

La Azucarera de San Isidro, Granada

Estudios sobre el conjunto industrial y
Plan de Recuperación de un Bien de Interés Cultural

Campus UGR_Sostenibilidad

Juan Domingo Santos
Carmen Moreno Álvarez
Ángel Isac Martínez de Carvajal
(eds.)

eug



La Azucarera de San Isidro, Granada

Estudios sobre el conjunto industrial y
Plan de Recuperación de un Bien de Interés Cultural

Campus UGR_Sostenibilidad

El contenido de este libro es el resultado del proyecto de investigación "AZUCARERA DE SAN ISIDRO. RECUPERACIÓN DE UN BIEN DE INTERÉS CULTURAL PARA DESARROLLO DE UN MODELO DE CIUDAD SOSTENIBLE (Referencia UGR 20-03)" de la Universidad de Granada, subvencionado por la Secretaría General de Vivienda de la Consejería de Fomento, Infraestructuras y Ordenación del Territorio, Junta de Andalucía, 2021-2022. El proyecto de investigación está adscrito al grupo de investigación HUM-222 "Cultura artística y patrimonio histórico" y está integrado por los miembros del grupo de investigación HUM-1054 "Proyecta. Experiencias en arquitectura y paisaje" y otros investigadores.

INVESTIGADORES:

Ángel Isac Martínez de Carvajal (historiador del arte, IP de la investigación)
Juan Domingo Santos (arquitecto, coordinador de la investigación)
Carmen Moreno Álvarez, Tomás García Píriz, Ricardo Hernández Soriano, Ana Isabel Rodríguez Aguilera, Roser Martínez Ramos e Iruela, Enrique Olmedo Rojas, Carlos Baztán Lacasa, Fernando Osuna Pérez y Juan Serrano García, arquitectos.
Julián Sobrino Simal, José Castillo Ruiz, María del Mar Villafranca Jiménez y Alicia del Carmen Ruiz Molina, historiadores del arte.
Antonio Manuel Montufo Martín, geografía e historia.
Agustín Castillo Martínez, ingeniero de caminos, canales y puertos.
José Miguel Azañón Hernández, geólogo.

En representación de la Universidad de Granada:
Enrique Herrera Viedma, Vicerrector de Investigación y Transferencia de Conocimiento UGR.
Víctor Medina Flórez, Vicerrector de Extensión Universitaria y Patrimonio UGR.

Entidades colaboradoras:
MITMA (Secretaría general de Agenda Urbana y Vivienda)
Ayuntamiento de Granada.
INCUNA. Patrimonio de la industria, cultura y naturaleza.

En representación de las entidades colaboradoras:
Francisco Javier Martín Ramiro, arquitecto y Director General de Vivienda MITMA.
Agustín Castillo Martínez, ingeniero de caminos, canales y puertos, Coordinador General de Urbanismo y Obras Municipales del Ayuntamiento de Granada.
Miguel Ángel Álvarez Areces, economista y presidente de Incuna.

Investigadores contratados:
Juan Moreno Romero, arquitecto
Loreto Corisco González, arquitecta

Trabajos Fin de Grado de la E.T.S. Arquitectura de Granada vinculados al desarrollo de esta investigación:
- *Azucarera de San Isidro, Granada. Estudio e investigación gráfica de la evolución histórica del suelo agrario e implantación de infraestructuras y arquitecturas en el recinto industrial.* Autora: Ángela Elena Ruiz Rodríguez
- *Itinerarios agroindustriales. Registro y cartografías de la transformación del paisaje de la Vega de Granada en el pago de Fatinafar.* Autor: Guillermo Soria Alonso

AGRADECIMIENTOS:

A Miguel Ángel Álvarez Areces, presidente de "INCUNA. Patrimonio de la industria, cultura y naturaleza" por su invitación a participar en la XXIV edición de las Jornadas Internacionales de Patrimonio Industrial celebradas en septiembre de 2022 en Gijón bajo el título *Patrimonio Mundial. Sitios industriales y obra pública. De lo local a lo universal* y la posterior publicación de las ponencias de los miembros de esta investigación (Editorial CICEES 2023).

A Miguel Giménez Yanguas y a Javier Piñar Samos por haber cedido amablemente su texto "Azucarera de San Isidro: configuración y transformaciones de un espacio productivo" para su publicación en este libro, y a María Luisa Bellido Gant, coordinadora científica del catálogo *Azucarera San Isidro. Una historia con futuro* en el que fue publicado el texto.

A la Universidad de Granada por apoyar y facilitar todos los trabajos necesarios para llevar a cabo esta investigación, y de manera especial a la rectora Pilar Aranda Ramírez y a los vicerrectores Enrique Herrera Viedma y Víctor Medina Flórez.

La Azucarera de San Isidro, Granada

Estudios sobre el conjunto industrial y
Plan de Recuperación de un Bien de Interés Cultural

Campus UGR_Sostenibilidad

Juan Domingo Santos
Carmen Moreno Álvarez
Ángel Isac Martínez de Carvajal
(eds.)

