedes López García. E.T.S. Ingenieros de Caminos Canales y Puertos
Universidad Politécnica de Madrid. lalatina@hotmail.com
Ana B. Berrocal Menárguez. E.T.S. Ingenieros de Caminos Canales y Puertos
Universidad Politécnica de Madrid. anabelen.berrocal@upm.es

Febrero de 2016

Cranes and waterwheels, artefacts for an energy landscape

ABSTRACT

Until the steam age in the XIX Century, the sources of energy which operated mechanical systems of production were water, animal power and wind. These gave rise to artefacts, still visible in the landscape, which recall the operative processes and techniques of those times.

Cranes and waterwheels- given the limits of this communication – are icons of progress and technological advance, concentrated particularly in the Middle Ages, including an earlier tradition and projecting forward in time to modern forms of engineering in the XIX and XX centuries. Rather than constituting spectacular technical achievements, these are important for their wide dissemination and their repercussion on daily life.Cranes using human manpower were developed in two important sectors, ports and construction (cathedrals and bridges). Already in the XIX century, with his patent in 1851 for a metal crane with a curved tubular arm, Fairbairn initiates a new cycle of innovation, following his participation in the Brittania Bridge, through the use of new materials and advances in experimental science.

Waterwheels on the other hand, driven by hydraulic energy, take us back to the mediaeval world of the East, with outstanding examples such as the Hama complex in Syria or the waterwheels of Cordoba and Murcia in Spain. Finely crafted mechanisms reveal a perfect understanding of hydrostatics, distinguishing already in the IX century between hydrostatic and hydrodynamic forces. From a technological point of view the Chinese influence is relevant (waterwheels for the rice fields), which the Arab world spread to the West.

From the Renaissance to the XIX century the machinery in general does not alter substantially. Changes take the form of small and continuous improvements and it is necessary to wait until the XVIII century for the establishment of the pillars of progress and the official formulation of hydraulic science.

KEY WORDS

Mechanical engineering, hydraulic engineering, landscape, machines and artefacts, waterwheels

RESUMEN

Hasta la época del vapor en el siglo XIX, el agua, la fuerza animal y el viento, fueron las fuentes de energía que movieron sistemas mecánicos de producción, originando artefactos que nos hablan de técnicas y procesos operativos, todavía hoy visibles en el paisaje.

Grúas y norias –dados los límites de la comunicación-, como iconos del progreso y avance tecnológico, centrándonos básicamente en la Edad Media, recogiendo una tradición anterior, y que se proyecta en el tiempo hasta llegar a las formas más modernas de la ingeniería del XIX y XX. No se trata de conquistas técnicas espectaculares, pero sí de gran difusión y repercusión en la vida cotidiana.

Las grúas movidas por la fuerza humana se desarrollan en dos grandes sectores, los puertos y la construcción (catedrales y puentes), y ya en el XIX, Fairbairn, con su patente de 1851 de grúa metálica con brazo tubular curvo, abre un ciclo de innovación gracias a la utilización de nuevos materiales y al avance de la ciencia experimental tras su participación en el puente Britannia.

Las norias por su parte, movidas por energía hidráulica, nos remiten al mundo medieval oriental con ejemplos tan singulares como el conjunto de Hama en Siria, o las norias cordobesas y murcianas en nuestro país. Se ponen a punto mecanismos que revelan un perfecto dominio de la hidrostática, diferenciando ya en el siglo IX entre esfuerzos hidrostáticos e hidrodinámicos. En el plano tecnológico es relevante la influencia china (norias para los arrozales) que el mundo árabe difundirá por Occidente.

Desde el Renacimiento hasta el XIX, las máquinas en general, no se modifican de forma sustancial. Se trata más bien de mejoras pequeñas y continuas, y habrá que esperar al siglo XVIII con la formalización de la ciencia hidráulica para que se funden las bases del progreso.

PALABRAS CLAVE

Ingeniería mecánica, ingeniería hidráulica, paisaje, máquinas y artefactos, norias.

Desde los inicios de la civilización el hombre ha inventado constantemente máquinas y herramientas para multiplicar la fuerza de las acciones ejercidas sobre ellas en distintas actividades, y con las que arranca la evolución de nuestro progreso. Múltiples y variadas fuentes iconográficas científicas y artísticas (tratados, códices, miniaturas, relieves, pinturas...etc.) que configuran un paisaje desaparecido, remoto y lejano en el tiempo, pero que evoca una realidad compleja en la que se muestra el interés del hombre en la búsqueda de nuevas fuentes de energía, desde la fuerza animal e hidráulica primitivas, a la eólica y de mareas, no superadas hasta la llegada del vapor y la mecanización en el siglo XIX.

Este paisaje difícil de evocar, queda sin embargo reflejado en escasos ejemplos que se conservan esparcidos por el territorio, que se nos ofrece a la vez como escenario y como recurso, cristalizando en un paisaje construido, reflejo del proceso móvil de trabajo y de vida: "el mundo entero-nos dice Lynn White-, terminó por no ser a sus ojos más que una vasta reserva de fuerzas naturales que se podían usar a discreción y utilizar para satisfacer las necesidades y deseos humanos. Sin la audacia de su imaginación e incluso sin la fantasía de algunas de sus creaciones, el poder energético del mundo occidental no habría podido desarrollarse".[1]

En los primeros tiempos de la humanidad, antes que máquinas, fueron simples herramientas agrícolas de las que derivaron las de construcción, adaptándolas para el trabajo de canteras y apertura de galerías de minas, aunque lo que más interesaba, como nos cuenta Philippe Laurier,[2] eran los métodos de extracción. Ambos instrumentos tenían las mismas formas, y muchas veces, incluso, doble uso para una misma herramienta. La

[1] Jr Lynn White: *Technologie medieval et transformations sociales*. Paris 1969, pág. 138.

[2] Philippe Laurier: "Laviers et plans inclines. La première révolution technique 8000 à 500 av.J.C." en *Les machines de construction de l´antiquité à nos jours. Une histoire de l´innovation.* Presses de l´École Nationale des Ponts et chaussées, Paris. 1996, pp. 13-55.

guerra, sin embargo, haría emerger la máquina que serviría de inspiración para otros menesteres ligados al campo de la mecánica y la construcción.

Poleas y engranajes habían aparecido en el Imperio Romano determinando la morfología de las máquinas de construcción durante más de 2000 años. Aunque atribuimos la innovación a la Antigüedad Clásica (Grecia y Roma), en realidad, según Laurier,[3] fueron los asirios los primeros en construir verdaderas máquinas, apareciendo la polea en bajorrelieves del siglo IX A.C., inaugurándose así un camino en el que las máquinas de construcción encontrarán después, en la guerra, un campo con el que compartir su desarrollo. Con los asirios, precursores de las máquinas de guerra que llegan a Alejandro Magno a través de los persas, emergía una clase de técnicos que ayudaban a la técnica de la minería y a la mecánica de excavaciones.

Las máquinas de construcción se separan pues de su primitivo aliado, las herramientas agrícolas de la etapa neolítica, y se asocian con la ingeniería militar. Las innovaciones sobre las grúas se harán pues al ritmo de evolución del armamento de la época, y será una constante en siglos posteriores que el Renacimiento confirma, englobando en la mayoría de sus tratados, las máquinas de construcción y de guerra.

Más adelante, la tecnología medieval se manifestará en distintos artefactos, pero sobre todo, en las máquinas y en los procesos. Las máquinas desde sus orígenes, siempre ejercieron una gran fascinación: autómatas, relojes y otros mecanismos fantasiosos basados en las 5 máquinas simples, las llamadas "cinco grandes",[4] que aparecen en la tratadística clásica (palanca, polea, rueda, cuña y tornillo), y cuya combinación, como se sabe, fue lo que dio lugar a las primeras máquinas.

En el siglo V A.C., debido a un cambio en el pensamiento que afectó a las ciencias y a las técnicas, tuvo lugar lo que se ha considerado la primera revolución técnica. Ya en el libro décimo del Tratado de Arquitectura, Vitruvio nos presentaba las máquinas de construcción y elevación de agua, -grúas y norias en nuestra comunicación-, que los romanos recogen del mundo helenístico, y se potencian en la Edad Media, el período de mayor aplicación práctica y difusión. Estas máquinas extrañas y sus secretos ocultos que llegaban ahora de sitios lejanos gracias a la expansión del islam, transmitiendo a Occidente la cultura tecnológica helenística, requerirían de energías para moverlas y "El libro del conocimiento de los

[3] Philippe Laurier: op. cit. pp. 61-62.
[4] Sigvar Stranh: *Historia de la Máquina*. Ed. Raíces. Madrid 1984.

ingeniosos mecanismos" de Al-Jazari, fue uno de los primeros tratados que lo ilustran, con una gran predilección por los mecanismos.

En cuanto a las técnicas de construcción, el avance fue lento. Sabemos por Auguste Choisy,[5] que las herramientas del Alto Imperio de Egipto, eran iguales a las de los pueblos prehistóricos, y el propio Viollet le Duc afirmaba en 1863, que a principios del siglo XIX todavía existía en la catedral de Colonia una grúa recubierta de chapa de plomo del siglo XIV, con una forma igual a las del XVIII y con un sistema de elevación que no había variado desde la época medieval.

La Edad Media por otro lado, asume y amplía también la importancia de la energía hidráulica sin grandes rupturas y con las mismas bases tecnológicas que los romanos, fijando durante seis siglos el poder energético de las ciudades. El liderazgo será ejercido básicamente por las órdenes religiosas, frente a unos señores feudales que se muestran incapaces de liderar la evolución técnica que imponía la conquista de nuevos territorios.

Una característica de esta época será la aparición de nuevas energías como la eólica, poblando de molinos de viento ciudades y campos dónde se generaliza además la utilización a gran escala de la energía hidráulica, moviendo todo tipo de artefactos e ingenios (molinos, martillos hidráulicos, ferrerías, batanes, sierras, etc…), a excepción de las grúas utilizada en la construcción y en los puertos, generalmente del mundo nórdico y países de Centro Europa, las singulares "treadwheel", movidas por fuerza humana y animal como el ejemplo del castillo de Carisbrooke en la isla de Wight, con una rueda movida por un burrito para el bombeo de agua, aunque también había grúas accionadas manualmente por tornos y manivelas. El Album de Villard d´Honnecourt nos muestra una treadwheel de hacia 1235, siendo la primera miniatura con este tipo de rueda la Torre de Babel del Old Testament en la biblioteca Pierpont Morgan de New York de 1240.

Las concepciones de las máquinas no tuvieron en un principio una finalidad muy concreta, y fue precisamente la Edad Media la que ofrece su campo de aplicación, no con inventos y conquistas técnicas espectaculares, aunque eso sí, con una gran difusión y repercusión en la vida cotidiana. Según Amparo Graziani[6] las máquinas de elevación medievales "se renuevan tipológicamente apareciendo tres variantes en función de la

[5] Auguste Choisy : L´Art de bâtir chez les Egyptienes. Libraire G. Baranger Fils, Paris, 1904.

[6] A. Graziani : " Los equipos de obra y los medios auxiliares en la Edad Media" en A.Graziani (Ed.) La técnica de la arquitectura medieval. Universidad de Sevilla. Secretariado de publicaciones. Sevilla 2002 pág. 187.

potencia de carga necesaria y la altura de elevación", y en concreto, de las grúas, no hay una sistematización en tratados de arquitectura, ni información sobre sus características en los libros de fábrica, apareciendo más en libros de ingeniería militar , además de la fantástica reproducción en la obra de Brueghel, la Torre de Babel del Kunsthistorisches Museum de Viena.

Será a partir del siglo XIV cuando empiezan a proliferar grúas más complejas. La rueda que al principio solo sube la carga verticalmente, aumentando su diámetro de 1-2 metros característicos de los romanos, a 4-6 metros propios de la Edad Media, con lo que llegan a una capacidad de elevación de una tonelada y media a 15 m de altura en dos minutos y medio, para lo que se introducirán engranajes y elementos que incrementan su funcionalidad, aumentando además su seguridad. Por otro lado, gracias al giro de la pluma o pescante, se puede desplazar la carga horizontalmente, mástil que perfila con orgullo el paisaje de progreso como iconos del avance tecnológico que esa época supo desarrollar.

Sin embargo, cuerdas y poleas seguían apareciendo en los contratos de obra medievales como materiales de construcción, junto a cales y piedras, considerándose la máquina de madera como un artefacto provisional, a pesar de su supervivencia durante varios siglos como nos muestran las conservadas en Beauvais y Salisbury y otros ejemplos que veremos, de hecho, hasta el siglo XV en Repúblicas como la veneciana, no será reconocida la independencia de la máquina con todo su valor propio y su aportación tecnológica e innovadora.

Con todo, son muy escasos los ejemplares que se conservan, en su mayoría del siglo XV, y normalmente reconstruidas sistemáticamente a lo largo de los tiempos, pero que han llegado activas hasta principios del siglo XX. Las grúas portuarias solo aparecen como decíamos, en puertos del norte de Europa, no desarrollándose en los países del Mediterráneo dónde se sigue optando por la carga y descarga de mercancías manualmente, por rampas y sin la ayuda de estos poderosos artefactos.

