

La impronta europea del norte en la construcción con hierro y acero durante la industrialización del País Vasco (1842-1914)

Lauren Etxepare
Bill Addis

Finalizada la Primera Guerra Carlista (1833–1840) se abría un nuevo tiempo en el País Vasco, marcado por la amenaza nunca concretada de la modificación de los Fueros por parte del Gobierno de España. La incertidumbre política, sin embargo, no fue óbice para que en el País Vasco se iniciara una etapa caracterizada por un alto nivel de desarrollo. Desde el punto de vista económico, como consecuencia de la entrada en vigor del decreto del 29 de octubre de 1841, que promulgaba el traslado de las aduanas desde el Ebro a la frontera con Francia, el horizonte comercial del país se veía ampliado mediante la integración en el sistema aduanero de la Corona española. En el plano tecnológico, por otro lado, comenzaba la industrialización del país, un proceso en el que la producción y la moderna tecnología del acero habrían de jugar un papel crucial. En dicho proceso habrían de participar agentes de toda Europa, especialmente de Francia e Inglaterra, atraídos por una doble circunstancia: la riqueza de depósitos de mineral de hierro, por una parte, y la pequeña explotación de la que hasta el momento habían sido objeto, por otra. Dicha riqueza se extendía además a otros minerales, como la fosforita, cuya presencia atrajo a miembros de la *Agricultural Society of Great Britain* en 1844 (O'Connor y Solano 2014).

LA PRODUCCIÓN DE HIERRO EN EL PAÍS VASCO

La industria tradicional vasca del hierro, basada en las antiguas ferrerías de monte y en las ferrerías

hidráulicas que aún subsistían, venía experimentando un evidente declive desde comienzos del siglo XVIII. Bien es cierto que hubo intentos de optimizar los procesos tradicionales, como las funderías basadas en la laminación hidráulica, o iniciativas de promoción de nuevas fábricas impulsadas por la Real Sociedad Bascongada de Amigos del País, pero las propuestas de reforma tropezaron una y otra vez con las reticencias de los ferrones y operarios.

Así que la moderna industria no florecería como consecuencia de la mejora de los antiguos ingenios, sino de la implantación de una nueva tecnología, favorecida por la riqueza en hierro de los montes de Bilbao y por las específicas condiciones que los nuevos sistemas de conversión del hierro en acero imponían con respecto a la materia prima. En 1856 la *Henry Bessemer and Company* de Sheffield, patentaba el convertidor Bessemer, basado en la introducción a través del hierro de una corriente de aire a presión que eliminaba las impurezas y mantenía el hierro a alta temperatura sin necesidad de aportar combustible, haciendo posible la fabricación económica de acero de calidad. Sin embargo, el nuevo convertidor no habría de dar buenos resultados más que en el caso de que el hierro introducido en él procediera de un mineral bajo en fósforo. Gracias a esta circunstancia, el hierro vizcaino adquirió un alto valor añadido, dado que este tipo de mineral solo se encontraba en Suecia y en la cuenca minera que rodea a Bilbao.

A finales del siglo XIX, España era el quinto entre los países europeos con mayores depósitos de mineral de hierro, después de Francia, Gran Bretaña, Alemania y Suecia, convirtiéndose en un importante proveedor para Gran Bretaña, cuya demanda superaba ampliamente su propia oferta. Incluso en 1910 la exportación española de hierro era diez veces superior al consumo interno. (Roesler, 1921). Sólo los últimos treinta años del Siglo XIX contemplaron el vaciado de 90 millones de toneladas de mineral de hierro de los montes de Bizkaia, de las que cerca de 70 fueron a satisfacer la demanda de la siderurgia británica (Agirre 1993). Dicho volumen supuso aproximadamente la mitad del hierro que los británicos importaron desde España entre 1871 y 1914 (Flinn 1955).

Los primeros altos hornos

En 1860 nació la *Fábrica de Hierros de San Martín de Urbieta* en Beasain, Gipuzkoa, con el fin de reactivar los procedimientos obsoletos y de producir hierro de manera competitiva. En ella se habría de construir el primer alto horno guipuzcoano. Durante los dos años que duró su construcción, el acero era producido en hornos de pudelado, laminándose posteriormente mediante rodillos (Ibañez, Torrecilla, Zabala, Yañiz 2001).