Granada, 2023

Colección ARQUITECTURA, URBANISMO Y RESTAURACIÓN

Director:

Francisco Javier Gallego Roca

Consejo Asesor:

Susanna Caccia Gherardeschi
Università di Firenze

María José Cassinello
Universidad Politécnica de Madrid

José Castillo Ruiz
Universidad de Granada

Juan Calatrava Escobar
Universidad de Granada

Ricardo Dalla Negra
Università di Ferrara

Carmen Díez Medina
Universidad de Zaragoza

Juan Domingo Santos
Universidad de Granada

Daniela Esposito
Università La Sapienza, Roma

Mar Loren Méndez
Universidad de Sevilla

Ángel Isac Martínez de Carvajal
Universidad de Granada

Josep Maria Montaner
Universidad Politécnica de Cataluña

Víctor Pérez Escolano
Universidad de Sevilla

Dominique Poulot
Paris-Sorbonne

Joaquín Sabaté
Universidad Politécnica de Cataluña

Ignacio Valverde Palacios
Universidad de Granada

Claudio Varagnoli
Università di Chieti-Pescara

Editores: Juan Domingo Santos, Carmen Moreno Álvarez y Ángel Isac Martínez de Carvajal

© de los textos y los dibujos: sus autores
© UNIVERSIDAD DE GRANADA

ISBN: 978-84-338-7103-9
ISBN(e) 978-84-338-7104-6
D.L.: Gr. 1805-2022



Edita: Editorial Universidad de Granada
Campus Universitario de Cartuja, Granada
Colegio Máximo, s.n., 18071, Granada
Telf.: 958 243920 - 246220
www.editorial.ugr.es

Imprenta: Comercial Impresores. Motril, Granada
Diseño y maquetación: Carmen Moreno Álvarez

Printed in Spain / Impreso en España

Qualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra solo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley.



Consejería de Fomento,
Articulación del Territorio
y Vivienda

ESTE LIBRO HA SIDO FINANCIADO CON CARGO A LA AYUDA DE REFERENCIA
UGR.20-03 CONCEDIDA POR LA CONSEJERÍA DE FOMENTO, INFRAESTRUCTURAS
Y ORDENACIÓN DEL TERRITORIO DE LA JUNTA DE ANDALUCÍA

Índice

11	Presentaciones
25	Introducción
27	Azucarera San Isidro. De industria a Campus UGR_Sostenibilidad Juan Domingo Santos
41	Arquitectura industrial y modernidad. De la ruina a la protección patrimonial Ángel Isac Martínez de Carvajal
59	Capítulo 1: La memoria
61	Azucarera de San Isidro: configuración y transformaciones de un espacio productivo Javier Piñar Samos, Miguel Giménez Yanguas
85	Capítulo 2: Modelos de recuperación de entornos industriales patrimoniales en contextos contemporáneos
87	La recuperación del patrimonio industrial en contextos contemporáneos. Casos de estudio para la transformación de la Azucarera de San Isidro en campus universitario Julián Sobrino Simal, Ricardo Hernández Soriano
97	Referencias. Casos de estudio Carlos Baztán Lacasa, Julián Sobrino Simal, Antonio Manuel Montufo Martín, Ricardo Hernandez Soriano, M ^a del Mar Villafranca Jiménez, Alicia del Carmen Ruiz Molina
115	Aprendiendo de otros ejemplos Carlos Baztán Lacasa
135	De fábrica a universidad. Casos y enfoques Julián Sobrino Simal
147	Capítulo 3: Territorio, infraestructuras y arquitecturas del recinto industrial <i>Paisaje y transformación</i>
149	De la arqueología del paisaje a la arqueología industrial. Miradas sobre la Azucarera de San Isidro Antonio Manuel Montufo Martín
167	Implantación en el territorio y ampliaciones del recinto. Relaciones con el entorno agrícola Juan Domingo Santos
209	Algunos comentarios sobre las modificaciones y ajustes del proyecto de emplazamiento de la Azucarera de San Isidro durante la ejecución de las obras Juan Domingo Santos
233	Registro y transformaciones del paisaje agro-industrial de la Azucarera de San Isidro Carmen Moreno Álvarez, Juan Domingo Santos
247	La memoria del suelo. Vegetación, pavimentos y tierra Loreto Corisco González