Aparte de las representaciones iconográficas, se tiene constancia de 15 *treadwheels* repartidas por toda Europa[7] como la espectacular holandesa todavía existente milagrosamente en la segunda década de dicho siglo, con dos ruedas unidas a cada lado del eje y que giraban juntas, o las alemanas de Trier, originaria de 1413, con dos brazos, uno de ellos para el contrapeso, y la de Lüneburg de 1379 reconstruida en 1797, siglo XVIII al que pertenece la grúa de Würzburg, además de otra de principios del XVI,

[7] Andrea Matthies "Medieval Treadwheels: Artist´Views of Buiding Construction. Technology and Culture, Vol. 33, Jul. 1992, pp. 510-547.

enteramente de madera, en Rostock. La más antigua conservada es un gran artefacto portuario polaco, la grúa de Gdansk en Danzig, de 1366 y modificada en 1442, que fue incendiada por tropas soviéticas en 1945, perviviendo la parte de fábrica de ladrillo y reconstruyendo la de madera. Se trata de la mayor grúa europea y servía para izar los mástiles de barcos y levantar carga. Sus mecanismos de elevación, dos ruedas de madera de 5 metros de diámetro movidas por hombres, se encuentran entre las dos torres de la Puerta del Espíritu Santo que era una de las entradas a la ciudadela.

Los ingleses conservan un único ejemplar de madera de roble, en Harwich Essex, de 1667 y con 5´8 metros de diámetro y dos ruedas que producen una acción equilibrada. Por su parte en España, conocemos por un grabado de 1585 de Ambrosius Brambilla, la grúa propiedad de la catedral existente en el puerto de Sevilla junto a la torre del Oro, para descargar piedras de 15-20 t que traían los barcos: "sobre un basamento de piedra, se erguía un mástil en cuyo extremo se hallaba un juego de poleas. Esta estructura giratoria, disponía de una gran rueda de madera accionada por un hombre".[8]

En el Renacimiento el motor de desarrollo técnico será la guerra, pero las máquinas que tanto se habían extendido por toda Europa tardomedieval, proliferarán ahora más en los tratados que en la vida real, y en muchos casos, más cerca incluso de la fantasía que de la realidad, como nos presenta esa barca de ruedas cuyos cabrestantes son movidos por seis bueyes, del Tratado militar de 1436 *De Rebus bellicis*, o el de De Re militari de Valturio, mostrando la composición a base de módulos en los artefactos militares, iniciando una nueva filosofía que se había comenzado a desarrollar a finales de la Edad Media, preludiando la modernidad de la ingeniería.[9]

Sin embargo hay una experiencia notable y pionera para el avance de la tecnología de la grúa, llevada a cabo por Brunelleschi para la construcción de la cúpula de la catedral de Florencia, y cuyos dibujos conocemos a través de Leonardo, Giuliano da Sangallo, Taccola, etc.,[10] dibujos que muestran las múltiples novedades introducidas, como los engranajes cilíndricos rotantes, cabrestantes de tres velocidades, rueda con rodamientos antifricción, etc. , formando parte de una grúa gigantesca giratoria, de 20

[8] Juan Clemente Rodriguez Estevez; " La construcción de la catedral de Sevilla (1433-1537)" en A. Serra Desfilis (Coord.): Arquitectura en construcción en Europa en época medieval y moderna. Universitat de Valencia 2010. Pág. 127.

[9] Vittorio Marchis: Storia delle macchine. Tre millenni di cultura tecnológica. Editori Laterza, Roma 1994 pág 66.

[10] Paolo Galluzzi: " Le macchine del cantiere della cupola" en P. Galluzzi: Gli ingegneri del Rinascimento da Brunelleschi a Leonardo da Vinci. Ed.GiuntiFirenze. 2007 pp.99-116.

metros de altura capaz de elevar 13 t de material al día, a una altura de arranque de la obra de 55 m de altura (la catedral de Beauvais tenía 48 m de altura) y con un peso de 37.000 t, accionada por 4 grupos de trabajadores, además de una segunda grúa utilizada después de su muerte para la posterior construcción de la linterna.[11]

Francesco di Girogio buscará la realidad del mecanismo, la esencia de la máquina, preparando una vía de la ingeniería que inauguraría Leonardo da Vinci, interesado en la mecánica de fluídos y en la acción del agua sobre las ruedas hidráulicas, preguntándose por las causas que hacen más o menos eficaz una caída de agua, tras estudiar principios generales de hidrostática e hidrodinámica.

Más adelante, en el siglo XVIII, ciencia y aplicación práctica consiguen aunarse preludiando la revolución industrial que cambiaría profundamente la fisonomía del paisaje en muchos territorios. Mientras tanto, la energía hidráulica y eólica llegan solo en casos excepcionales a superar los 10 KW de potencia por cada máquina motriz, y el uso de la fuerza humana para accionar las ruedas de grúas y otros artefactos apenas sufre variaciones, apareciendo únicamente sistemas para racionalizar su uso a base de utilizar racimos de cuerdas para tirar de ellas al mismo tiempo, como era frecuente encontrar en la hinca de pilotes de la cimentación de puentes.

Enseguida, desde el punto de vista energético en el siglo XVIII, Francia e Inglaterra desarrollarán distintas tecnologías, ligadas a sus propios recursos naturales, así, Gran Bretaña sin el potencial energético hidráulico que caracterizaba por ejemplo al país francés, tenía en cambio carbón y hierro con el que sustituirán a la madera para hacer sus máquinas. "Cada nación busca naturalmente valorar sus recursos propios, y fue Inglaterra con su carbón quien tuvo un dominio técnico hasta 1850. Francia desprovista de esta riqueza, se volvió hacia otros inventos de desarrollo más lejano, y puso en marcha su potencial hidráulico".[12]

Pero en el XVIII, cada pueblo seguía teniendo su molino, sus hornos, con sus propios recursos locales (materiales, energéticos y humanos), constituyendo todavía una sociedad basada en la dimensión territorial del sistema agrario.

De este modo, si a mediados de siglo ingenieros como Smeaton, inician la transición de máquinas para la ingeniería civil, desde las viejas formas

[11] Cesare Guasti: La cupola di Santa Maria del Fiore ilustrata con i documenti dell´archivio dell´Opere Seccolare. Firenze, 1857.

[12] Ph. Laurier: op. Cit. Pág. 124.

derivadas de la energía eólica e hidráulica hacia el vapor, o la enorme repercusión de Stephenson con su gran invento del ferrocarril, Francia por el contrario, con su gran tradición hidráulica, llegará la primera a la creación de turbinas, dando lugar en ambos casos a artefactos totalmente novedosos en formas, materiales y escala, que se irán insertando poco a poco en el paisaje tradicional, hasta llegar a una concentración progresiva de fábricas y artefactos que harán desaparecer todo recuerdo de paisaje rural.[13]

En pleno siglo XIX, en 1822, aparece el término fábrica, aunque no el de industria, y se habla aún de artes y oficios y de manufacturas, Manufacturas Reales (Fundiciones, Fábricas de Vidrio, Arsenales, Ferrerías movidas por potentes mazos, etc.), creadas por los Ilustrados, que demandan más energía dando lugar, ya en el siglo siguiente, al nacimiento de los primeros establecimientos industriales.

Empezaba así a diseñarse una nueva geografía económica y social, y naturalmente un nuevo paisaje para una sociedad de carácter industrial, en el que la energía ocupará un espacio preeminente, al permitir concentrar la producción en la ciudad, frente a la anterior etapa manufacturera, diseminada con sus ruedas hidráulicas e ingenios, por todos los campos.

El XIX es considerado como "El siglo de las máquinas" con un efecto decisivo en nuestra civilización, pues la mecanización definitivamente, en palabras de Giedion,[14] "toma el mando", reduciendo el esfuerzo humano y asumiendo la simultaneidad de las operaciones y los movimientos repetitivos. Sin embargo, tal y como nos señala Marchis,[15] es la energía la que amplifica los efectos de escala debido a las obras de la ingeniería civil, en especial, las infraestructuras viarias y sobre todo ferroviarias, y de distribución de energía, marcando con sus símbolos, puentes, grúas, presas, grandes ruedas y artefactos, antes que los edificios industriales, la transformación del paisaje convertido ahora en escenario de la industria.

Las primeras grúas inglesas fueron totalmente de hierro fundido, grúas que tanto sorprenderían al ingeniero francés J. Dutens,[16] a principios del XIX, por el enorme ahorro de mano de obra que suponía su uso, reclamando para Francia una atención especial. Pero será el hierro pudelado y la experiencia del puente Britannia quien impulse

[13] Véase Maurice Daumas :"Le paysage industriel" en L´Archeologie Industrielle en France. Robert Laffont S.A. París 1980. pp. 13-92.

[14] Sigfried Giedion: La mecanización toma el mando. Ed. Gustvo Gili, Barcelona, 1969.

[15] Marchis : op.cit pp. 191-255.

[16] J.Dutens : Memoires sur les Travaux Publics d´Angleterre. Paris, 1819.

verdaderamente toda la construcción metálica con profundas innovaciones en la técnica constructiva de puentes, edificios, grúas y barcos. William Fairbairn patentará en 1851 una grúa de hierro laminado roblonado, con brazo tubular curvado y con estructura celular formando una viga cajón que le da rigidez y resistencia a torsión y un mejor comportamiento estructural[17] frente a las cargas y al viento.

Accionadas en un principio manualmente, hasta 1857, utilizan después vapor, siendo uno de los primeros ejemplos en emplear este tipo de energía. En la década de los 70 se construyen varias en el puerto de Bristol, en Kent, o ya en España, se puede mencionar la que adquiere en 1874 la Junta de Obras del Puerto de Sevilla a la empresa de Fairbairn en Manchester, montada en el mismo muelle de la sal, junto al puente de Triana, donde se encontraba la vieja grúa de madera anteriormente citada. En 1905 fue trasladada al muelle de Nueva York en la dársena de Alfonso XIII, cauce histórico del río Guadalquivir, donde ha permanecido hasta 2005 y actualmente se encuentra en la cabecera sur del muelle de Delicias, en espera de formar parte del museo del Patrimonio Histórico del puerto.[18]

Finalmente, como grandes artefactos cabe reseñar las gigantescas y espectaculares grúas Hulett en los muelles de Cleveland, patentadas por George Hulett en 1898, y desarrolladas, ya en pleno siglo XX hasta 1992, exclusivamente para los Grandes Lagos de Norteamérica, en especial el lago Erie, pues no eran adecuadas para los puertos marítimos debido a los ajustes a que obligaban los vaivenes de subidas y bajadas por efecto de las mareas. Estas impresionantes grúas revolucionaron el embarque del mineral de hierro, sustituyendo a una numerosa mano de obra que exigía grandes costes y tiempos, mejorando enormemente su capacidad productiva. Alimentadas por energía eléctrica, representan un complejo entramado de brazos y balancines, tolvas y vías de ferrocarril que sin duda singularizaban un espacio de trabajo reconocido por el HAER (*Historic American Engineering Record*) que las ha registrado como lugares de Patrimonio Histórico Nacional.

El otro tipo de artefacto que abordamos en nuestro" paisaje de la energía" es la rueda de palas o noria que permite elevar a gran altura el agua, inmersa en la corriente de un río o de un estrecho canal, y considerada como el más antiguo motor hidráulico de la historia, pues aunque fue descrita por primera vez por Vitruvio hacia el 25 a.c.,, aparece ya

[17] B. Bracegirdle: The Archaeology of the Industrial Revolution. London, Heinemann, 1973.

[18] Patrimonio Histórico Portuario. Grúa Fairbairn. Portal.a.psevilla.com

mencionada en textos sánscritos del siglo IV a.C.[19] y representada en un mosaico del año 469 en Apamée, una ciudad helenística siria, cerca de Hama.

La rueda de cangilones accionada manualmente, sería perfeccionada al añadirle paletas para ser movida por la corriente del agua, naciendo así según P.L. Viollet,[20], la noria, que tendría un gran futuro en Oriente, generalizándose en Siria y en el mundo árabe con quien normalmente la asociamos. En el viaje de Ibn Battûta nos habla de multitud de ruedas elevadoras de agua en Persia o en la vieja Samarkanda que él visita, y que alimentaban la ciudad y sus jardines.

El islam aseguró la continuidad del conocimiento hidráulico existente en las antiguas civilizaciones, especialmente la griega y helenística. Un caso reseñable es el "libro del conocimiento de los ingeniosos mecanismos" de al-Jazari, ya citado, en el que las norias constituyen una parte esencial de los 50 capítulos que comprende. Además de la saqqiya que nos muestra un famoso grabado de este autor, recurriendo a la fuerza animal para imprimir el movimiento a las cadenas de cangilones, subsisten todavía si la brutal guerra actual ha sabido respetarlas, unas monumentales norias gigantescas y ruidosas en los ríos Oronte y Khabur al norte de Siria. En el primero de ellos hay una zona de pendiente escasa y regular, imprescindible para estos artefactos, donde se encuentra la ciudad de Hama, con un grupo de norias de 1,2 3 y 4 ruedas que se insertan en estrechos canales, superando los 20 metros de diámetro. La más reconocible por la presencia de su potente acueducto en cuyas pilas figura la inscripción con la fecha de construcción, 1361, es la Muhammadiya, junto a la Qisriyya y al- Mamuriyya de 1453, con su característico triángulo de fábrica sobre el río para apoyar el eje de madera de la noria, y en el otro extremo, una incisión en el muro del acueducto.