En Bizkaia, la empresa vizcaína *Ybarra Hermanos* y *Compañía* participaba en la creación de las principales compañías de la época, aportando capital junto a empresas europeas de diversa procedencia. Es el caso de la *Compañía Franco-Belga de Minas de Somorrostro* (1873), nacida de la fusión con empresas francesas y belgas, y de la *Orconera Iron Ore Company Limited* (1873), en la que los Ybarra participaban junto a la alemana *Krupp* y las británicas *Dowlais* y *Conssett*. Barcos cargados de hierro zarpaban regularmente desde los cargaderos de Barakaldo rumbo a Inglaterra, volviendo repletos del carbón mineral necesario para la alimentación de los altos hornos recién instalados: el primero de ellos fue montado en 1883 por *Altos Hornos y Fábricas de Hierro y Acero de Bilbao*, en su fábrica de *El Carmen*; a él le siguieron los de la fábrica de *San Francisco* y la *Metalurgia y Construcciones de Vizcaya* (Bilbao 1988, Kennedy 1886).

El cable aéreo Otto Pohligh, en Malla Arria

A finales del siglo XIX la *Compañía Minera de Alava y Guipúzcoa*, de capital belga, intensificaba la actividad en sus minas de hierro de Leintz-Gatzaga, Errezil, Asteasu, Larraul y Legutio. Para la expedición del mineral procedente de sus filones y galerías, la compañía construyó un cargadero en la estación de Villabona-Zizurkil, con el fin de sacar el mineral mediante el ferrocarril. Sin embargo, la compañía abandonaba tal vía al cabo de poco tiempo, decidiéndose por hacer llegar el mineral por cable aéreo hasta el mar, para acumularlo en tolvas y cargarlo en barcos. El lugar elegido fue Malla Arria, en Zarautz (Herrerros y Zaldua 2012).



Figura 1
Cargadero de Malla Arria. (Fondo Mariano de Corral. Archivo EuskoTren/Museo Vasco del Ferrocarril)

El proyecto del tranvía aéreo tricable fue realizado en 1905 por el ingeniero Alphonse Dory y de Villers. Era un cable del tipo Pohligh, en cuyo proyecto colaboró su inventor Otto Pohligh, y cubría un recorrido de unos 11 km, en dos tramos: el primero arrancaba en la estación de carga de Andazarrate y finalizaba en las tolvas de Amesti, en Zarautz. Contaba con 112 machones y completaba una distancia de 10,70 km y un desnivel de 370 m con tres estaciones intermedias: dos de tensionado y la principal, con artilugios para desliar el cable y un regulador de viento. Este cable aéreo tenía una capacidad para transportar 20 t/h. El segundo tramo era de 400 m de longitud y 40

de desnivel, y contaba con 5 machones. Arrancaba a los pies de las tolvas de Amesti y terminaba en la vertedera de barcos de Malla Arria. Los machones tenían una base de mampostería, sobre la que se alzaba una estructura metálica triangulada de cerca de 15 metros.

La manufactura de productos en hierro

La técnica del hierro colado, consistente en verter el hierro fundido en moldes, hizo posible la fabricación de una variada gama de productos: columnas, bancos y farolas con ornamentos de todo tipo incorporaron un nuevo lenguaje constructivo en toda Europa (Addis 2007). Sin embargo, la tecnología del hierro habría de experimentar tal transformación, que el material devino otro. A pesar de prestarse perfectamente a la fabricación de piezas complejas, el uso de la fundición decayó, dada la dependencia respecto del molde y dado que era demasiado quebradiza para resistir las vibraciones de las estructuras sometidas a acciones variables, como los puentes de ferrocarril. Se impuso en su lugar el hierro forjado, más dúctil y resistente, y del que podían obtenerse perfiles de distintas formas a bajo coste, gracias a la puesta en marcha y aplicación del proceso de laminado.