Arquitectura y técnica

- 269 Técnica y arte. Arquitectura industrial e innovaciones constructivas
Juan Domingo Santos, Ricardo Hernández Soriano
- 281 La industria azucarera. Repertorio de técnicas constructivas y su influencia en el desarrollo de la ciudad de Granada a principios del siglo XX
Roser Martínez Ramos e Iruela, Ricardo Hernández Soriano
- 295 **Capítulo 4: Estudio de sistemas energéticos sostenibles e inclusión de nuevas tecnologías**
- 297 La memoria del patrimonio industrial. Trazas para las nuevas infraestructuras de la energía
Tomás García Píriz, Juan Antonio Serrano García, Ana Isabel Rodríguez Aguilera
- 315 Reutilización de las infraestructuras de agua en el conjunto industrial
Fernando Osuna Pérez, Carmen Moreno Álvarez
- 335 Estudio de posibles aprovechamientos geotérmicos y condicionantes geotécnicos en las edificaciones del conjunto industrial
Agustín Castillo Martínez, José Miguel Azañón Hernández
- 345 Metodología BIM aplicada a un proyecto patrimonial 7D
Agustín Castillo Martínez
- 353 **Capítulo 5: Plan de recuperación y usos. Continuidades tipológicas, técnicas y medioambientales**
- 355 El porvenir de la historia: paisaje, patrimonio y cultura como oportunidad de progreso en la recuperación de la Azucarera de San Isidro
María del Mar Villafranca Jiménez
- 373 La vivienda colaborativa, instrumento de oportunidad en el Plan de recuperación
Ricardo Hernández Soriano, Roser Martínez Ramos e Iruela
- 391 Ecolugar Campus UGR_Sostenibilidad. Máster plan y programas de recuperación: identidades y transferencias de un patrimonio industrial y su paisaje
Juan Domingo Santos, Carmen Moreno Álvarez, Ricardo Hernández Soriano
- 417 **Bibliografía**
- 423 **Anexos**
Anexo I. Archivo fotográfico y planimétrico

Línea de investigación 03

Registro y censo de elementos del territorio, infraestructuras y arquitecturas del recinto industrial. Transformaciones históricas y sistemas de producción de energía

Línea de investigación 07

Estudio de sistemas energéticos sostenibles e inclusión de nuevas tecnologías

Resumen / Abstract

La industria del azúcar supuso un período de progreso sin precedentes en la ciudad y su provincia con la introducción de nuevas tecnologías y sistemas estructurales procedentes de Europa que modernizaron las formas tradicionales de construcción local. Los avances tecnológicos de la estructura ligera en acero laminado empleado en las exposiciones universales y en las estaciones y hangares del siglo XIX propiciaron la construcción de naves de planta libre y la cubrición de espacios de grandes luces que fueron utilizados en los ingenios azucareros. El Ingenio de San Juan (1882) y la Azucarera de San Isidro (1901) contienen un repertorio completo de estas soluciones técnicas y son testimonio de una época de transición de los materiales tradicionales, como la piedra y la madera, reemplazados por el acero y el hormigón, y dan cuenta de una nueva estética que conjugó la técnica con el arte y el espacio hasta el punto de configurar una tipología arquitectónica propia. La Azucarera de San Isidro constituye un espacio vivo de la historia y la evolución de estas soluciones técnicas y tipológicas con una nueva expresividad en torno a la estructura metálica, el hormigón y sus posibilidades.

The sugar industry brought a period of unprecedented progress to the city and its province with the introduction of new technologies and structural systems imported from Europe that modernised the traditional forms of local construction. The technological advances in the light structure of laminated steel used in the universal exhibitions and in the stations and hangars of the 19th century led to the construction of open-plan warehouses and the covering of spaces with large spans that were then used in the sugar mills. The San Juan sugar mill (1882) and the San Isidro sugar factory (1901) contain a complete repertoire of these technical solutions and bear witness to a period of transition from traditional materials such as stone and wood, replaced by steel and concrete, and are evidence of a new aesthetic that combined technique with art and space to the point of configuring an architectural typology of its own. The San Isidro sugar factory constitutes a space that reflects the history and evolution of these technical and typological solutions with a new expressiveness around the metallic structure, concrete and its possibilities.

PALABRAS CLAVE: arquitectura industrial, innovación constructiva, tecnología, estructuras de acero, catálogos técnicos

KEYWORDS: industrial architecture, constructive innovation, technology, steel structures, technical catalogues

Técnica y arte. Arquitectura industrial e innovaciones constructivas

Juan Domingo Santos, Ricardo Hernández Soriano

Los ingenios azucareros. Laboratorio constructivo

La industria del azúcar desempeñó un papel fundamental en el desarrollo industrial de la ciudad de Granada y su provincia entre 1882 y 1930, periodo en el que estas construcciones introdujeron nuevas tecnologías y procesos constructivos procedentes de Europa. En general las azucareras de la Vega de Granada y de su costa compartieron las mismas soluciones técnicas e influencias tipológicas, si bien el caso pionero del Ingenio de San Juan (1882) y, más tarde, la Azucarera de San Isidro (1901), constituyen hitos relevantes en el proceso de implementación, construcción y desarrollo de estos conjuntos industriales. Por su novedad en la implantación del azúcar de remolacha, la singularidad de las técnicas constructivas y soluciones empleadas, y por la belleza arquitectónica y relación con el paisaje, este conjunto industrial merece ser estudiado como elemento referencial del proceso de industrialización de la Vega de Granada que supuso grandes innovaciones para el progreso y modernización de la ciudad.¹

El origen de estas construcciones de grandes luces y plantas diáfanas se encuentra en los invernaderos de pequeño tamaño que comenzaron a construirse a finales del siglo XVIII, en las estaciones y hangares de ferrocarril de la primera mitad del siglo XIX y en las grandes exposiciones universales iniciadas en 1851 en Londres con el Crystal Palace de Joseph Paxton y más tarde las de París de 1855, 1878 y 1889 (esta última con la construcción de la Torre Eiffel). Las exposiciones universales se convirtieron en un campo de experimenta-