Del mismo tipo, aunque de menor tamaño, son las norias españolas de Córdoba, la Al-Bolafia, construida por los almorávides en 1136-7 para subir el agua hasta el Alcazar, en un extremo de la azuda que eleva la lámina de agua para garantizar su llegada al canalillo que la acoge, a orillas del Guadalquivir, las que describe Al-Idrisi en el Tajo, o la Ñora murciana en Alcantarilla, con 12 metros de diámetro, 36 paletas y cangilones, reconstruida en 1956 con las mismas medidas que la de 1890, igualmente metálica, frente a la originaria de madera del siglo XV.

[19] Louis Renou: La civilisation de l´Inde ancienne. 1950. pp.148-151.

[20] P.L. Viollet "Au-delà de Rome, l´Orient et le Monde Arabe"en L´Hidraulique dans les civilisations Anciennes. 5000 ans d´histoire. Presses de l´école del Ponts et chaussées, Pris, 2000 . pp.221-260.

Muy distinto es el caso de países del Extremo Oriente como China con ruedas elevadoras muy tempranamente, en el 80 d.C., aunque es también en la Edad Media, a partir del siglo XII, cuando proliferan debido a la necesidad de riego del cultivo del arroz, extendiéndose al Turkestán, Japón hacia el 800, y Corea en el siglo XV y resto del mundo. Se trata de norias de extremada ligereza, hechas a base de madera y bambú por lo que pueden ser movidas por pequeñas corrientes de agua. Las más célebres son de la región de Lanzhou, en el curso superior del río Amarillo, alcanzando 15 metros de altura y dispuestas de forma espectacular en batería, aportando un carácter frágil y dinámico a un paisaje curiosamente lleno de serenidad.

En el Renacimiento, un gran ingeniero hidráulico, Francesco di Giorgio, nos ofrece norias en las que introduce algunos refinamientos tecnológicos que casi anticipan las turbinas de Bazacle en Toulouse estudiadas por Belidor, preparando, como decíamos más adelante, el camino de la ciencia de la ingeniería a Leonardo da Vinci, con su interés por la mecánica de fluidos y las ruedas hidráulicas.

En el siglo XVII las máquinas hidráulicas se utilizan para el bombeo de agua para el abastecimiento de ciudades, como el que ofrecía París junto al puente de Notre Dame, para elevar las aguas del Sena, o el caso de la ciudad de Béziers dónde todavía se alza majestuosa la silueta familiar de su molino Cordier, nombre del ingeniero que transformó los molinos medievales en una enorme bomba de agua, gracias a un equipamiento de ruedas, convirtiendo esta ciudad en una de las primeras de Francia en tener agua potable y abundante. Pero sin duda alguna, el más espectacular artefacto inaugurado en 1684 por Luis XIV fue la "Máquina de Marly", la más grande que jamás se había realizado, con el objetivo de llevar el agua del Sena a Versalles para alimentar al palacio y sus fuentes, salvando un desnivel de 163 metros. Constituido por 14 ruedas trabajando al unísono para equilibrar su energía, accionaban 235 bombas aspiradoras y expulsoras que bombeaban hasta 5000 metros cúbicos al día,[21] con una relevancia tecnológica nunca antes vista, y un impacto paisajístico que causaba estupor y maravillaba.

En el XVIII la hidráulica adquiere un gran desarrollo tanto a nivel teórico como práctico, gracias a ingenieros como Antoine Parent que en 1704 se preguntaba sobre la velocidad periférica óptima de una rueda respecto a la de la corriente en la que estaba inmersa. Son muchos los experimentos y pruebas que se realizan para averiguar las condiciones de máximo

[21] El Viajero Ilustrado. 15 de septiembre 1880.

rendimiento de una rueda identificando el problema clave, a saber, la conversión de la energía hidráulica en energía mecánica.

Hacia 1850 el vapor sustituía claramente a las máquinas hidráulicas, sobre todo en Inglaterra, frente al resto de Europa que avanzaba más lentamente. Las ruedas de palas se transforman en modernas turbinas de perfiles hidrodinámicos muy eficaces que irán optimizando su configuración gracias a ingenieros como Fourneyron, Poncelet, Weisbach, Kaplan o Francis, cuyas turbinas hidráulicas producen ya energía eléctrica.

Nuestro último icono seleccionado es la rueda Laxey, en la isla de Man en el mar de Irlanda, que fue diseñada por Robert Casement en 1854 para bombear agua de la Mina Laxey . Con más de 22 metros de diámetro, es probablemente la última de las grandes norias de accionamiento hidráulico, debido a la ausencia de carbón en la isla imprescindible para una bomba de vapor. Fuera de uso en la actualidad, tras el cierre de las minas en 1929, es desde 1989 Patrimonio Nacional.

La emblemática noria de Viena o Riesenrad, de 1897, situada en el Prater, el parque de atracciones más antiguo del mundo para celebrar el 50 aniversario del reinado de Francisco José de Austria, cierra nuestra exposición de artefactos. Con sus casi 65 metros, fue una de las norias más altas del mundo. Formada por cables de acero a tracción, el movimiento se ejerce eléctricamente desde la base, y los tradicionales cangilones de agua, se han transformado aquí en cabinas que recogen a personas. Emblema de la ciudad, con ella el paisaje de la energía deja de ser escenario y se ofrece como atracción de un turismo consumista y devorador.

LISTA DE REFERENCIAS

LYNN WHITE, Jr. (1969) : *Technologie medieval et transformations sociales*. Paris, p. 138

LAURIER, Philippe (1996) «Laviers et plans inclines. La première révolution technique 8000 à 500 av.J.C.» en *Les machines de construction de l´antiquité à nos jours. Une histoire de l´innovation*. Presses de l´École Nationale des Ponts et chaussées, Paris, pp. 13-55.

STRANH, Sigvar (1984): *Historia de la Máquina*. Ed Raices. Madrid.

CHOISY, Auguste (1904): *L´Art de bâtir chez les Egyptienes*. Libraire G. Baranger Fils, Paris.

GRAZIANI, A. (2002): «Los equipos de obra y los medios auxiliares en la Edad Media» en A.Graziani (Ed*.) La técnica de la arquitectura medieval*. Universidad de Sevilla. Secretariado de publicaciones. Sevilla, pp. 187.

MATTHIES, Andrea: «Medieval Treadwheels: Artist´Views of Buiding Construction». *Technology and Culture*, Vol. 33, Jul. 1992, pp. 510-547

RODRIGUEZ ESTEVEZ, Juan Clemente (2010): «La construcción de la catedral de Sevilla (1433-1537)» en A. Serra Desfilis (Coord.): *Arquitectura en construcción en Europa en época medieval y moderna*. Universitat de Valencia. pp. 127

MARCHIS, Vittorio (1994): *Storia delle macchine. Tre millenni di cultura tecnológica*. Editori Laterza, Roma, pp. 66.

GALLUZZI, Paolo (2007): «Le macchine del cantiere della cupola» en P. Galluzzi: *Gli ingegneri del Rinascimento da Brunelleschi a Leonardo da Vinci*. Ed.GiuntiFirenze, pp.99-116

GUASTI, Cesare (1857): *La cupola di Santa Maria del Fiore ilustrata con i documenti dell´archivio dell´Opere Seccolare*. Firenze.

DAUMAS, Maurice (1980): «Le paysage industriel» en *L´Archeologie Industrielle en France*. Robert Laffont S.A. París, pp. 13-92

GIEDION, Sigfried (1969): *La mecanización toma el mando*. Ed. Gustavo Gili, Barcelona.

DUTENS, J. (1819): *Memoires sur les Travaux Publics d´Angleterre*. Paris, 1819

BRACEGIRDLE, B. (1973): *The Archaeology of the Industrial Revolution*. London, Heinemann.

PATRIMONIO HISTÓRICO PORTUARIO. Grúa Fairbairn. Portal.a.psevilla.com

RENOU, Louis (1950): *La civilisation de l´Inde ancienne*. pp.148-151.

P.L. VIOLLET (2000) : *«Au-delà de Rome, l´Orient et le Monde Arabe» en L´Hidraulique dans les civilisations Anciennes. 5000 ans d´histoire*. Presses de l´école del Ponts et chaussées, Paris, pp.221-260

EL VIAJERO ILUSTRADO. 15 de septiembre 1880

Comunicaciones

Sin presentación en sesiones

Desmantelamiento de la central nuclear de Vandellòs-I
Estrategias de reciclaje industrial

Carlos Gonzalvo
Albert Samper

Carlos Gonzalvo (Zaragoza, 1991) es estudiante en la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de la Universitat Rovira i Virgili, en Reus. Miembro de los Grupos de investigación "Geometría Aplicada" y del "Centro de Análisis Integral del Territorio". Socio fundador de Arquitectura Beta, blog de Arquitectura sin construir. Actualmente está realizando el proyecto final de carrera en la propia Central Nuclear de Vandellòs-I, objeto de este estudio.

Albert Samper (Tarragona, 1984) Arquitecto y Máster en Teoría y Práctica del Proyecto Arquitectónico por la UPC. Doctor Ph.D por URV en el programa de Urbanismo, Arquitectura y Edificación. La línea central de su investigación es el análisis geométrico de elementos arquitectónicos, desarrollada en el grupo de investigación "Geometría Aplicada". Actualmente es profesor de varias asignaturas de la Escuela de Arquitectura de la URV y de la Escuela de Diseño de la URL.

Febrero de 2016

The decommissioning of the nuclear power plant Valdellòs-I
Industrial recycling strategies

ABSTRACT

We argue in the paper some strategies and passive methodologies in order to decommissioning while providing a new use to the second oldest Nuclear Power Plant in Spain. This industrial area placed next to the sea has suffered several accidents and normal wear over the years, which involved its closure before planned date. Its location was fundamental during the construction and operation, but it has had a direct involvement in the development and future of the landscape since its useful life ended.

That effort needs to be complemented by a theory on how to reuse its over 20 hectares encouraging the value of the technology, evolution, landscape and scale. The main objectives of this study are: optimization of decommissioning costs, reuse of wastes, integration of different types of trees for absorbing the CO_2 produced during the development process and finally a temporary control of all these actions to make more efficient the full process.

Economic data, schedule, and decommissioning process are used from other similar plant in Spain, José Cabrera Nuclear Power Plant (Zorita, Guadalajara) in order to develop the actual study on Vandellòs-I. Both plants are alike on technical, geometric and site characteristics. Based on technical information provided by ENRESA, public company entrusted with the nuclear decommissioning in Spain, we propose a change of use of it. An alternative use to the nuclear energy production is proposed once its useful life ends. The new use has to be linked with people and especially with the proprieties of this kind of energy plants.

Proton Therapy Research Center is the new use suggested for this old used nuclear plant. It is a technique in the fight against cancer. Despite the real demand, Spain has not a similar installation for patient treatment. Specific features in protection against radioactivity are the main reason for the elevated cost for this kind of centers. For all these reasons, we present this study in order to contribute to the economical, technical and energetic viability on recycling this equipment for sanitary purposes.

KEY WORDS

Vandellòs-I, proton therapy research center, landscape, energy, reuse.

RESUMEN

En este estudio planteamos estrategias y metodologías pasivas para desmantelar y al mismo tiempo dotar de un nuevo uso a la segunda central nuclear más antigua de España. Este equipamiento industrial situado al lado del mar ha sufrido a lo largo del tiempo un desgaste y un incidente que implicó su cierre antes de la fecha prevista. El emplazamiento fue clave a la hora de la construcción y el funcionamiento, pero una vez finalizada la vida útil, ha tenido una implicación directa en el desarrollo del territorio, afectando negativamente al funcionamiento y a la actividad de su entorno.

Ante tales consecuencias, se plantea un ejercicio teórico de cómo reciclar las 20 hectáreas potenciando su valor tectónico, histórico y paisajístico. Se trata de dar un sentido sensible al entorno inmediato y una actitud constructiva para acometer el reciclaje de las estructuras existentes, ofreciendo un uso que esté vinculado a las características de la central. Los principales objetivos que se desarrollan en este proceso de transformación son los siguientes: optimización del coste económico, aprovechamiento de los residuos generados, incorporación de mecanismos vegetales que permitan una compensación de CO_2 y un control temporal de estas acciones para que el rendimiento sea mayor durante el proceso de desmantelamiento.

Para realizar el análisis, partimos de los datos económicos, temporales y de ejecución de obra aplicados al desmantelamiento que se está llevando a cabo en la Central Nuclear de José Cabrera (Zorita, Guadalajara, España). Estas dos centrales nucleares tienen características técnicas, geométricas y de emplazamiento similares. A partir de la información técnica facilitada por ENRESA, empresa pública encargada de desmantelar instalaciones nucleares en España, se plantea un cambio de uso y se propone un programa alternativo a la producción energética, que esté vinculado con las características de estas infraestructuras.

El nuevo uso que se propone es un centro de investigación y tratamiento con Protonterapia. Se presenta como una técnica en la lucha contra el cáncer. En España existe una demanda elevada de este tipo de tratamiento.