A mediados de siglo, para cuando despegaba definitivamente la construcción en hierro en el País Vasco, las formas fundamentales de la construcción metálica, procedentes del proceso de laminado, estaban ya a punto en toda Europa: el angular, la pletina, el perfil en I y la viga de celosía, que no tardaría en sustituir a la viga de alma llena, redundante desde el punto de vista de la eficacia material. Esta evolución, no obstante, respondió a un proceso paulatino, durante el cual convivieron los diversos productos, que incluso llegaban a coincidir en el seno de una misma construcción, adjudicándoseles papeles constructivos de diversa índole; columnas de hierro fundido con capiteles ornamentados podían servir de apoyo a vigas de hierro forjado con perfiles en I o en T (Lemoine 1984). En lo que a la unión de las piezas se refiere, en contraposición a las complicadas soluciones que requerían las piezas de fundición, los perfiles de hierro estandarizados serían ensamblados mediante roblones introducidos en caliente en agujeros realizados previamente, que una vez enfriados unían sólidamente las piezas (Collette et al. 2011).

En 1847 nació en Asparrena, Araba, la firma *Sesé, Urigoitia y Cia*. El mineral utilizado en la fundición procedía de Triano y Olvega, Soria, y la producción se destinaba fundamentalmente a las fábricas de maquinaria agrícola de Ajuria S.A., en Vitoria-Gasteiz y Asparrena. En Gipuzkoa fue pionera la fundición y taller de maquinaria de *Fossey y Cia.*, fundada en 1853, cuando el ingeniero británico se instaló en Lasarte, para producir piezas de fundición de hierro y bronce y construir turbinas y maquinaria para el sector papelerero. Le siguió *Resusta y Vergarajauregui* (1869), en Mondragón, así como *San Pedro* de Elgoibar en 1877, Aurrera de Eibar y diversos talleres de fundición de Tolosa y Hernani.

En Bizkaia, las gradas de *Astilleros del Nervión* (1888), *Euskalduna* (1900) y de la *Sociedad Española de Construcción Naval* (1916), utilizarían para sus buques componentes aportados por *Talleres de Deusto*, *Talleres de Zorroza*, *Forjas y Alambres del Cadagua* y una larga serie de talleres de construcciones metálicas instalados en ambas márgenes de la ría, que proveerían de material a las navieras (Aguirre 1993).

LA CONSTRUCCIÓN DEL FERROCARRIL EN ESPAÑA

La red ferroviaria española comenzó en 1848 con la construcción de una línea de 25 km entre Barcelona y Mataró, hecha por los contratistas ingleses Joseph Locke, William Mackenzie y Thomas Brassey, que ya habían construido miles de kilómetros de ferrocarril en Francia. No fueron pagados por este trabajo, por lo que no volvieron a trabajar en España. Al poco tiempo fueron construidos nuevos ferrocarriles. Hacia 1863 una línea llegó a la frontera portuguesa, y en 1864 se había abierto la línea Madrid-Irun, que llegaría hasta la frontera con Francia.

El ferrocarril de Madrid a Hendaya

En 1856 comenzaba la construcción de la línea de ferrocarril entre Madrid e Irun, de 663 km de longitud, por iniciativa de la *Compañía de los Caminos de Hierro del Norte de España*. El Crédito Mobiliario Español aportaba la cuarta parte del capital, mientras que el resto era aportado por la *Société Générale du Crédit Mobilier* de los hermanos Pereire, y la *Société*

Générale de Belgique. Era, de facto, una compañía francesa, cuyas obras eran supervisadas desde París por el ingeniero M. Lalanne, y cuyos trabajos eran dirigidos por el ingeniero C.A. Latourneur, instalado en Vitoria. La ruta de la línea de Madrid hasta la frontera francesa pasaba por Valladolid, Burgos, Vitoria, Alsasua, Zumárraga, San Sebastián e Irun. La parte vasca del trazado, correspondiente al tramo entre Miranda e Irun, fue construida entre 1862 y 1864.

El ferrocarril de Tudela a Bilbao

La ley de 9 de julio de 1856, de concesión de líneas de ferrocarril, incorporaba un artículo adicional que preveía la concesión de una línea de Tudela a Bilbao, en respuesta a los anhelos del Consejo general de Logroño y de las autoridades de Bilbao, tras quedar esta última al margen de la línea Irun-Madrid, construida por la *Compañía de los caminos de Hierro del Norte de España*. Al año siguiente se constituía la *Compañía del Ferrocarril de Tudela a Bilbao*, que al poco tiempo contrataba al ingeniero inglés Charles Vignoles (1793–1875). Vignoles había sido el encargado de supervisar la ruta del ferrocarril entre Liverpool y Manchester, inaugurado en 1830, así como responsable de los ferrocarriles de Manchester y Sheffield

Dublin y Kingstown en Irlanda (1832–34) y varias rutas en Alemania y Suiza en años 1850.