¹ Son escasos los estudios sobre modelos arquitectónicos y las innovaciones constructivas de los ingenios azucareros en la provincia de Granada. La bibliografía existente remite a estudios centrados en la visión histórica y económica que dejan de lado la importante aportación técnica que estos ingenios tuvieron en el desarrollo de la arquitectura industrial y su influencia en la modernización de las técnicas constructivas de la ciudad. Desde esta perspectiva destacan las tesis doctorales: *Francisco Giménez Arévalo. La introducción en Granada de nuevas tecnologías y su aplicación a procesos constructivos a finales del siglo XIX y principios del XX*, de Beatriz Castilla Rodríguez y, en especial, la tesis doctoral *Sistemas constructivos de la industria azucarera granadina*, del ingeniero de caminos Agustín Castillo Martínez, que realiza un interesante estudio sobre los modelos constructivos que se implantaron en las azucareras de la Vega de Granada y en la costa, y las influencias y relaciones que se establecieron entre ellas.



1

Fig. 1 Torre calera
(Fotografía: Juan Domingo, 2018)

ción tecnológica de la estructura ligera de acero laminado que permitía doblar, curvar o dar formas diversas a elementos estructurales para levantar construcciones de dimensiones colosales. Pronto los adelantos del acero forjado fueron aplicados a la industria y a la construcción de grandes naves destinadas al trabajo y a la producción del azúcar. Setenta años más tarde de las primeras construcciones en acero laminado en Europa (1830), la tecnología llegaría a la Azucarera de San Isidro en 1901 de la mano de industrias centroeuropeas para permitir la construcción de naves con plantas libres y grandes espacios que albergaban en su interior máquinas y trabajadores. Hasta ese momento, la construcción de las azucareras de la costa y las que se emplazaron en la Vega de Granada fueron empresas que recurrieron a sistemas constructivos tradicionales combinando soportes de fundición gris con forjados en madera y cerramientos de piedra y ladrillo. En la Azucarera de San Isidro se asiste por primera vez a la cubrición de las naves con cerchas metálicas y a un repertorio completo de la evolución de la estructura metálica (desde la fundición gris al acero laminado) bajo diversas formas y estilos que conjugaron la técnica y el arte que caracterizó una época de transición y cambio de los modelos constructivos tradicionales. (Figura 1)

La innovación de la maquinaria con todo tipo de ingenios se extendió a los sistemas constructivos a través del hierro y el acero en sus distintas versiones que revolucionaron las construcciones tradicionales en madera o piedra, lo que supuso un antes y un después en la historia de la construcción industrial en cuanto a funcionalidad, técnica y estética. Las limitaciones del hierro fundido –poco dúctil y pesado– que requería diseños masivos a compresión y con soluciones discontinuas, cedió paso al hierro forjado hacia 1830 con un campo mayor de posibilidades debido a su ductilidad y resistencia a la tracción y a la flexión. El conjunto de ambas estructuras abrió un arco de combinaciones solidarias para lograr espacios libres y diáfanos con soportes delgados que podían cargar grandes pesos (pilares de fundición) y salvar amplias luces mediante vigas de acero laminado en los forjados y cerchas o cúpulas para la cubrición de naves. Los primeros pasos de la estructura metálica reproducían las soluciones de las construcciones en madera hasta que alcanzaron una expresividad y un desarrollo propios.² El acero laminado inició una nueva etapa donde el diseño estructural adquirió el protagonismo absoluto en la configuración de las construcciones, hasta el punto de que el tipo arquitectónico estuvo identificado con el tipo estructural (Araujo, 1999).

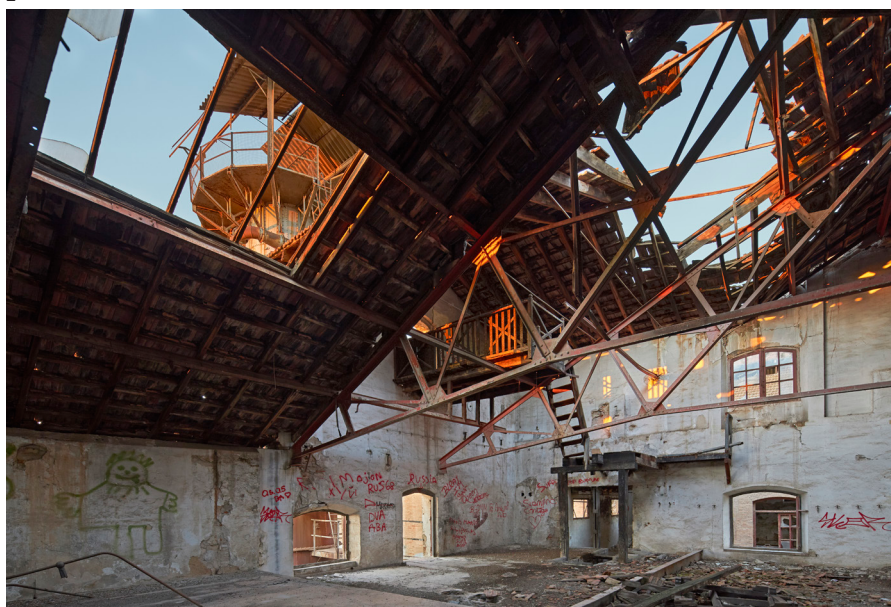
El desarrollo de la tecnología en Europa discurrió paralelo a la investigación en torno a las posibilidades de mejora del rendimiento de la producción de azúcar de remolacha. La creación de espacios funcionales con una ordenación equilibrada de estructura, cerramiento y cubierta de raíz clásica en madera fue dejando paso durante el siglo XIX a una nueva expresividad en torno a la estructura y el volumen gracias a los sistemas constructivos impulsados por las sorprendentes posibilidades de los nuevos materiales. Esta inédita combinación de técnica y espacio arquitectónico proporcionó una organización metódica de los trabajos y el empleo funcional de la máquina gracias a los avances científicos sobre el estudio de la elasticidad y la resistencia de materiales aplicados a los nuevos sistemas constructivos que generó modelos fácilmente exportables.