Por todo lo anterior, presentamos un estudio de viabilidad económica, constructiva y energética para aprovechar un equipamiento en desuso con fines sanitarios.

PALABRAS CLAVE

Central Nuclear Vandellòs-I, desmantelamiento, centro de protonterapia, territorio, energía, cambio de uso.

ESTADO DE LA CUESTIÓN

Es conocido, que en el territorio existen construcciones industriales que han quedado obsoletas a lo largo del tiempo y que actualmente se encuentran en abandono. Esto se debe por un lado al final de la vida útil y por otro lado, a la posición de los Gobiernos en políticas energéticas y de desarrollo. Concretamente, las Centrales Nucleares han polarizado[1] (57.179 GWh, 21,41% de la producción energética de España en el año 2014) junto con otros tipos de productores, como centrales de carbón (46.264 GWh, 17,32%) o parques eólicos (51.439 GWh, 19,26%), la mayor parte del sector energético en España. En esta última década se observa una degradación de la mayor parte del sector energético, quedando estas infraestructuras obsoletas y en desuso.

La Central Nuclear de Vandellòs-I está situada en la línea de costa del municipio de l'Hospitalet de l'Infant (Tarragona). Fue la segunda central nuclear construida en España en la década de los 60. A pesar de que este tipo de industria suele tener una vida útil de unos 40 años, ésta tuvo que cerrar antes de lo previsto a causa de un incidente producido en su sistema de refrigeración en el año 1989[2], solamente 17 años después desde su puesta en servicio.

La primera fase del desmantelamiento se llevó a cabo entre los años 1998 y 2003. El coste fue de 94.600.000 € y se generaron más de 15.000 toneladas de residuos convencionales[3].

---

[1] Red Eléctrica de España. "Balance eléctrico, potencia instalada y red de transporte" en: *El sistema eléctrico español – Avance del informe de 2014*. pp. 7, Madrid, 2014.

[2] Diario ABC. "*El Parlamento catalán aprobó por unanimidad que la Central Nuclear de Vandellòs-I no vuelva a funcionar*". pp. 20, Barcelona, 18 de Noviembre de 1989.

[3] ENRESA. "El desmantelamiento en cifras" en: *Memoria del Desmantelamiento 1998-2003, Central Nuclear Vandellòs-I*. 4ª edición, pp. 69-69, Madrid, 2013.

Está previsto que el desmantelamiento finalice en el año 2028[4], completando el derribo de las estructuras que todavía quedan en pie. Por ello, se prevé que, seguirá aumentando la cantidad de recursos empleados para su demolición completa: económicos y energéticos con la repercusión ecológica que esto implica. Por todo lo anterior, se analiza el potencial que tiene este tipo de infraestructuras industriales, para su puesta en valor (figura 1). Se propone la posibilidad de reciclar este complejo industrial y dotarlo de un nuevo uso.

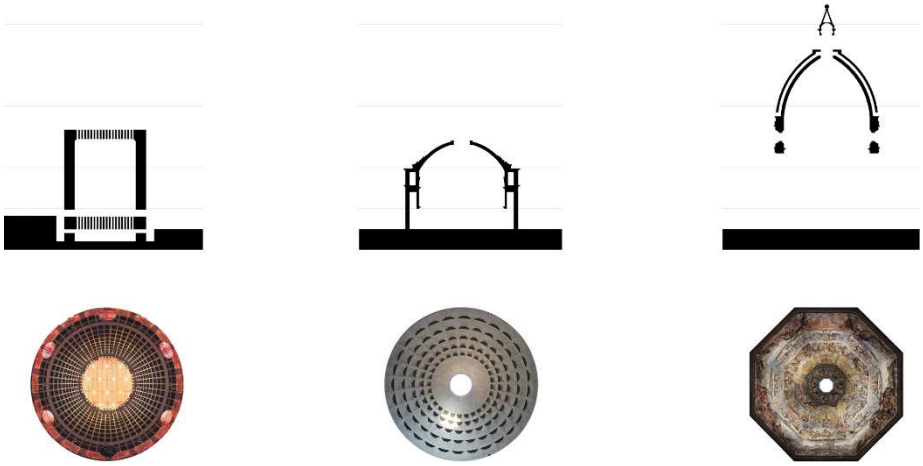


Figura 1. Mostramos a modo de esquemas la escala volumétrica que tiene la Central Nuclear en comparación con otros edificios históricamente singulares. De izquierda a derecha: Reactor nuclear de Vandellòs-I (1968 - 1972); Panteón de Agripa (118 - 125) y Santa María del Fiore (1296 - 1418). (Fuente fotográfica: Archivo Municipal Vandellòs i l'Hospitalet de l'Infant, Panoramio Google Maps)

> *"(…) La Central Nuclear de Vandellòs-I se conectó por primera vez a la red eléctrica el 6 de marzo de 1972. El 19 de octubre de 1989 ocurría un incidente en la planta nuclear, un incendio originado en el segundo grupo turboalternador, aunque el suceso no tuvo implicaciones radiológicas, supuso el cese de actividad por la suspensión del permiso de explotación por orden ministerial, Vandellòs-I cesó su actividad después de 17 años de servicio. (…) La planta de la central nuclear, hoy se encuentra en proceso de desmantelamiento. (…) Concluido este periodo de latencia, en el año 2028, dará comienzo el último nivel de desmantelamiento, en el que se retirará el cajón del reactor y sus estructuras internas, liberándose así la totalidad del emplazamiento (…)".*[5]

[4] ENRESA. "Desmantelamiento y Clausura Central Nuclear José Cabrera" en: *XVI Reunión Comité Información CN José Cabrera*. Almonacid de Zorita, 2015.

[5] Juan Fernando Ródenas et Al. "Antonio Bonet. El poblado de Hifrensa (1967-1975) y el desmantelamiento de la central nuclear de Vandellòs-I en proceso de transformación". *Actas del II Congreso Internacional sobre Permanencia y transformación en conjuntos históricos*: 13, 14, 15 y 16 de febrero de 2012, Valencia.

En Europa encontramos experiencias consolidadas similares que han reciclado algunas estructuras en fase de abandono. A modo de ejemplo se citan tres proyectos: Duisburg-Nord Park (1990-2002), diseñado por Peter Latz en una planta de producción de carbón y acero en Duisburg; Zollverein Park (2001-2010), cuyo arquitecto fue Rem Koolhaas que intervino en un complejo industrial de la mina del carbón en la ciudad de Essen; y finalmente la Tate Modern (2000) diseñada por Herzog & de Meuron en una central de energía de Bankside en Londres.

En la costa mediterránea española existen instalaciones industriales similares a las citadas anteriormente, concentradas en su mayoría, en las provincias de Tarragona y Barcelona y que están pendientes de demolición o a punto de agotar su vida útil en los próximos años. Valga de ejemplo, la Central Térmica del Besós Fecsa-Endesa en Barcelona, la cementera de CEMEX Vallcarca en Sitges o la cementera CEMEX de Alcanar en la provincia de Tarragona (figura 2).

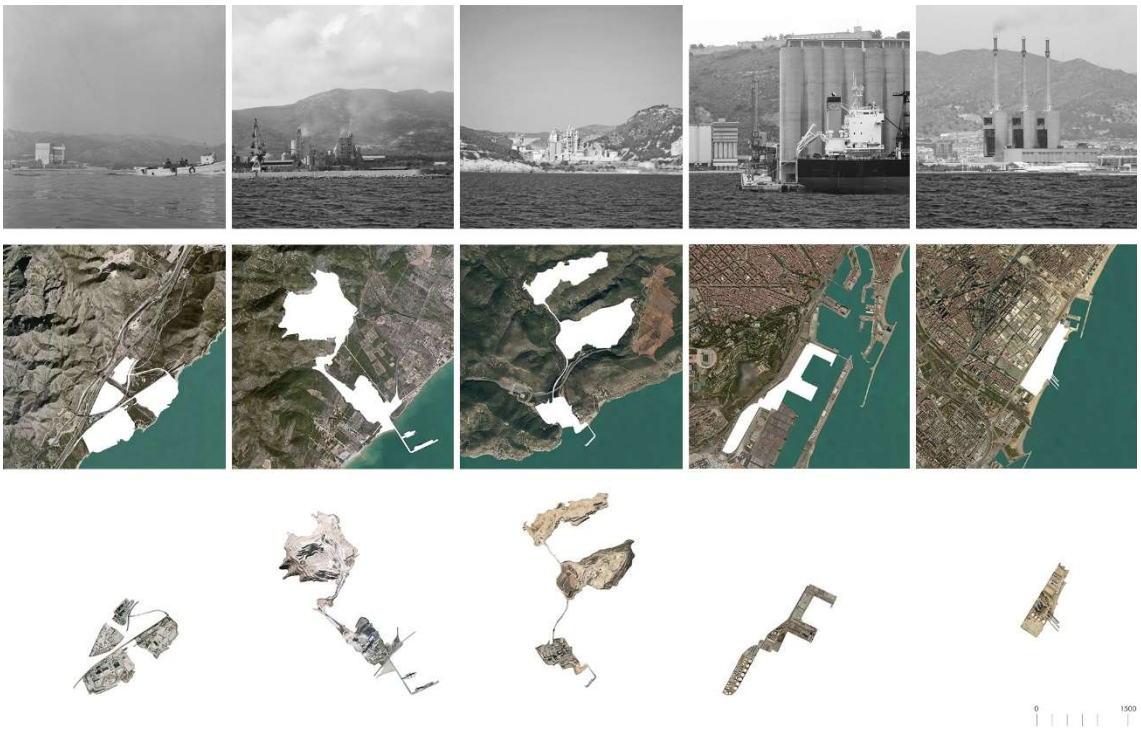


Figura 2. Patrimonio industrial de la costa mediterránea española; de izquierda a derecha: Central Nuclear de Vandellòs-I (Fuente fotografía: Archivo Municipal Vandellòs i l'Hospitalet de l'Infant), Cementera de Alcanar, Cementera de Sitges, Silo del Puerto de Barcelona y Central Térmica del Besós (Fuente fotografías: Panoramio Google Maps).

PROPUESTA: METODOLOGÍAS DE INTERVENCIÓN

Como ya se ha apuntado, en este trabajo se presenta un estudio detallado que plantea estrategias para la puesta en valor de la Central Nuclear de Vandellòs-I, como representación de una etapa industrial en España. Al

mismo tiempo que se desmantela, se propone un nuevo uso, una vez agotado el periodo actual de latencia.

Descripción de los recursos existentes

A continuación, se enumeran los recursos existentes, tanto materiales como naturales, en el ámbito de la central que permitan entender este ámbito como un lugar de oportunidad. Estos recursos se utilizarán para el desarrollo de una propuesta de desmantelamiento "a largo plazo" más detallada y precisa que permita reciclar todas las estructuras, en lugar de plantear su demolición completa para el año 2028.

- Recursos naturales de la unidad del paisaje[6]:
  - Superficie unidad: 8.131,00 hec (100,00%),
  - Espacio construido: 366,70 hec (4,51%),
  - Cubierta vegetal: 7.230,90 hec (88,93%),
  - Espacio agrícola: 513,87 hec (6,32%)
  - Cordillera prelitoral: 716 m de distancia desde la línea de costa,
  - Pico máximo: 728 msnm (el Molló Puntaire),
  - Morfología litoral y láminas de agua: 19,51 hec (0,24%),
- Recursos materiales C.N. Vandellòs-I (elaboración propia):
  - Ocupación: 20,00 hec (0,25% de la superficie de la unidad)
  - Superficie asfaltada: 44.740,00 m^2,
  - Restos de pavimentos: 5.620,00 m^2,
  - Bordillo con rigola: 5.720,00 m,
  - Verja metálica: 14.836,00 m^2,
  - Estructura de hormigón: 189.042,00 tn,
  - Estructura de acero: 32.901,00 tn,
  - Chapa metálica: 375,00 tn,
  - Superficie útil disponible: 21.098,00 m^2,
  - Volumen útil cubierto: 143.707,00 m^3.

Metodologías de intervención

En esta sección se exponen los pasos que forman parte del proceso teórico de transformación del ámbito de la central nuclear de Vandellòs-I en un nuevo centro de tratamiento e investigación con Protonterapia. A partir del análisis de los materiales y estructuras disponibles se encuentra este programa análogo que necesita unas condiciones en la protección radiactiva similares a las de la central nuclear. Por lo tanto, todas las acciones que se llevarán a cabo entre 2016 y 2028 servirán para la

[6] Observatori del Paisatge. "Unitat de Paisatge 14 : Muntanyes de Tivissa – Vandellòs" en: Catàleg de paisatge del Camp de Tarragona. Tarragona, 2012.

transformación y adaptación de esta central en un centro de Protonterapia (figura 3).

La primera fase de intervención contempla la transformación del ámbito nuclear. Hacerlo accesible, adaptar el sistema viario a las nuevas necesidades y eliminar el límite actual entre el interior y el exterior. A partir de 2028, cuando las edificaciones sean accesibles se comenzará la fase de ocupación.