Además de la línea férrea entre Tudela y Bilbao (1857–64), Charles Vignoles proyectó en 1862 la estación de Miranda de Ebro, en la provincia de Burgos (Vignoles 1982), y la estación de Logroño en la Rioja. El año siguiente proyectaba la estación terminal de la línea, la estación de Bilbao-Abando, finalizada en 1870, después de la quiebra de la empresa original. En el momento de su construcción, era una de las de mayores dimensiones en toda España, con una luz de 25,5 metros.

El Viaducto de Ormaiztegi

La obra clave, en lo que al tramo vasco se refiere, fue la construcción del viaducto de Ormaiztegi, en el tramo entre Zumárraga y Beasain. El viaducto representa fielmente una época ligada al desarrollo ferroviario. Su antigüedad, sus monumentales dimensiones y la altura que salva, lo convierten en un bien sin parangón dentro de la ingeniería civil del siglo XIX en España. En origen el viaducto responde a una estética estrictamente constructiva y ligada a la ingeniería civil metálica del ferrocarril, sin ornamentaciones ni detalles historicistas. Su mayor expresión formal es la densa y tupida malla de planchas de hierro que



Figura 2
El Viaducto de Ormaiztegi. (Diputación de Gipuzkoa)

arriostran y llenan los vacíos de las vigas. El Viaducto salva una distancia de 291,5 metros y su altura máxima es de 34 metros. Se organizaba como un gran cajón continuo, estructurado en cinco vanos de 53,2 y 60,5 metros en los extremos y en el centro, respectivamente. La estética férrea resulta incompleta, pues los soportes se realizaron con pilas de sillaría.

El viaducto fue proyectado por Alexandre Lavalley (1821–1892). El ingeniero francés había completado su formación en la Escuela Politécnica de Tours con una estancia posterior en Inglaterra, ejerciendo en *Bury, Curtis and Kennedy*, Liverpool, uno de los más importantes talleres de locomotoras de Inglaterra (Montel 1995). Posteriormente comenzó a trabajar en los talleres que Ernest Gouin instaló en Batignolles, al noroeste de París (1846). La fábrica, dedicada inicialmente a la construcción de locomotoras, reproducía la organización y proceso de la fábrica de maquinaria textil, herramienta y locomotoras *Sharp Roberts & Company*, en Manchester (Hills 1981). Sin embargo, al poco tiempo, la *Ernest Gouin et Compagnie* optó por diversificar su actividad con productos para la industria textil, primero, y con la construcción de puentes de hierro, más tarde. Fue precisamente Gouin quien introdujo en Francia la tecnología de los puentes en hierro, optando por el hierro en lugar del acero, por tratarse de un material menos frágil y más trabajable.

La marquesina de la Estación del Norte de San Sebastián

La mayoría del capital fundacional de la *Compañía de los caminos de Hierro del Norte de España* era de origen francés. Es la causa principal por la que la mayoría de los técnicos, ya fueran empleados de la compañía como contratados por obras, fueran franceses. En 1863 el Ingeniero de Caminos parisino Alexandre Casimir Letourneur proyectaba la estación del Norte de San Sebastián. El cuerpo central de acceso a la estación fue levantado en piedra, en un estilo clásico. Los andenes y vías permanecieron al descubierto durante unos años, hasta que en 1880 la compañía llevó a cabo la construcción de una marquesina protectora. La compañía se atuvo a la composición arquitectónica ya utilizada en otras obras francesas, promovidas por la *Société Générale du*

Crédit Mobilier de los hermanos Pereire, como la realizadas en la línea de ferrocarril Paris-Saint Germain, y en la de Paris-Versalles.



Figura 3
La marquesina de la Estación del Norte de San Sebastián (Los autores)

El desarrollo del proyecto fue encargado a los técnicos de la compañía, cuyo equipo lo conformaban los arquitectos Ouliac y Armagnac, y los ingenieros Grasset, Avillumer y Biarez. Fue este último quien llevó el peso del proyecto, optando por una amplia marquesina a dos aguas, cuya composición respondía al estilo del Segundo Imperio Francés (1852–1870). El suministro de la marquesina fue contratado con la empresa francesa de construcciones metálicas *Gustave Eiffel et Compagnie*. La marquesina consiste en una cubierta a dos aguas, con una estructura de cerchas Polonceau, cuyos elementos comprimidos fueron realizados con barras en hierro colado. La cubierta estaba rematada por una linterna longitudinal que permitía cierta iluminación natural y, sobre todo, la evacuación de los humos de las locomotoras, así como con tres pequeños lucernarios. Una marquesina similar fue empleada

para la cobertura de las vías en la Estación de Irun, última estación de la línea (1883).