Entre 1850 y 1880, los progresos técnicos de la maquinaria y de la industria hicieron que proliferara la construcción de azucareras en toda Europa. En 1884, dos años más tarde de la construcción del Ingenio de San Juan (la primera azucarera de remolacha de España), se habían instalado hasta 470 fábricas de remolacha en Francia y 408 en Alemania. Estos dos países, a la cabeza de la pro-

² Los manuales y prontuarios de la época recogían en un mismo apartado la estructura metálica y la de madera, asimilando el estudio del acero a las soluciones constructivas, uniones, ensamblajes y nudos empleados en las construcciones en madera.



2



3

Fig.2 Interior de la nave principal de producción (Fotografía: Juan Moreno, 2023)

Fig.3 Cubierta de la nave principal de producción (Fotografía: Clara Torres, 2022)

ducción de azúcar de remolacha en Europa, contaban desde mediados del siglo XIX con empresas destinadas a la producción de locomotoras y estructuras metálicas para estaciones y puentes, convirtiéndose en complejos industriales de referencia mundial en la fabricación de maquinaria industrial y su instalación vinculada al azúcar.

El diseño de los ingenios azucareros en la provincia de Granada procedía de técnicos y empresas centroeuropeas que desempeñaron una importante labor asesorando a los arquitectos locales para la construcción de estas fábricas. Las empresas francesas constructoras de azucareras como la *Fives-Lille* y la *Anciens Établissements Cail*, o la empresa alemana *Braunschweigische Maschinenbau-Anstalt* (B.M.A.) realizaron proyectos particularizados para cada azucarera en la que intervinieron montando la maquinaria.³ Confeccionaron dibujos detallados a escala, en planta y sección, en los que se describían la forma y dimensión de las naves, la implantación de la maquinaria, la localización de los distintos niveles y usos por plantas, la disposición de las escaleras, las soluciones constructivas y estructurales, e incluso la disposición de las ventanas en cuanto a tamaño y ubicación en los cerramientos. Si bien estos proyectos eran una guía funcional y constructiva muy valiosa para la ejecución de las fábricas, los ingenieros y arquitectos locales realizaron importantes aportaciones durante la construcción, lo que muestra que estaban al corriente de los sistemas constructivos más novedosos a través de los catálogos y manuales de la época. (Figura 2)

Además de introducir algunos cambios en las soluciones interiores que mejoraron las prestaciones constructivas de los elementos, la mayor aportación de los arquitectos locales radicó en la construcción de la envolvente de los espacios mediante cerramientos ejecutados con materiales locales (ladrillo y mampostería) que dotaron al conjunto de estas arquitecturas de un aire ecléctico y regionalista propio y, en cierta medida, característico de la formación historicista *beauxartiana* de sus autores y de la arquitectura que protagonizó la segunda mitad del siglo XIX y principios del XX. Estos códigos figurativos de las arquitecturas regionales fueron también receptivos a las influencias exteriores, en especial la pre-Secesión vienesa, el producto más elegante del Beaux Arts tardío, como se observa en el remate de la torre alcoholera realizado por Juan Montserrat Vergés en 1907 basado en una torre construida en Praga por la misma compañía Breitfeld Danek que instaló la maquinaria en la destilería de San Isidro. Las soluciones empleadas recuerdan la coronación de las torres del palacio construido en Praga con motivo de la exposición regional del jubileo unos años antes en 1891. Otras azucareras de Shropshire (Inglaterra), Carlow (Irlanda), Badia (Italia), Lundenburg (República Checa), Pressburg (Bratislava) y Lochiwitza (Rusia) evidencian la dependencia técnica y constructiva de las construcciones locales respecto a Europa y la capacidad para superar las limitaciones geográficas y de conocimiento gracias a los continuos viajes al extranjero que realizaron los industriales azucareros, al permanente intercambio de técnicos y capataces de unas y otras latitudes, y a los manuales de construcción de la época, que facilitaron una fluida información y conocimiento (Sánchez, 2014).