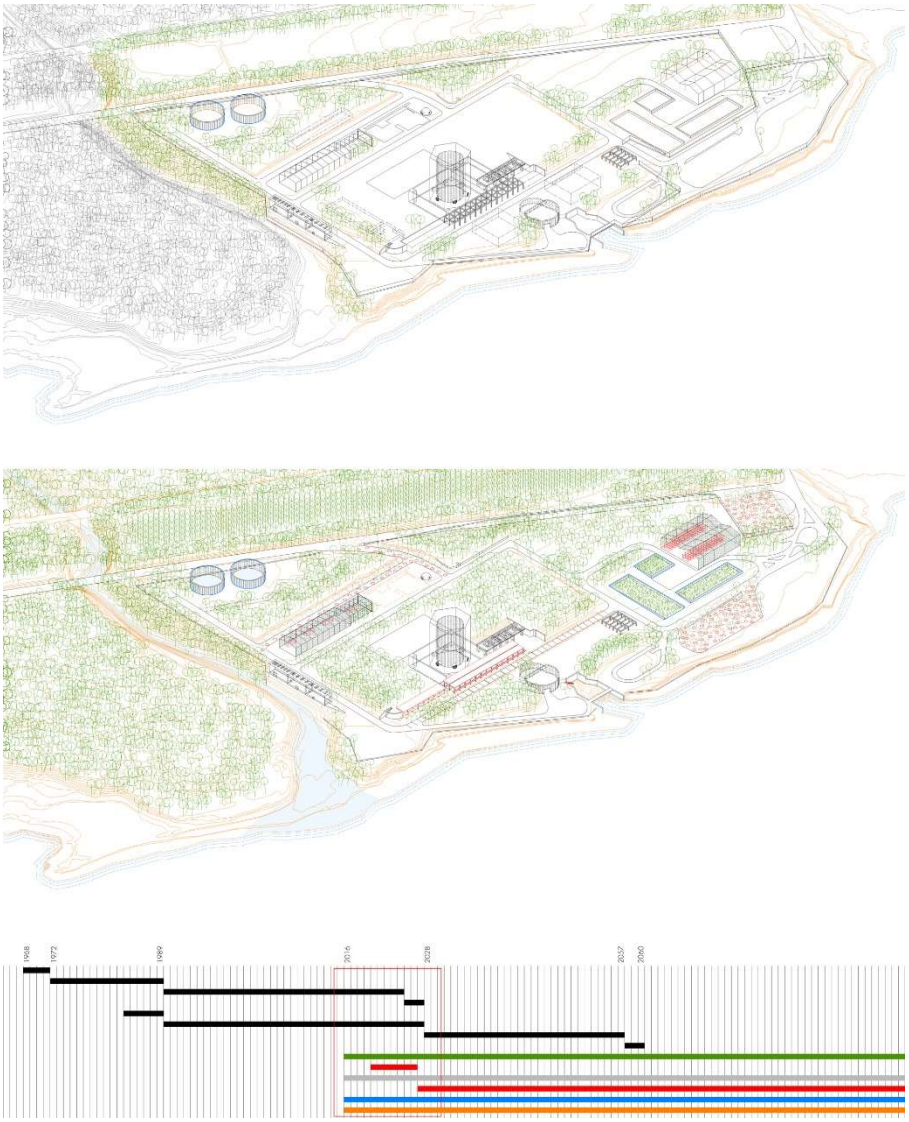


Figura 3. (Superior) Axonometría del estado actual de la C.N. Vandellòs-I 2016, (inferior) Axonometría propuesta centro de investigación y tratamiento con Protonterapia para 2028 y desarrollo de las fases (1965 – 2100) del reciclaje industrial propuesto. Ámbito de estudio propuesto 2016 - 2028. (Verde: vegetación, naranja: topografía, azul: agua, gris: urbanización, negro: obra existente, rojo: propuesta de ocupación).

"(…) La Arquitectura Moderna ha apostado por la eterna juventud. La tersura de una piel sin manchas ni arrugas parece ser el objetivo de la imaginería contemporánea. Pero el tiempo pinta con el pincel de la lluvia y el color de la suciedad. Lo que se deposita siempre es

porquería, pero si subraya el carácter del edificio, la forma del elemento constructivo o la incidencia de la luz, le llamamos pátina. (…) Hay que saber envejecer (…)".[7]

1. Tratamiento de límites: La construcción de estas infraestructuras se impone sobre el territorio. Es decir, no existe ninguna relación entre el ámbito interior de estas construcciones y el entorno. La primera acción que se lleva a cabo es para fomentar una relación reciproca que permita a este recinto responder al entorno. Supone el derribo de la doble verja metálica perimetral que la rodea actualmente para hacerlo accesible, como sucede en ejemplos ya apuntados anteriormente de Duisburg-Nord Park o Zollverein Park. Con esta operación se dota a este lugar de un carácter público que a día de hoy no lo tiene.
2. "Despavimentar": El sistema viario actual cuenta con una superficie asfaltada de 44.740 m^2. Un 70% del sistema se aprovecha; por ello, se estudia la posibilidad de debilitarlo con el paso del tiempo. Se propone realizar una serie de cortes cada 5 metros. Estas nuevas juntas permitirán que el asfalto vaya deteriorándose con la vegetación que le rodea y también por los agentes atmosféricos.[8] Por otro lado, el 30% restante se propone la plantación de arboles al tresbolillo cada 6 metros. Se seleccionan especies autóctonas, como por ejemplo el *Pinus Pinea*, por las características de sus raíces. Junto con un riego superficial permitirá quebrar lentamente el asfalto considerado.

   "(…) Las raíces forman un complejo multiestratificado potente, compuesto de una raíz principal muy gruesa que aborta pronto y raíces secundarias laterales que se desarrollan en el plano horizontal. El sistema radical, además del imprescindible anclaje al suelo, está adaptado para extraer el agua que necesita el árbol a partir de una notable profundidad (…)".[9]

3. Ocupación: La propuesta de intervención (figura 4) debe tener el mínimo impacto sobre el entorno y las estructuras existentes. A partir del análisis realizado de las estructuras disponibles (figura 3 - superior) se concluye que no es necesaria la construcción de edificios de nueva planta. Se aprovechan todas las estructuras disponibles. Con 21.098 m^2 de superficie útil se garantiza la

[7] I. Paricio. *Pátina o suciedad*. Editorial Bisagra, 2002.

[8] F. González. *Meteorologia i climatologia a l'entorn del municipi de Vandellòs I l'Hospitalet de l'Infant*. Ajuntament de Vandellòs i l'Hospitalet de l'Infant, 1998.

[9] AA.VV. "Generalidades" en: El Pino Piñonero en Andalucía : Ecología, distribución y selvicultura. Andalucía, 2004: Andalucía, consejería del Medio Ambiente, pp. 13.

construcción del nuevo centro de investigación y tratamiento. A partir de las estructuras de hormigón armado disponibles, se propone intervenir con una estructura ligera de madera de pino superpuesta a la estructura existente con uniones en seco. Otras estrategias constructivas que también se desarrollan en esta intervención son:

a. Disminución de la demanda material: optimizando las soluciones constructivas empleadas para utilizar menos materiales por m^2 útil.
b. Aumento de la eficiencia: utilizando materiales de menor mochila ecológica, energía, residuos y emisiones en la producción. Se elige la madera de pino como material para realizar todas las intervenciones sobre las estructuras de hormigón existente: empresillado de jácenas de madera en pilares de hormigón para realizar apoyos para nuevos forjados a partir de piezas prefabricadas de madera ó cerramientos verticales con paneles laminados encolados.
c. Naturaleza reversible: de los materiales que se incluyen en la propuesta. El 96,42% de los materiales utilizados se podrá reutilizar una vez finalizado el uso propuesta. El 3,58% restante será fácilmente reciclable en centros de tratamiento de materiales.
d. Aprovechamiento de recursos del lugar: analizando los materiales disponibles para transformarlos en nuevos componentes para la construcción del centro. Respecto el 100,00% de nuevos materiales que se emplearían en un edificio de nueva planta, en este proyecto es del 7,63%. Estos materiales reciclados son: áridos para la elaboración de hormigón "reciclado"[10] a partir del fresado de todas las superficies; la trituración in-situ de restos convencionales para la transformación en zahorras[11] ó la fundición de restos de pavimento de asfalto[12] para obtener el nuevo pavimento interior.

[10] AA.VV. "Rheology of fresh concrete with recycled aggregates" en: *Construction and Building Materials*. Vol. 73, pp. 407-416, 2014.

[11] Asociación Española de Gestores de RCD (GERD). "Áridos reciclados como material granular en firmes" en: *Guía española de áridos reciclados procedentes de residuos de construcción y demolición*. pp. 268, 2014.

[12] Asociación Nacional del Asfalto Fundido (ASNAFU). "Componentes, clasificación y espesor usual de los asfaltos fundidos" en: *Prescripciones y ténicas comunes a los asfaltos fundidos*. Edición 1, pp. 7-8, 2010.

e. Reciclaje de las estructuras existentes: proponiendo un cambio de uso en función de la tipología estructural que disponen, las necesidades del nuevo uso y de su emplazamiento dentro del "Masterplan". Algunas de las edificaciones en las que se actúa son:

Uso actual	Superficie (m^2)	Uso propuesto
Reactor nuclear	7.866	Área tratamiento con Protonterapia
Oficinas	1.160	Laboratorios
Control de acceso	548	Punto de reunión
Almacén 1	1.700	Residencia de pacientes
Almacén 2	2.320	Zona colectiva de talleres
Estación de bombeo	1.130	Sala polivalente y auditorio
Silo de grafito	526	Aulario
Usos auxiliares	5.848	Depósitos, depuración, …

Tabla 1: Propuesta de ocupación estructuras disponibles.

4. Sumideros: para garantizar que las emisiones de CO_2 producidas durante el proceso de transformación tiendan a ser nulas. Por ello, se propone la reforestación de nuevas superficies. Primero, se cuantifica cuánto CO_2 emite cada una de las intervenciones realizadas (Tabla 5-6, Apartado "Justificación de recursos empleados"). Seguidamente. se detecta que las especies autóctonas, como el *Pinus Pinea* (0,17 tn/año), *Quercus Coccifera* (0,13 tn/año), *Rosmarinus Officinalis* (0,08 tn/año) ó *Cistus Creticus* (0,01 tn/año) no tienen la capacidad suficiente de absorción. Por ello, se propone la plantación de nuevas especies que sean compatibles con las especies autóctonas, como por ejemplo *Salix Alba* (0,90 tn/año) o *Populus Alba* (0,67 tn/año).

   "Un sumidero es todo proceso o mecanismo que hace desaparecer de la atmósfera un gas de efecto invernadero. Un reservorio dado puede ser un sumidero de carbono atmosférico si, durante un intervalo de tiempo, es mayor la cantidad de carbono que entra en él que la que sale de él".[13]

5. Cronología: El proceso de reciclaje de la central nuclear forma parte de un periodo de tiempo más amplio. Inició en el año 1967

[13] AA.VV. *Guía para la estimación de absorciones de dioxido de carbono*. Versión 2, Madrid, Abril 2015.

con la construcción de la central y finalizará en 2100, una vez el nuevo uso haya finalizado. A partir de entonces, se deja en manos de los elementos naturales y el paso del tiempo el desmantelamiento final de la central. Para obtener a largo plazo los resultados previstos, es necesario el desarrollo de unas fases claras que lo garanticen. Se propone la organización en el tiempo de todas las intervenciones explicadas anteriormente, desde el año 2016 hasta el 2028 (figura 3 - Cronología).

Figura 4. (Izquierda) Fotografía aérea del estado actual de la Central Nuclear de Vandellòs-I (Autor fotografía: Lagerev Vladimir, en: Panoramio Google Maps), (Derecha) Imagen explicativa de la implantación (Elaboración propia).

RESULTADO DE LA INTERVENCIÓN

Una vez haya finalizado el periodo de latencia en el año 2028, se propone aprovechar la totalidad de las estructuras para el desarrollo del centro de investigación y tratamiento con terapia de protones.

Se presenta la Protonterapia[14] como un tipo de tratamiento con radiación contra el cáncer. Este tratamiento permite una liberación más precisa y localizada de la radiación en el tumor. Esto conlleva una mejor distribución de la dosis en el tejido tumoral y una mayor preservación del tejido sano circundante.[15] En España no hay ninguna instalación de este tipo, pese que la demanda real sea muy elevada.[16] Según los cálculos que se muestran a continuación serían necesarios más de 7 centros para satisfacer la demanda actual. Un total de 11.064 pacientes podrían tratarse con este tratamiento cada año. Los tipos de tumores más comunes que se

[14] J. Bernabéu. "El IFIMED: Investigación en Imagen y Aceleradores aplicada a la Medicina" en: *Coloquios IFIC*. Valencia, 2007.

[15] M. Solans, C. Almazán, J.A. Espinàs. La Protonterapia en el tratamiento del cáncer. Barcelona: Agència de Qualitat i Avaluació Sanitàries de Cataluña, 2014.

[16] I. Petschen. "Estudio epidemiologico" en: *IFIC Protonterapia*. Valencia, 2006.

tratarán son el cáncer de próstata (4.186 pacientes/año), cáncer de páncreas (1.357) ó cáncer vesical (1.271), entre otros.