La construcción de ambas marquesinas respondía a un sistema prefabricado. El uso de estos sistemas, que empezaron a comercializarse a comienzos del siglo XVIII, era generalizado al cabo de unas décadas, no sólo en la construcción de las estaciones de la *Compañía de los caminos de Hierro del Norte de España*, sino en general, dada su garantía en términos de ejecución, economía y rapidez de montaje; sirvan como ejemplo la estación de Alicante (1858), realizada por la firma belga *Schneider y Cía.* o la estación del Norte de Valencia (1852), realizada en los talleres *Grasset* de Madrid.

LA INDUSTRIA NAVAL

Astilleros del Nervión y la Sociedad Martínez Rivas-Palmer

La construcción de barcos en hierro y acero se inició en 1888, con la fundación de la factoría *Astilleros del Nervión*, primera industria naval moderna del País Vasco. Se ubicaba en Sestao, a orillas del Nervión, y fue creada por iniciativa de la *Sociedad Martínez Rivas-Palmer*, fundada por el industrial José María Martínez de las Rivas y por Charles M. Palmer (1822–1907), constructor naval británico ligado a las firmas *Brown y Cammel* de Sheffield. Respondía a un nuevo concepto de astillero, con sus propios talleres de artillería, maquinaria y fundición, y con mano de obra cualificada proveniente de Inglaterra (Odriozola 2002). Fue, en realidad, una iniciativa lanzada para hacerse con el concurso convocado por el Estado, tras la publicación del Real Decreto de 28 de diciembre de 1887, que establecía la construcción de una escuadra para la armada española. El material habría de ser suministrado por las fábricas de Altos Hornos de Bilbao y de La Felguera, en Asturias, a excepción de ciertas barras especiales y 70 toneladas de remaches que se habían encargado en Inglaterra (Macías 2006).

INFRAESTRUCTURAS MARINAS Y FLUVIALES

Las principales obras en hierro, relativas a las infraestructuras marítimas y fluviales se encuentran en

la desembocadura de la ría del Nervión. Se trata de los antiguos puentes de Bilbao, del muelle de Churruca y del puente transbordador *Vizcaya*. Son hitos de la ingeniería que perduran aún, sometidos a la acción del mar y al paso constante de personas y vehículos.

El Puente colgante y el Puente de hierro de San Francisco, en Bilbao

Se mantuvo suspendido por cadenas de hierro entre los años 1827 y 1852, y por cables de acero en los años siguientes hasta 1874, año en el que fue destruido durante la guerra carlista. Tuvo el valor de cruzarlo, en su inauguración, el rey Fernando VII, que reinó hasta 1833. Fue sustituido por otro puente de hierro en 1881. El puente colgante de san Francisco fue reemplazado en 1881 por un puente en arco de hierro forjado, proyectado por Pablo de Alzola. Era de muy contenida expresión formal: se basaba en un arco rebajado, relleno con una tupida celosía de hierro. Fue construido por la casa alemana *Gusstahlfabrik*, de Bochum, Westfalia, que quiso introducir modificaciones como la de articular el puente en su arranque, a las que Alzola se negó (Navascués 2007). Fue volado en 1937, durante la Guerra Civil Española. El puente enlazaba con el mercado de san Antón, construido a mediados de la década de 1840, en hierro colado y forjado, y cristal.

El Puente de Isabel II o Puente de hierro, en Bilbao

Fue proyectada en 1844, empezándose a construir en 1845 y finalizándose en 1847. Se cree que el arquitecto Amado Lázaro tuvo que ver con la construcción del puente. Fue el tercer puente sobre la ría, convirtiéndose en la principal vía de unión moderna de la villa con la República de Abando, entre el Arenal y Ripa. Era de estructura metálica con hojas levadizas en su parte central y fue bautizado con el nombre de Isabel II. Fue el primer puente de fundición en España. Sus elementos metálicos fueron fundidos en *Fundiciones Santa Ana de Bolueta*, en Bilbao, inauguradas pocos años antes. En 1866 dejaron de funcionar las hojas levadizas en su parte central. Era un puente de peaje que se cobró hasta 1870. Durante los años

posteriores a su construcción fue deteriorándose progresivamente debido a las riadas y otras causas.