3 La amplia difusión que encontró la producción de remolacha en la Vega de Granada dio lugar a la fundación de diez azucareras antes de 1890, todas ellas con maquinaria suministrada por la empresa *Fives-Lille* a excepción de la desaparecida fábrica La Bomba (San José) cuyo proveedor fue *Cail et Cie*. La Azucarera de San Isidro se construyó junto al Ingenio de San Juan a partir de 1901, ya después de la pérdida de las colonias. La maquinaria fue adquirida a la empresa alemana *Braunschweigische Maschinenbau Anstalt* (B.M.A.), domiciliada en Brunswick con representantes nacionales afincados en San Sebastián. La construcción de la torre alcoholera en 1907 por el arquitecto Juan Montserrat Vergés exigió la adquisición de nueva maquinaria, en este caso suministrada por la compañía danesa Breitfeld Danek I.C.I.A., más tarde renombrada como Sociedad Anónima de Construcciones Mecánicas.

Entre los técnicos locales destaca el arquitecto Francisco Giménez Arévalo, autor de diversas fábricas pioneras en la nueva industria azucarera granadina como el Ingenio de San Juan (1882), Nuestra Señora del Pilar en Motril (1882), Nuestro Señor de la Salud en Santa Fe (1889) y la azucarera de Santa Juliana en Armilla (1890), en las que desarrolló una importante labor para el impulso inicial de la industria azucarera y aportó modernidad arquitectónica a la Granada de final del siglo XIX con numerosas construcciones, algunas de ellas en la Gran Vía de Colón.⁴ Otros arquitectos como Juan Montserrat Vergés, uno de los personajes más activos de la vida artística y cultural de la época, autor de la Azucarera de San Isidro (1901), el complejo de su destilería (1907) y la azucarera de la Bomba (1890), junto a José Felipe Giménez Lacal, autor de las diferentes ampliaciones que se llevaron a cabo en San Isidro hasta 1925, contribuyeron con sus trabajos al desarrollo de este complejo azucarero incorporando con sus diseños soluciones constructivas novedosas que trasladaron a los edificios que proyectaron en la ciudad.

El repertorio de soluciones constructivas y estructurales empleadas para el cálculo y puesta en obra de estas construcciones formaba parte de manuales, atlas, prontuarios y catálogos técnicos de la época, así como de revistas especializadas que aportaban información sobre las técnicas constructivas y sus aplicaciones. Gracias a estas publicaciones y a la difusión que tuvieron entre ingenieros y arquitectos se pudo crear una base de conocimiento de gran ayuda para el estudio de las posibilidades de la madera, el hierro, la cerámica o el acero que permitieron levantar estas construcciones. Entre estos manuales de uso frecuente destacan el atlas *Traité de l'art de la charpenterie* de A. R. Emy de 1842, el tratado técnico *La brique et la terre cuite* de Pierre Chabat de 1881, el atlas *La construction architecturale en fonte, fer et acier*, de Arthur Vierendeel, de 1902, *Los apuntes de construcción de la Escuela Especial de Arquitectura de Madrid*, curso 1908-1909, el atlas del ingeniero militar José Marva Mayer, *Mecánica aplicada a las construcciones*, de 1916, y los prontuarios para el *Empleo del acero laminado de los Altos Hornos de Vizcaya* de principios del siglo XX (Castillo, 2016).⁵

Junto a estos catálogos, las fuentes de estudio más destacadas para el conocimiento de estas construcciones son los proyectos originales y los propios edificios, que muestran la acelerada evolución constructiva que se estaba operando en la segunda mitad del siglo XIX. En general, las azucareras contaron con un repertorio de soluciones constructivas, más o menos comunes, que fueron evolucionando de manera progresiva con los años y la llegada de las nuevas tecnologías. Entre 1882 y 1920, los ingenios azucareros fueron construidos con sistemas mixtos en madera-acero reemplazados por estructuras metálicas en las ampliaciones y en las nuevas construcciones hasta hacer desaparecer la madera. El Ingenio de San Juan (1882) fue concebido y construido con unos principios más rudimentarios que los recursos empleados en la Azucarera de San Isidro (1901). Columnas de fundición gris soportando vigas y pavimentos de madera y naves cubiertas por cerchas del mismo material en el Ingenio de San Juan, dieron paso a estructuras de soportes, vigas y cerchas metálicas de acero laminado en pocos años en San Isidro. (Figura 3)

En esta evolución de soluciones constructivas, la Azucarera de San Isidro representa un hito en el avance técnico de ciertos elementos que influyeron en la construcción de otras azucareras poste-

4 Giménez Arévalo formó parte de la Sociedad Científica Europea desde 1890 y fue distinguido con la medalla de oro en las Exposición Universal de Barcelona de 1888 y en la de París de 1889 por sus trabajos relacionados con los ingenios azucareros.