Factores	Unidades de medida
Sesión	Cada sesión dura 30 minutos al día,
Salas de tratamiento	Cada centro tiene como máximo 5 salas,
Horas día	Se cuentan 2 turnos diarios de 7 horas cada uno,
Días hábiles	260 días de trabajo al año
	Un total de 36.400 sesiones/año

Tabla 2: Sesiones anuales disponibles en un centro de tratamiento tipo.

Si cada paciente necesita una media de 25 sesiones, se cuantifican 1.456 pacientes cada año. Si dividimos la demanda actual de 11.064 pacientes por año y la capacidad que tendrían, como máximo, cada centro se obtiene que en España serían necesarios más de 7,59 centros.

En el año 2006, el Instituto de Física Medica del Hospital de Valencia (IFIMED)[17] hizo una ante propuesta para construir el primer centro de investigación y tratamiento con Protonterapia. El elevado coste de ejecución y mantenimiento lo hizo inviable. Estos centros técnicos están presupuestados entre 94M€ y 158M€, además de un mantenimiento anual superior a los 24M€ por centro.

Por otro lado, desmantelar una central nuclear oscila entre 135M€ y 334M€. Por ello, se estudia la viabilidad de incluir un centro con Protonterapia en Vandellòs-I, con la reducción de recursos utilizados que ello implicaría.

Las condiciones técnicas que se requieren en estos centros médicos son las mismas que se disponen en una central nuclear. Por ejemplo, los muros de hormigón pesado superiores a 2,50 metros de espesor (resistencia: 50 kg/m^3, densidad: 2.800 kg/m^3), los espacios destinados a bunkers (superior a 900 m^2) y también por situarse alejados de los núcleos habitados. Únicamente se repiten en el interior de un reactor nuclear.

[17] AA.VV. "Memoria Cientifico-Técnica" en: *Instituto de Física Médica: Investigación en Imagen y Aceleradores aplicada a Medicina*. Valencia: IFIC, Junio 2007.

Figura 5. (Fotografía izquierda) Construcción del sótano de la Central Nuclear de Vandellòs-I (Fuente fotografía C.N. Vandellòs-I: ENRESA, Archivo Municipal Vandellòs i l'Hospitalet de l'Infant). (Fila superior) Proceso de construcción de un centro de protonterapia: Encofrado de muros de hormigón, construcción del búnker anti radiactivo y colocación del ciclotrón. (Fila inferior) Centro de Protonterapia en funcionamiento: Sala del ciclotrón en servicio, línea de haz de distribución de energía a las diferentes salas y sala de tratamiento con un gantry móvil (Fuente fotografías Protonterapia: The Perelman Center for Advanced Medicine, Hospital of the University of Pennsylvania).

JUSTIFICACIÓN DE RECURSOS

En este apartado se desarrolla la justificación de recursos utilizados en las hipótesis de desmantelamiento y propuesta. La metodología que se ha aplicado para ambas hipótesis ha sido la siguiente:

- Levantamiento de la central a partir de mediciones in-situ (elaboración propia),
- Cuantificación de materiales a partir de dibujos previos (elaboración propia),
- Utilización de base de datos BECEC-ITEC[18] para consultar las medidas unitarias de las partidas consideradas. La información que este banco facilita es para precios, residuos, consumo energético y emisiones de CO_2,
- Cómputo total para cada una de las partidas consideradas.

Por un lado, la hipótesis de desmantelamiento contempla el derribo completo de la central nuclear y el transporte de los escombros convencionales a vertederos controlados en 2028. Por otro lado, la hipótesis propuesta plantea un presupuesto más ajustado de todas las acciones que se han explicado anteriormente en el apartado "Metodologías de intervención".

A continuación, se muestra un presupuesto simplificado con todos los recursos utilizados en las dos hipótesis planteadas: Coste económico (€), residuos generados (tn), consumo energético (Kwh) y emisiones de CO_2

[18] Base de datos ITEC. Parámetros utilizados (Precios : Tarragona, Fecha: Enero 2015, Tipo de obra: Urbanización PEM 4,004 M€; Pliego de condiciones: Cataluña).

(tn). Se desglosa en dos grupos, "Trabajos de urbanización" y "Trabajos en la edificación".

Urbanización	**Coste (€)**	**Residuos (tn)**	**Consumo (kwh)**	**CO_2 (tn)**
Desasfaltar sistema viario	173.591,20	20.580,40	359.709,60	338,23
Despavimentos restos	7.484,40	1.360,80	18.030,60	16,95
Derribo elementos urbanización	253.362,10	11.983,88	293.464,60	231,78
Movimiento de tierras	327.466,13	-	241.971,98	227,46
Transporte de escombros	160.856,88	-	633.477,46	595,68
Canon vertedero	268.623,78	-	-	-
TOTAL	1.191.384,49	33.925,08	1.546.654,23	1.410,12

Tabla 3: Recursos utilizados parte urbanización – Hipótesis desmantelamiento.

Edificación	**Coste (€)**	**Residuos (tn)**	**Consumo (kwh)**	**CO_2 (tn)**
Derribo estructura hormigón	81.470.135,03	195.884,84	14.261.456,90	11.370,15
Derribo estructura acero	280.207,49	871,82	81.271,21	26,26
Derribo cerramientos	282.366,22	1.989,42	64.046,40	43,79
Movimiento de tierras	1.520.317,48	-	1.123.396,58	1.056,03
Transporte de escombros	801.723,48	-	3.591.577,39	3.335,11
Canon vertedero	1.338.842,26	-	-	-
TOTAL	85.693.592,38	198.746,09	19.121.748,47	15.831,33

Tabla 4: Recursos utilizados parte edificación – Hipótesis desmantelamiento.

Urbanización propuesta	Coste (€)	Resi-duos (tn)	Consumo (kwh)	CO_2 (tn)
Acciones adecuación pavimento	97.641,70	4.611,89	374.889,13	1.545,66
Adaptación del terreno	34.496,28	0,62	39.926,50	24,74
Plantación vegetación	48.726,82	242,68	84.463,75	74,62
Manipulación del mate-rial	25.665,53	45,33	7.662,79	7,25
Movimiento de tierras	9.712,41	-	18.916,54	17,79
Transporte dentro de obra	13.363,67	-	59.777,78	306,54
TOTAL	229.606,42	4.900,53	585.636,48	1.976,60

Tabla 5: Recursos utilizados parte urbanización – Hipótesis propuesta.

Edificación propuesta	Coste (€)	Resi-duos (tn)	Consumo (kwh)	CO_2 (tn)
Habilitar edificación	6.081.971,02	5.453,22	4.686.384,91	2.186,19
Derribo convencional	359.322,96	2.622,39	97.781,52	68,55
Manipulación del material	12.526,01	312,00	4.824,10	4,54
Movimiento de tierras	2.460,36	-	4.791,96	4,51
Transporte dentro de obra	13.886,32	-	62.115,65	58,45
Transporte de escombros	23.475,83	-	105.167,52	98,89
Canon vertedero	39.203,59	-	-	-
TOTAL	6.532.846,09	8.387,61	4.961.065,65	2.421,13

Tabla 6: Recursos utilizados parte edificación – Hipótesis propuesta.

	Coste (€)	Residuos (tn)	Consumo (kwh)	CO_2 (tn)
Hipótesis desmantela-miento	86.884.976,86	232.671,17	20.668.402,70	17.241,45
Hipótesis propuesta	6.762.452,51 (7,83%)	13.288,14 (6,88%)	5.546.702,12 (26,85%)	4.397,74 (16,55%)
Diferencia	80.122.524,35 (92,17%)	219.383,03 (93,12%)	15.121.700,58 (73,15%)	12.843,71 (83,45%)

Tabla 7: Recursos utilizados en las diferentes hipótesis.

CONCLUSIONES

El reciclaje programático y funcional que se ha desarrollado en la Central Nuclear de Vandellòs-I viene de una estrategia territorial que se ha perfeccionado a lo largo del litoral mediterráneo español.

La hipótesis del desmantelamiento completo de la central nuclear consumiría una cantidad elevada de recursos, superior a la que supondría reciclarla. Los cálculos que se han desarrollado en el apartado anterior "Justificación de recursos empleados" son únicamente de "Ejecución de obra". Para cuantificar el resto de partidas que serían necesarias para el desmantelamiento total, como por ejemplo de descontaminación o seguridad, se realiza una comparación con el presupuesto que se está llevando a cabo en la C.N. José Cabrera.[19]

Comparando las partidas de "Ejecución de obra" de las dos centrales se obtiene el factor de conversión (x 1,52) que nos permite hacer una estimación económica del resto de procesos. De esta manera, se logra una valoración aproximada para las dos hipótesis planteadas. Por un lado, el desmantelamiento completo supondría un coste aproximado de 206.141.860,74€, mientras que su reciclaje funcional y programático descendería hasta los 126.019.336,90€, con lo que supondría la reducción de todos los recursos empleados.

Proceso	C.N. Referencia (€)	C.N. Vandellòs-I (€)	Propuesta (€)
Ejecución de obra	56.900.000,00	86.884.976,86	6.762.452,51
Descontaminación	13.500.000,00	20.614.186,07	20.614.186,07
Ingeniería	22.000.000,00	33.593.488,42	33.593.448,42
Supervisión	30.000.000,00	45.809.302,39	45.809.302,39
Caracterización	9.500.000,00	14.506.279,09	14.506.279,09
Otros trabajos	3.100.000,00	4.733.627,91	4.733.627,91
TOTAL	135.000.000,00	206.141.860,74	126.019.336,90

Tabla 8: Comparativa de presupuestos con C.N. de referencia e hipótesis (desmantelamiento y propuesta) (4).

La intervención sobre las estructuras existentes se realiza con sistemas constructivos de junta seca. De esta manera, en el año 2100, se podrán desmontar las nuevas estructuras y dejar, únicamente, la estructura

[19] ENRESA. "Desmantelamiento y Clausura Central Nuclear José Cabrera" en: *XVI Reunión Comité Información CN José Cabrera*. Almonacid de Zorita, 2015.

original de hormigón. Este hormigón expuesto a los agentes atmosféricos y al paso del tiempo se irá ensuciando y desgastando. Será una parte más del entorno natural.

El análisis ha consistido en estudiar todos los elementos que componen el ámbito nuclear y los recursos disponibles, y con ello plantear estrategias que permitan desmantelar "a largo plazo" la central. Estas acciones las hemos delimitado temporalmente entre 2016 y 2028, obteniendo como resultado el nuevo centro de Protonterapia. Este análisis nos permite cambiar la percepción que popularmente tenemos sobre este lugar y sobretodo, nos permite creer en que este cambio es técnicamente y económicamente viable. A día de hoy, este equipamiento es conocido por ser un punto propenso a ser un condicionante y causante de enfermedades oncológicas; sin embargo, este trabajo presenta este lugar como una oportunidad potencialmente viable a convertirse en un centro que curará este tipo de enfermedades.

LISTA DE REFERENCIAS

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA (2014): "Balance eléctrico, potencia instalada y red de transporte" en: *El sistema eléctrico español – Avance del informe de 2014*. pp. 7, Madrid.

Diario ABC. "*El Parlamento catalán aprobó por unanimidad que la Central Nuclear de Vandellòs-I no vuelva a funcionar*". pp. 20, Barcelona, 18 de Noviembre de 1989.

ENRESA. "El desmantelamiento en cifras" en: *Memoria del Desmantelamiento 1998-2003, Central Nuclear Vandellòs-I*. 4ª edición, pp. 69-69, Madrid, 2013.

ENRESA. "Desmantelamiento y Clausura Central Nuclear José Cabrera" en: *XVI Reunión Comité Información CN José Cabrera*. Almonacid de Zorita, 2015.

RÓDENAS, Juan Fernando et BONET, Al. Antonio. "El poblado de Hifrensa (1967-1975) y el desmantelamiento de la central nuclear de Vandellòs-I en proceso de transformación". *Actas del II Congreso Internacional sobre Permanencia y transformación en conjuntos históricos: 13, 14, 15 y 16 de febrero de 2012*, Valencia.

OBSERVATORI DEL PAISATGE. (2012) "Unitat de Paisatge 14 : Muntanyes de Tivissa – Vandellòs" en: Catàleg de paisatge del Camp de Tarragona. Tarragona.

PARICIO, I. (2002). *Pátina o suciedad*. Editorial Bisagra.

GONZALEZ F. (1998) : *Meteorologia i climatologia a l'entorn del municipi de Vandellòs I l'Hospitalet de l'Infant*. Ajuntament de Vandellòs i l'Hospitalet de l'Infant.

AA.VV. (2004): "Generalidades" en: *El Pino Piñonero en Andalucía : Ecología, distribución y selvicultura*. Andalucía, consejería del Medio Ambiente, pp. 13.

AA.VV. (2014) "Rheology of fresh concrete with recycled aggregates" en: *Construction and Building Materials*. Vol. 73, pp. 407-416.

ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE GESTORES DE RCD (GERD) (2014): "Áridos reciclados como material granular en firmes" en: *Guía española de áridos reciclados procedentes de residuos de construcción y demolición*. pp. 268.

ASOCIACIÓN NACIONAL DEL ASFALTO FUNDIDO (ASNAFU) (2010): "Componentes, clasificación y espesor usual de los asfaltos fundidos" en: *Prescripciones y ténicas comunes a los asfaltos fundidos*. Edición 1, pp. 7-8.