El muelle de Churruca

A comienzos del último tercio del siglo, el lugar donde confluye el cauce fluvial de la ría del Nervión con el mar, conocido como la barra de Portugalete, suponía un peligroso tramo de navegación sometido a las corrientes marinas. El depósito aleatorio de arena formaba un peligroso banco que no dejaba más que 1,14 m de profundidad en bajamar, limitando el calado de los barcos.



Figura 4
El muelle de Churruca. (Colección particular del primer autor)

En 1877, el ingeniero Evaristo Churruca (1841–1917) tras ser nombrado director facultativo de la Junta de Obras del Puerto, se decidió por la construcción de un dique de encauzamiento paralelo a la ría por su margen izquierda, que corrigiera la marea entrante, encauzando la corriente para lograr un autodragado. El dique, de 834 metros de longitud y una curvatura de tres mil metros de radio, se compone de tres elementos superpuestos: una estructura metálica cimentada sobre pilotes de rosca, una base de escollera ataluzada y enrasada al nivel de la bajamar, y un macizo de hormigón de 4,20 m de altura, apoyado sobre la escollera y encajado entre los pilotes metálicos de la estructura (Carcamo y Uriarte 2016).

La estructura fue construida en los talleres de *La Maquinista Terrestre y Marítima de Barcelona*, en la

Barceloneta, nacida en 1855 de la asociación de otras empresas barcelonesas, y que pocos años antes había incorporado a los puentes y muelles a su oferta inicial de productos, compuesta de calderas, buques, máquinas de vapor y motores (Riera y Tuebols 2008). Churruca optó por una estructura metálica ejecutada con pórticos formados por dos pilares en hierro de sección hexagonal, inclinados 1/10 hacia el exterior.

Los pilares eran prolongados bajo la ría en forma de pilotes de sección tubular. Estos fueron suministrados por la casa *Hawks Crawshaw & Sons*, de Gateshead, al norte de Inglaterra, dedicada a la construcción de puentes, máquinas de vapor y obras marítimas, que pasaba por su mejor periodo antes de colapsar a los pocos años (Rennison, Scott, 2008). La sujeción de los pilotes al suelo fue realizada mediante roscas en hierro dulce suministradas por la misma casa, según el sistema patentado en 1834 por Alexander Mitchell. En la puntera de cada uno de los pilotes, fue roblonado fuertemente un disco de espirales helicoidales en fundición, de tres vueltas de gran saliente y borde cortante que era introducido mediante giro, haciendo que el pilote se hincara en el terreno hasta la profundidad deseada (González 2007).

Alberto Palacio y Fernando Arnodin en el Puente transbordador Vizcaya

El puente, proyectado por el Arquitecto vasco Alberto Palacio y Elissague e inaugurado en 1893, fue el primer puente transbordador construido en el mundo. Hubo, sin embargo, proyectos anteriores, de los que Palacio y el constructor Fernando Arnodin dieron cuenta probablemente: en 1869 la revista estadounidense *Scientific American* publicaba el proyecto de un puente con vehículo móvil, pensado para unir los márgenes del río East entre New York y Brooklyn, cuya construcción fue ideada por el ingeniero estadounidense J.W. Morse; en 1873 Charles Smith ideaba un puente transbordador para cruzar el río Tees en Middlesbrough, Inglaterra, cuyo proyecto fue publicado en la revista *Engineering* del mismo año (Perez Trimiño 2007).

Palacio se basó en estos proyectos, desarrollando el proyecto del puente entre 1885 y 1887 y solicitando al final de este periodo patente de invención. Se trata de un puente colgante de ciento sesenta metros

de luz. Su tablero se encuentra a cuarenta y cinco metros sobre el nivel de las aguas para permitir el paso de los barcos, y queda sostenido por dos torres de celosía de sesenta y un metros de altura. Sobre él corren dos raíles sobre los que se desplaza un tren de rodillos del que pende el transbordador, que permite el transporte de vehículos, y se desplaza horizontalmente, por impulso, originalmente, de una máquina de vapor instalada en la la torre del lado de Las Arenas (Navascués 2007).