5 Los catálogos y manuales de construcción del arquitecto Francisco Giménez Arévalo forman parte en la actualidad del archivo del ingeniero Miguel Giménez Yanguas y son un valioso testimonio de los documentos que empleó el arquitecto para la construcción de los primeros ingenios azucareros en la Vega de Granada.

riores. Las soluciones de cubierta de caballetes y tirantes de madera o mediante cable de acero con falso techo de cañizo empleadas en la construcción de las primeras azucareras de Granada y su provincia, como el Ingenio de San Juan (1882), fueron reemplazadas a principios del siglo XX por cerchas metálicas formadas por perfiles laminados en acero con uniones de chapa roblonada. La Azucarera de San Isidro (1901) fue la primera fábrica que implantó este importante cambio de solución en la cubierta que ha facilitado su preservación en el tiempo. En un principio, la cubrición de la nave principal fue proyectada por ingenieros de la empresa B.M.A. mediante cerchas de madera siguiendo las soluciones del atlas *Traité de l'art de la charpenterie* de A. R. Emy de 1842 como se observa en la documentación gráfica del proyecto, sin embargo, durante la ejecución de las obras, el arquitecto Juan Montserrat Vallés substituyó esta solución por cerchas metálicas de perfiles laminados triangulados tipo *polonceau* que mejoraron las condiciones del proyecto original. La estructura se dejó a la vista con un lucernario corrido y peraltado a lo largo de toda la nave para ventilar los vapores y mejorar la iluminación natural de la nave principal. Una solución similar se empleó en la torre de la destilería unos años más tarde (1907) por el mismo arquitecto mediante un sistema de cerchas cruzadas en forma de estrella diseñadas para liberar la última planta y permitir el apoyo de la torreta de ventilación. Estas soluciones, muy novedosas para la época, influyeron decisivamente en la cubrición de las naves de ingenios azucareros posteriores, solventando uno de los aspectos más comprometidos y que mayores problemas provocaba en estas construcciones. La novedad de las soluciones estructurales de San Isidro se extendió también a la unión de columnas de fundición pasantes de dos o más niveles de altura conciliando al mismo tiempo el apoyo de varias vigas sobre los capiteles de las columnas de fundición. Una compleja solución que requería de un detallado estudio estructural y de replanteo en obra.

Entre las edificaciones del conjunto industrial, la destilería de San Isidro (1907) merece una atención especial, ya que las naves y la torre alcoholera fueron concebidas y construidas desde un primer momento con soportes remachados, vigas y cerchas en acero laminado, con pavimentos y escaleras de madera que representaban el ejemplo de modernidad del momento en estas construcciones. Constituye un elemento referencial en el conjunto que se ha preservado tal y como fue construida originalmente, lo que permite conocer cómo pudo construirse el cuerpo principal de edificaciones de San Isidro seis años antes por el mismo arquitecto.

En general, las azucareras que se construyeron en Granada y su provincia, así como en el resto de España, responden a esquemas tipológicos comunes en cuanto a organización de espacios y funciones, soluciones constructivas y composición de volúmenes debido a los diseños estandarizados proporcionados por las empresas fabricantes de la maquinaria. La composición de huecos y materiales empleados en las fachadas constituían un modelo que se repetía en las diferentes azucareras, y si bien cada fábrica tuvo su propia particularidad, obedecen en su aspecto y organización a soluciones constructivas y compositivas muy parecidas. Esta similitud dependía de la empresa instaladora de la maquinaria y de la tradición constructiva de la zona. En el año 1900, un año antes de la construcción de la Azucarera de San Isidro por la empresa alemana B.M.A., la misma empresa instaló en Asturias la azucarera de Pravia con idéntico esquema tipológico y soluciones de huecos en fachada que se emplearían a continuación en San Isidro (Giménez Yanguas, 2022).

La tipología de estos ingenios consistía en amplias naves de geometría rectangular con un gran patio central en altura y niveles superiores con maquinaria dispuesta alrededor del patio y en el perímetro. En el Ingenio de San Juan esta implantación –hoy desaparecida– obedecía a un esquema básico y sencillo que debió ser muy similar a las ilustraciones del catálogo de la empresa *Fives*



4

Fig.4 Vista de la Azucarera de San Isidro desde los patios de carboneras y pasos elevados de vagonetas con el horno de cal y la nave secadero de pulpa (Fotografía: Estudio JDS, 2007)

Lille de la época, mientras que en la Azucarera de San Isidro la solución, de mayor complejidad y tamaño, contaba con varios niveles de altura y ampliaciones con naves yuxtapuestas. La posición del tren, elevado de la cota del suelo de la fábrica, introdujo cambios novedosos al trasladar el nivel principal de trabajo a la cota superior del tren y crear una serie de infraestructuras de movilidad complementarias. En estas grandes naves las soluciones estructurales y constructivas quedaban a la vista al igual que la maquinaria, los depósitos e instalaciones, dando cuenta de una nueva estética propiciada por las relaciones entre los objetos, el espacio y la estructura. En el discurso cultural de la época las construcciones industriales influyeron en el rumbo de la arquitectura moderna, que encontró en estos modelos una estética y una forma de vida más salubre y directa, despojada del ornato y lo superfluo. (Figura 4)

El Ingenio de San Juan y la Azucarera de San Isidro presentan soluciones sobrias y funcionales propias de un recinto de trabajo, a excepción de algunos elementos tratados con un cierto ornato, como la chimenea principal en ladrillo de la Azucarera de San Isidro y la torre alcoholera de la destilería y su remate superior de ventilación, auténticos trabajos diseñados al estilo *Art nouveau* con un aire centroeuropeo como se ha comentado anteriormente. A estas construcciones se añaden infraestructuras como los pasos elevados de vagonetes con pilares de fundición gris y hormigón armado (una de las primeras construcciones de hormigón de la ciudad, hoy demolida), el horno de cal –auténtico símbolo de la industrialización– reformado y ampliado en distintas ocasiones, todos ellos hitos singulares en el paisaje.