AA.VV. (2015): *Guía para la estimación de absorciones de dioxido de carbono*. Versión 2, Madrid.

BERNABÉU, J.(2007): "El IFIMED: Investigación en Imagen y Aceleradores aplicada a la Medicina" en: *Coloquios IFIC*. Valencia, 2007.

SOLANS,M., ALMAZÁN, C., ESPINÀS, J.A. (2014): *La Protonterapia en el tratamiento del cáncer. Barcelona*: Agència de Qualitat i Avaluació Sanitàries de Cataluña.

PETSCHEN, I.. "Estudio epidemiologico" en: *IFIC Protonterapia*. Valencia, 2006.

AA.VV. (2007): "Memoria Cientifico-Técnica" en: *Instituto de Física Médica: Investigación en Imagen y Aceleradores aplicada a Medicina*. Valencia: IFIC.

BASE DE DATOS ITEC. Parámetros utilizados (Precios : Tarragona, Fecha: Enero 2015, Tipo de obra: Urbanización PEM 4,004 M€; Pliego de condiciones: Cataluña).

Puesta en valor del patrimonio arquitectónico industrial valenciano

El molino de agua de Blai en Massamagrell (Valencia)

Matias Gisbert Vivó
Simeón Couto López

Matías Gisbert Vivó, Arquitecto (ETSAV-UPV), Máster en conservación del patrimonio arquitectónico (ETSAV-UPV). Proyectos básicos, de ejecución y direcciones de obra de diferente índole, tanto residencial como industrial, así como edificación privada y pública.

Simeón Couto López, Arquitecto (ETSAV-UPV), Máster en conservación del patrimonio arquitectónico (ETSAV-UPV). Proyectos básicos, de ejecución y direcciones de obra de diferente índole, tanto residencial como industrial, así como edificación privada y pública.

Febrero de 2016

Enhancement of the industrial and architectural heritage of Valencia
Watermill in Blai in Massagrell (Valenca)

ABSTRACT

The communication concerns the statement made in the old watermill, "Molí de Blai or Magdalena" in Massamagrell, Valencia. In order to perform an analysis of domestic industrial hydraulics architecture from functional, compositional and material dissertation mill, so that its preservation, dissemination and enhancement of this inherent Valencian heritage in its implementation is enhanced, next a ditch or stream, as in this case, the Real Ditch Montcada.

The article presents a brief historical introduction and a description of the operation of a water mill, and the mill constructive analysis Blai for rehabilitation and get after the relevant conclusions.

KEY WORDS

Water mill, hydraulics architecture, traditional architecture, heritage, restoration.

RESUMEN

La comunicación versa sobre la intervención efectuada en el antiguo molino de agua: "Molí de Blai o de la Magdalena en Massamagrell, Valencia". Con el objetivo de efectuar un análisis de la arquitectura hidráulica industrial doméstica a partir de la disertación funcional, compositiva y matérica del molino, de tal forma que se potencie su conservación, difusión y puesta en valor de este patrimonio valenciano inherente en su implantación, próxima a una acequia o corriente de agua, como en este caso, a la Real acequia de Montcada.

El artículo expone una breve historia y descripción del funcionamiento de un molino de agua, así como el estudio del molino de Bali para su rehabilitación y la obtención de las conclusiones pertinentes.

PALABRAS CLAVE

Molino de agua, arquitectura hidráulica, arquitectura tradicional, patrimonio, restauración.

INTRODUCCIÓN

La rueda hidráulica era conocida por el hombre desde hace unos 5000 años. El pueblo sumerio sabemos históricamente, que disponía de molinos movidos por agua, al igual los empleados por los griegos (rueda horizontal) y los romanos (rueda vertical).

Las primeras referencias de la sustitución de la fuerza humana o animal (molinos de sangre) por la fuerza hidráulica como fuente de energía para el funcionamiento del molino, lo hallamos en los textos siguientes: en un primer lugar, descrita por Filón de Bizancio (Lewis,1997) que supondría su invención habría podido ocurrir hacia mediados del siglo III a.c. en el mundo Helenístico; Estrabón cita un molino accionado por la fuerza hidráulica en el palacio del rey del Ponto Mitrídates VI (120-63 A.C.) en Caberia, (actual Niksar, Turquía); Antipeter de Tesalónica (20 a.c.-10 d.c.) cantaba alabanzas a los molinos de agua que sustituían los pesados trabajo de molienda diaria realizados generalmente por las mujeres al alba, librándolas de tal carga; y el mecanismo de la rueda hidráulica vertical descrito por el arquitecto, escritor e ingeniero romano M. Vitruvio (40-10 a.c).[1]

---

[1] Citas de los distintos escritos (Palomo & Fernández, 2007): Estrabón, Geografía, XII,3, 30: "*En de tois Kabeirois ta basileia Mithridatou kateskeuasto kai ho hudraletês kai ta zôgreia kai hai plêsion thêrai kai ta metalla*"; Antipater de Tesalónica, *Anthologia Graeca*, IX, 418:

> "*Dejad de moler, oh mujeres que trabajáis en el molino; seguid durmiendo, aunque el canto de los gallos anuncie el nuevo día. Porque Deméter ha ordenado a las Ninfas que lleven a cabo el trabajo de vuestras manos, y ellas, saltando sobre el tope de la rueda, hacen dar vueltas a su eje, el cual, con sus gigantes rayos mueve las pesadas y cóncavas mudas nisirianas"* (Mumford, 1934);

Marco Vitrubio Polión, *De Architectura,* X, 5, 2:

> "*Eadem ratione etiam versantur hydraletae, inquibus eadem sunt omnia praeterquam quod in uno capite axis tympanum dentatum est inclusum. id autem ad perpendiculum conlocatum in cultrum versatur cum rota pariter. secundum id tympanum maius <minus> item dentatum planum est*

Aunque ya es conocido y empleado con anterioridad a la Edad Media, es precisamente en esta época cuando más se difunde su empleo, coincidiendo con diversos factores, los más destacados: la desaparición paulatina del esclavismo que provoca un encarecimiento de la mano de obra, por tanto, la técnica se antepone a la fuerza animal y humana, y el aumento demográfico que amplifica las necesidades alimentarias, por ello la producción debe ser mayor y constante. Este proceso en los molinos constituyó un fenómeno europeo para su implantación, difusión y desarrollo.

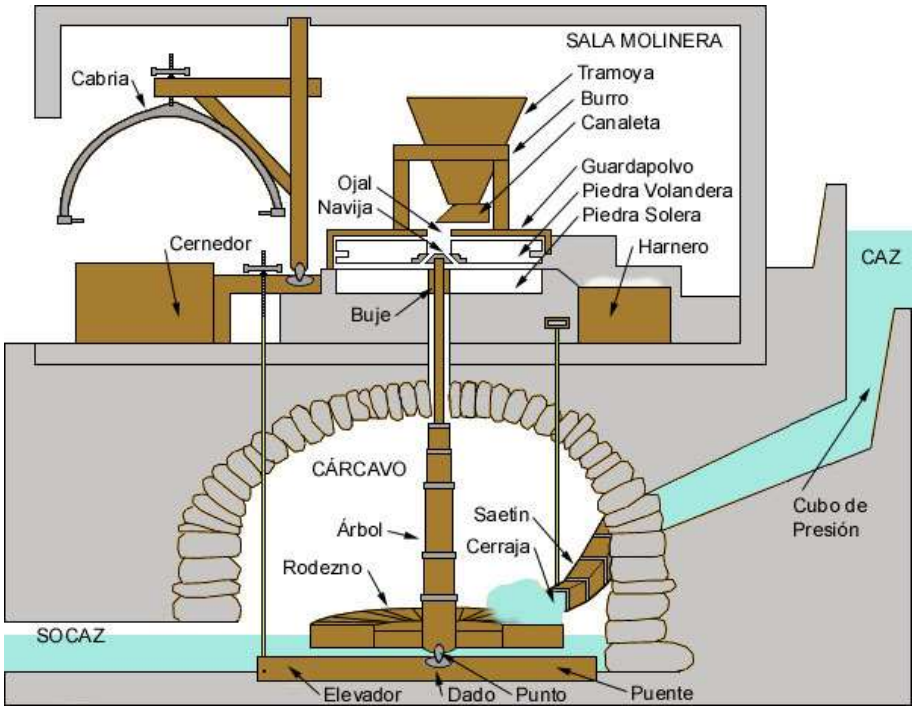


Figura 1. Esquema de funcionamiento. Fuente: www.fanynar.com (José Antonio Serrate Sierra)

Esquema de funcionamiento

El molino más empleado en la Huerta de Valencia es el de rueda horizontal, siendo esta tipología la más extendida por toda el área mediterránea. El esquema de funcionamiento[2] parte del suministro de agua y de una

conlocatum, quo continetur itadentes tympani eius quod est in axe inclusum inpellendo dentes tympani plani cogunt fieri molarum circinationem. in qua machine inpendens infundibulum subministrat molis frumentum et eadem versatione subigitur farina».

[2] Elementos de un molino harinero: Caz: el agua que hace funcionar el sistema puede provenir de una acequia que es utilizada cuando se necesita o de una balsa que se llena previamente y permite trabajar durante un tiempo aunque no haya agua disponible en las acequias en ese momento. Cárcavo: cueva excavada en el subsuelo del molino. Saetín: a su salida el agua golpea los alabes (palas) del Rodezno. Botana: regula el caudal de agua que sale del Saetín. El control de dicho caudal y la de velocidad de giro que provoca en el Rodezno es muy importante

construcción generalmente dispuesta en dos niveles: en el superior (sala molinera) donde se hallan las muelas (la piedra durmiente y la volteadora) y se desarrolla la molienda, y otra inferior o cárcavo donde se encuentra el mecanismo del molino y la rueda motriz, llamada rodezno o rodete. El agua procedente de la acequia o de un caz se precipita por un desnivel e incide en las aletas (alabes) de la rueda horizontal que gira en un plano paralelo a las muelas, lo que permite una transmisión directa del movimiento de rotación a través de un eje vertical (árbol). Si bien las partes básicas son idénticas en todo, la forma y la estructura del edificio presentan ciertas diferencias entre ellos e incluso en su funcionalidad; nos podemos encontrar desde martinetes, molinos papeleros, batanes, molinos de arroz y hasta molinos de harina, que es caso del Molino de Blai o de la Magdalena.

Es en la segunda mitad del siglo XIX cuando se concentra el mayor esplendor de los molinos en tierras valencianas, gracias a las ocho acequias de

---

(la piedra volandera debe llevar una velocidad no muy alta para no quemar la harina).

Rodezno: rueda de madera, formada por alabes (aletas) montadas ligeramente sesgadas, que al oponer resistencia al agua transmite la energía rotatoria a una viga solidaria también de madera llamada árbol. Árbol: gran viga de madera vertical que se introduce desde abajo en la sala molinera y engarza por su parte superior con la piedra volantera a la que transmite el giro que recibe el rodezno. Punto: pieza de bronce encajada en la base del árbol que se apoya en el dado para transmitir el rozamiento durante el giro del conjunto y permitir el funcionamiento del elevador. Puente: viga de madera alojada en un rebaje de la base del cárcavo llamado cama, para que de esta forma impedir su desplazamiento lateral y que permite mediante el elevador mover verticalmente todo el conjunto.

Elevador: accionado desde la sala molinera permite mover verticalmente todo el conjunto de la maquinaría y con él la piedra volandera, consiguiendo moler más fino o más grueso al aumentar o disminuir la separación entre la piedra solera y la piedra volandera. Piedra durmiente: es la piedra inferior que permanece fija. Piedra volandera: recibe el movimiento giratorio del árbol y mediante el rozamiento contra la piedra durmiente va convirtiendo el grano en harina. Navija: pieza de hierro situada en el extremo superior del árbol que encaja en una muesca con la piedra volandera y transmite el movimiento giratorio a ésta. Guardapolvo: armadura de madera que cubre las piedras de moler para evitar que se levante el polvo de la harina.

Ojal: hueco a través del cual el grano cae entre las dos piedras de moler para ser triturado. Tramoya: recipiente en el que se deposita el grano que se va a moler. Canaleta: se ata a la tolva por medio de un cordel llamado templador, que según la tensión deja caer mayor o menor cantidad de grano. Mediante otro cordel, se une a la canaleta un pequeño palo llamado taravilla que se desliza sobre la piedra volantera facilitando la caída de la harina con el movimiento del vaivén que produce en la canaleta. Harnero: cajón de madera en el que cae la harina molida. Cabria: las estrías de la piedras de moler se desgastan y se tienen que cincelar periódicamente. Para mover y voltear dichas piedras se utiliza la cabria. Consiste en una percha en ángulo, reforzada con un cartabón, al final de la cual cuelgan unas pinzas de forja que se cogen a los orificios esculpidos en los laterales de las piedras de moler. Con el peso, las pinzas se cierran sobre las piedras de moler y de este modo son izadas y volteadas para proceder a su reparación.

la Huerta de Valencia: Moncada, Tormos, Rascanya y Mestalla (lado izquierdo río Turia); y Mislata, Quart, Favara y Rovella (lado derecho río Turia).