Figura 5
El puente transbordador *Vizcaya*. (Colección particular del primer autor)

Arnodin fundó en 1872 su propia empresa de construcciones metálicas en la localidad de Chateauf-neuf-Sur-Loire, encabezando un importante equipo de arquitectos, ingenieros y constructores. En 1890 inventó el cable de torsión alternativa, elemento bási-

co a partir de entonces en la construcción de puentes suspendidos. El 7 de abril de 1890 se constituyó la sociedad *M.A. Palacio y Cía*, cuyo principal accionista fue el empresario Santos López de Letona, para la construcción y explotación del futuro puente, comenzándose las obras a los pocos días.

Las piezas eran realizadas en la *Société Arnodin, usine de fabrication et assemblage d'éléments métalliques préconstruits*, una fábrica de dos hectáreas y media situada junto a una línea de ferrocarril a la entrada de Chateauf-neuf-Sur-Loire, Francia. Posteriormente eran transportadas en tren a Burdeos, para ser embarcadas y transportadas hasta el puerto de Bilbao, con destino al taller que a tal efecto fue instalado en las cercanías del puente, en el lado de Las Arenas.

LA ARQUITECTURA CIVIL

La edificación en hierro adquiriría una mayor capacidad y versatilidad, gracias al avance de la industria vasca y de la red de relaciones comerciales que se habría de extender con compañías, profesionales y capitalistas europeos. Merced a ello sería edificado un tupido entramado de infraestructuras marítimas, fluviales, ferroviarias y civiles, cuya implantación sobre el territorio habría de responder a un proceso gradual que comenzaba por el entorno natural, para alcanzar al tiempo el corazón de la ciudad. La edificación de los modernos ensanches de San Sebastián, Bilbao y Pamplona habría de requerir nuevas dotaciones construidas en hierro, como kioscos, mercados y puentes.

Cambiaba el país, y así mismo sería superada la visión que sobre él ofrecían los libros de viajes editados por las imprentas europeas. Los grabados con paisajes románticos dibujados por viajeros como Edward Hawke Locker (1777–1849) o Robert Batty (1789–1848), militares ingleses que visitaron el país durante las Guerras napoleónicas (1803–1815), daban paso a los primeros daguerrotipos. Fotógrafos franceses, como Jean Laurent Minier (1816–1886), evitaban las estampas costumbristas de antaño y reproducían con sus cámaras las nuevas obras públicas en hierro, pintadas en un color ajeno hasta entonces: el color del zinc, el material al que, por ser más electronegativo que el hierro, se le confiaría a partir de entonces su protección (Sorel 1837).

Edificios públicos y mobiliario urbano

Uno de los edificios públicos antiguos de hierro colado fue el mercado de San Antón en Bilbao, construido hacia 1845. Se trataba de un amplio recinto con una estructura en hierro colado, hierro forjado y cristal, de estilo afrancesado. Este nuevo recinto cerraba algunos de los costados y mantenía un paso para la circulación de peatones en su interior. Este recinto tenía un grave problema de concentración de calor por el que se llegó a instalar un sistema de riego en su tejado para hacer que la temperatura interior no fuera insoportable.

Hacia la década de 1890, el hierro había sido aceptado como el material idóneo con el que construir los escenarios y plataformas donde desarrollarse los espectáculos y actos públicos. Sirvan como ejemplo el Kiosco de Irun, proyectado por Javier Aguirre en 1903, y el Kiosco de la Música de San Sebastián, proyectado por el arquitecto zaragozano Ricardo Magdalena. En 1910 Rafael Alday proyectaba la barandilla de la playa de La Concha, construida en *Fundiciones Molinao*. En 1900, Juan Alejandro Múgica proyectaba el mercado del Tinglado, en Tolosa. Contaba con una estructura metálica, con tres filas de columnas finas y esbeltas que intercalan bancos corridos, también de hierro, sobre el suelo. La Plaza de Cristales, construido en 1899, también en Tolosa, fue también obra del arquitecto José Alejandro Múgica.