En el plano original con los dibujos en planta y sección de la nave principal de producción realizados por la empresa B.M.A. puede apreciarse la organización de la maquinaria y el resto de elementos de la instalación, la disposición de tres escaleras de conexión entre plantas –una principal (imperial) y otras dos lineales– así como los forjados contruidos con vigas principales en acero y viguetas y tabazón de piso en madera. En las reformas posteriores llevadas a cabo en la década de 1920 se modificó la posición de algunas escaleras y se sustituyó la madera de los forjados por viguetas de acero laminado con bovedillas de revoltón o a la catalana contruidos con ladrillo macizo y mortero de cal con una capa gruesa de hormigón sin armadura. Las escaleras y barandillas de madera con cruces de San Andrés fueron también sustituidas por escaleras de fundición. Estas soluciones en acero y hormigón aseguraban una mayor protección al fuego y una mayor durabilidad y resistencia.

Las primeras soluciones estructurales empleadas en la mayoría de las azucareras fueron realizadas con pilares cilíndricos huecos de hierro de fundición gris con forjados de vigas y tabazón de madera para apoyar la maquinaria. A partir de la década de 1920 la madera fue reemplazada por vigas metálicas, lo que permitió aumentar la carga, el número de plantas y aseguró una mayor durabilidad y continuidad estructural de los soportes. Los pilares de fundición originales arrancaban empotrados en el suelo a un metro de profundidad sobre bloques cúbicos de piedra de Sierra Elvira y zapatas aisladas de mampostería y cal grasa hasta alcanzar una profundidad de al menos tres metros (Castillo, 2016). Los pilares fueron contruidos en fundiciones locales (Pastor y Cía, Fundición Castaños, La Granadina o La Catalana). A partir de 1920 los soportes empleados en las ampliaciones y en las nuevas construcciones eran de acero laminado de perfiles en U empresillados que mejoraban la resistencia y facilitaban el transporte, manejo y puesta en obra frente a las columnas de fundición, más pesadas y menos resistentes. Las uniones de los nuevos perfiles se realizaron mediante roblones, tornillos o soldaduras, según la época de su construcción. Los nuevos pilares tuvieron que ser traídos desde los Altos Hornos de Vizcaya ya que en la ciudad no



5



6

Fig. 5 Vista de la nave de turbinas de la Azucarera de San Isidro con la estructura metálica en los forjados tras las reformas de 1920 (Fotografía: Estudio JDS, 2008)

Fig. 6 Detalle de encuentro de estructura de fundición con acero laminado. Nave secadero de pulpa (Fotografía: Loreto Corisco, 2022)

existían hornos de estas características que permitieran su producción. La Azucarera de San Isidro contiene un repertorio completo de estas soluciones y es un museo vivo de la evolución de la historia de la estructura metálica.

Los cerramientos responden a formas constructivas tradicionales empleadas en la arquitectura local con algunas alteraciones en las ventanas que presentan una escala más monumental, como sucede en la fachada principal de San Isidro con huecos verticales que recogen los tres niveles de altura de la nave principal. En cualquier caso, la composición de huecos en la fachada forma parte del esquema tipológico general y de las soluciones aportadas por las empresas suministradoras de la maquinaria. Los muros de cerramiento de las primeras azucareras se construyeron mediante mampostería vista de piedra de sierra Elvira con verdugadas de ladrillo, y a partir de 1920, en ladrillo macizo visto artesanal. El espesor era variable y dependía de la altura de las edificaciones (50 centímetros en el Ingenio de San Juan y entre 70 y 80 centímetros de espesor en San Isidro). Los muros arrancaban apoyados en zanjas corridas de mampuesto de bolos de piedra y cal a una profundidad de tres metros para asegurar la capacidad portante adecuada del terreno y un reparto equilibrado de las cargas.

Decía el arquitecto Leopoldo Torres Balbás en sus restauraciones en la Alhambra que un edificio histórico debía reflejar las huellas y los acontecimientos vividos, y que la transformación es una condición inherente al propio discurso de la vida del edificio y un testimonio para su estudio y comprensión. En la Azucarera de San Isidro se aprecia el paso del tiempo en las distintas soluciones constructivas de los cerramientos, soportes y forjados que dan cuenta de las diferentes épocas de su construcción y evolución a lo largo de los cien años que estuvo en funcionamiento el conjunto azucarero. Un valioso depósito de soluciones estructurales y constructivas de una época de transición de los materiales tradicionales, como la piedra y la madera, reemplazados por el acero y el hormigón. En este periodo de cambio se concibieron y se levantaron el Ingenio de San Juan y la Azucarera de San Isidro, dos construcciones emblemáticas testimonios vivos del progreso de la técnica y la historia de la arquitectura y la ingeniería en nuestra ciudad, que de la mano de la Universidad de Granada volverán a ser un motor de innovación y progreso para Granada.