EL ANÁLISIS DEL MOLINO DE BLAI

Implantación

El molino de Blai o de la Magdalena se ubica en el Polígono 1 Parcela 136 en el Término Municipal de Massamagrell, en Valencia. Sita en una parcela rústica (1.109,54 m^2), limita al norte y oeste por huertos de naranjos, al sur por el Brazo de la Fila de Rafalell, ramal perteneciente a la Real Acequia de Moncada, y al este con la barriada de la Magdalena junto al monasterio capuchino del mismo nombre. La referencia más antigua hallada hasta la fecha que lo cita es la visura de la Real Acequia de Moncada del año 1658, aunque su construcción podría ser anterior.[3]

Figura 2. Implantación. Fuente: http://terrasit.gva.es/es/ver

Se desconoce la fecha exacta de la creación de la Real Acequia de Moncada, hasta nuevos estudios se establece su origen anterior al siglo XIII, en época musulmana, por quedar registrada ya en el Llibre del Repartiment de Valencia (conquista de Valencia por Jaume I), donde se cita la existencia de un molino en Moncada con cuatro piedras y otros tres en Massamagrell (Guinot, E.; Ferrimi,M.; Mangue, I.;1999).

Los molinos harineros de la Acequia de Moncada utilizaron varias formas distintas para la producción de la energía hidráulica, una directamente a partir del caudal de la acequia, por gravedad o través de una rampa, otras, a partir de cubos inclinados o verticales, cuando el volumen de agua era menor, y por último, en un menor número de casos, con la realización de una balsa adosada al molino, generalmente ubicadas en los ramales de la

[3] Datos obtenidos de la ficha de elementos de arquitectura hidráulica del Plan de acción territorial de protección de la huerta de Valencia, versión preliminar, P.A.T.:EPH_04.04. Generalitat Valenciana. Ver también página web: http://www.paisatgesculturals-rsm.org/03C/real-acequia-de-moncada (Obtenida 9 de marzo de 2015).

acequia principal, que le permitía en el horario de riego, la acumulación y la extensión del periodo de molienda, como es el caso del Molino de Blai.

Análisis del Molino

El "Molí de Blai o de la Magdalena" está constituido por una balsa de agua y tres edificaciones que se implantan alrededor de un patio central. El cuerpo principal donde se alberga el molino está conformado por un edificio de planta rectangular de dos plantas, orientado longitudinalmente en dirección norte-sur, ubicándose en la parte inferior dos cárcavas independientes para sendos molinos accionados gracias a la energía hidráulica producida por el salto de agua entre el nivel de la balsa y el rodezno. La balsa, garantizaba el suministro continuo para la molienda y permitía regular a través de la cerraja la apertura de la caída del agua. De esta forma no se dependía del caudal de la acequia y se respetaba los turnos de riego del brazo de la Fila. Adosado al edificio principal en su parte trasera, existe un pequeño cuerpo después de la balsa que alberga la compuerta de cierre del paso del agua a la acequia.

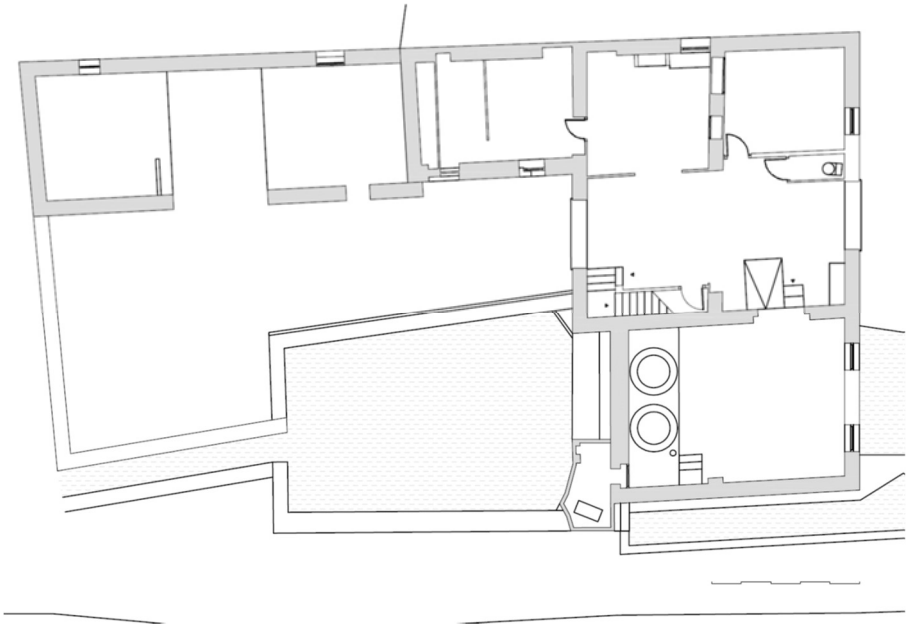


Figura 3. Distribución de planta baja. Fuente: Propia.

La grieta perfectamente vertical existente en la fachada del cuerpo principal, así como el cambio de material de la cornisa, y las dimensiones de los muros interiores en planta baja, ponen de manifiesto que al molino original se amplío lateralmente para acoger las necesidades de la familia del molinero. Según la propiedad habitaron hasta dos familias, las cuales se intercambiaban cada 15 días de vivienda (una en cada planta) en época de mucho trabajo para que la producción de harina no cesase. La comunicación entre plantas se realiza a través de una escalera lineal situada en posición transversal centrada en la planta del edificio. Desde la entrada

de la planta baja se accede directamente al patio o corral, y en cada planta, al cuerpo secundario, este de menor entidad, con dos plantas, adosado en su parte noroeste al cuerpo principal. Desde el patio o corral se accede a las antiguas cuadras, de planta rectangular, de una sola altura, adosado al cuerpo secundario y dispuesto perpendicularmente al cuerpo principal[4].

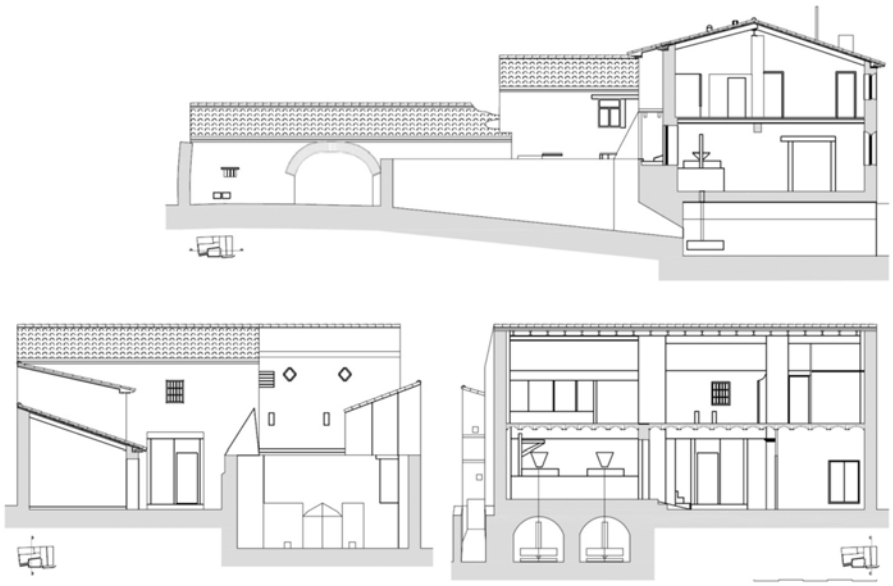


Figura 4. Sección longitudinal y secciones transversales. Fuente: Propia.

Las características constructivas de la edificación existente son: estructura de pilares y muros de mampostería y ladrillo, forjados de vigas y viguetas de madera de sección rectangular, entrevigado de roscas (revoltones) de ladrillo y yeso, y cubiertas inclinadas de teja árabe sobre capa de arcilla y cañizo, con subestructura de vigas de madera en las cubiertas del cuerpo secundario y cuadras.

La cubierta del cuerpo principal es la que se ejecutó de urgencia: actualmente presenta viguetas prefabricadas, tablero de bardos, una delgada capa de compresión y un retejado parcial.

Intervención

El objetivo de la intervención ha sido la recuperación de todos los elementos posibles de la edificación, tras dejar de funcionar en los años 60' (siendo unos de los más longevos en funcionamiento de la zona) y sufrir un incendio en los 90' tras el cual quedó en un estado de abandono y deterioro del mismo (perdida del retablo cerámico sobre la puerta principal de la Virgen de la Magdalena). La propiedad ha pretendido su

[4] Normativa aplicable con la que se elaboró el proyecto de rehabilitación: P.G.O.U. de Massamagrell (art. 31 nivel de protección 2, protección estructural. EHE; NBE-AE-88; EFHE-96; NBE-CPI/96; NBE-CT/79; NBE-CA/88; NCSE-02; NBE-FL/90; LC-91; HD-91; R.D.842/2002; R.D.1627/97; R.D.1751/98.

rehabilitación para uso de vivienda habitual y lugar de taller expositivo de funcionamiento del propio molino.

La rehabilitación se ha centrado prácticamente en la totalidad de la edificación: cubierta, fachada, estructura e interiores, de tal forma que se cumpliese con la Normativa vigente tanto Urbanísticamente como en términos de habitabilidad y confort, por ello se ha tenido que disponer de instalaciones de saneamiento, agua y electrificación que eran escasas o no existían.

Figura 5. Imágenes del estado anterior y posterior a la rehabilitación. Fuente: Propia

En toda la obra se ha intervenido con criterios estéticos, funcionales y matéricos (sistemas constructivos), adaptándose a las características ambientales de la zona. Así, la solución formal responde a las edificaciones del entorno pertenecientes a las masías, caseríos, o molinos tradicionales valencianos de zonas rurales.

En cuanto a la maquinaría del molino, no se ha intervenido por falta de presupuesto y la desaparición de la mayor parte tras el incendio.

CONCLUSIONES

Su emplazamiento mantiene el entorno agrícola y paisajístico típico de la huerta valenciana, no se ha visto alterado por el crecimiento urbano de la población, de tal forma que, al quedar al margen, se observa

claramente la parcelación de la Huerta y la red hidráulica de la cual se abastecía para su funcionamiento, conservando su calidad ambiental.

Es una arquitectura industrial, que a pesar de no ser una construcción a gran escala, si posee un valor patrimonial arquitectónico, pues representa una tipología de molino de agua accionada por un mecanismo horizontal de dos muelas, con una balsa adosada al molino no muy frecuente en la acequia de Moncada, por tanto su intervención ha resaltado sus particulares arquitectónicas tanto desde el aspecto formal como de los matérico con el que fue concebido en sus orígenes, sin perder el genius loci, de tal forma que perdure parte del Patrimonio Arquitectónico Tradicional Valenciano.

La rehabilitación ha permitido salvar uno de los molinos de agua más antiguos de la huerta de Valencia manteniendo sus características intrínsecas. El edificio ha sido catalogado en los inventarios de la Dirección General de Patrimonio Cultural Valenciano de la Generalitat Valenciana, y en la actualidad según el Planeamiento de Massamagrell se considera nivel de protección estructural 2, a la espera de que sea admitido como Bien de Relevancia Local.

LISTA DE REFERENCIAS

FERNÁNDEZ LAVANDERA, E. & FERNÁNDEZ RODRÍGUEZ, C.M.(1997): *Los molinos: Patrimonio industrial y cultural.* Grupo Editorial Universitario, Vélez Málaga y Sabero, 304 pp.

GUINOT, E.; FERRI,M.; MANGUE, I.; MARTTÍ, J.; MARTÍNEZ, A.; SALES, V.; SELAM, S. (1999): *La Real Acequia de Moncada. Camins d'aigua. El patrimonio hidráulico valenciano*. Valencia. Generalitat Valenciana: Conselleria d'Agricultura, Peixca i Alimentació.

GLICK, T. F.; GUINOT, E. & MARTÍNEZ, L. P. (Eds.) (2000): *Els molins hidráulics valencians. Tecnologia, història i context social, Alfons el Magnànim*. Valencia. Diputació de València, 508 pp.

LEWIS, M. (1997): *Millstone and Hammer: the origins of water power*, Hull, University of Hull Press.

MUNFORT, L. (2002-1934): *Técnica y Civilización,* Madrid, Alianza Editorial.

PALOMO PALOMO, J. & FERNÁNDEZ URIEL, Mª. P (2006-2007).: Los molinos hidráulicos en la antigüedad. Madrid. *Espacio, Tiempo y Forma*, Serie II, Historia Antigua, T. 19-20, pp. 499-524.

REYES MESA, J.M. (2001): *Evolución y tipos de molinos harineros. Del molino a la fábrica*. Granada. Colección Molinológica, Fundación Juanelo Turriano, 153 pp.

SENDRA, F. (2005): *Passeig pels molins d'aigua de la Safor*. Valencia. Edicions del Bullent.

SELMA CASTELL, S.: en GLICK, T. F., GUINOT, E. y MARTÍNEZ, L. P. (Eds.) (2000): «De la construcció islàmica al casalici modern: l´evolució del molí hidràulic valencià». *Els molins hidráulics valencians. Tecnologia, història i context social*, Alfons el Magnànim, Diputació de València, Valencia, pp. 101-163.

VITRUVIO, M. L. (Edic. 1970): *Los diez libros de Arquitectura*. Barcelona. Editorial Iberia.