Tranvía aéreo al Monte Ulía, en San Sebastián, 1907

Leonardo Torres y Quevedo (1852–1936) construyó en 1907 el primer tranvía aéreo o transbordador apto para el transporte público de personas en el Monte Ulía en San Sebastián. Funcionó durante cerca de 20 años. «El trayecto de 280 metros, con un desnivel de 28 metros, se realizaba en algo más de tres minutos y podía embarcar hasta 18 personas en cada viaje». La ejecución del proyecto corrió a cargo de la *Sociedad de Estudios y Obras de Ingeniería de Bilbao*, que construyó con éxito otros transbordadores en Chamonix, Río de Janeiro y, el más conocido *Spanish Aerocar*, en las cataratas del Niágara, Canadá.

CONCLUSIÓN

La producción industrializada de hierro en el País Vasco comenzó en la década de 1850, culminando su proceso de implantación con los Altos Hornos de Bilbao en la década de 1880. Desde entonces, el País Vasco tuvo capacidad para fabricar sus propios productos de hierro en lugar de importarlos. Mientras que el hierro fue utilizado desde mediados de 1820 para construir algunos puentes y edificios, en las décadas de 1850 a 1880 experimentó un impresionante crecimiento, convirtiéndose en el material principal en sectores determinados, como la construcción y extensión del ferrocarril. Durante este período, todos los componentes de hierro, desde remaches hasta locomotoras enteras, fueron importados desde aquellos países que contaban con industrias de hierro y ferrocarril altamente desarrolladas, especialmente Francia, Gran Bretaña, Alemania y Bélgica. Hasta casi el fin del siglo XIX, los componentes de hierro para puentes y edificios fueron importados por vía marítima o ferroviaria, y montados in situ, bajo la dirección de ingenieros y contratistas de los países de origen. Sólo a principios del siglo XX comenzaron las empresas locales, especialmente en Bilbao, a desarrollar y dirigir la construcción en hierro, aunque bien es cierto que para entonces, buena parte de la infraestructura vasca había sido ya construida. Tuvieron que pasar cincuenta años para que el tejido industrial, económico y social del País Vasco hiciera suya la industria y tecnología del hierro, aportando a partir de entonces soluciones propias y específicas, que facilitarían el desarrollo económico y social de las décadas posteriores.

LISTA DE REFERENCIAS

- Addis, B. 2007. *Building: 3000 years of engineering design and construction*. London & New York: Phaidon.
- Agirre, Iñigo. 1993. El fenómeno industrial en Euskadi. *Lurralde: Investigación y espacio*, 16: 75–86.
- Carcamo, Joaquín; Uriarte, Iñaki. 2016. Tres hitos del hierro en la Ría de Bilbao. El puente de Udondo, el muelle de Portugaleta y el puente transbordador Vizcaya. En *De Re Metallica: Ingeniería, hierro y arquitectura*. Madrid: Fundación Juanelo Turriano, 87–99.
- Collette, Quentin; Wouters, Ine; Leen, Lauriks. 2011. Evolution of historical riveted connections: joining typologies, installation techniques and calculation methods. En

- Structural Repairs and Maintenance of Heritage Architecture XII*, editado por C.A. Brebbia y L. Binda, 295–306. Southampton: WIT Press.
- Flinn, M.W. 1955. British steel and Spanish ore: 1871–1914. *The Economic History Review*, 8: 84–90.
- González, Concepción. 2007. El sistema de cimentación por tornillos Mitchell en los embarcaderos españoles del siglo XIX. En *Actas del Quinto Congreso Nacional de Historia de la Construcción*, editado por S. Huerta, 435–445. Madrid: Instituto Juan de Herrera.
- Herrerías, Beatriz. 1998. Patrimonio y construcción naval en Gipuzkoa. *Itsas Memoria. Revista de Estudios Marítimos del País Vasco*, 2: 431–471.
- Herrerías, Beatriz; Zaldua, Josune. 2012. Cargadero de Mal-la Arria. Zarautz (Gipuzkoa). Minería y otros recursos geológicos. En *Patrimonio Industrial en el País Vasco*. Vol. 1, 498–503. Vitoria-Gasteiz: Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco.
- Hills, Richard L. 1981. *Early Locomotive Building near Manchester*. En *History of Technology*, 6.
- Ibañez, Maite; Torrecilla, María José; Zabala, Marta; Yañiz, Santi. 2001. *La industria del hierro*. San Sebastián: Diputación Foral de Gipuzkoa.
- Kennedy, Neil. 1886. *The Bilbao Ironworks*. En *Minutes of the Proceedings of the Institution of Civil Engineers*, 86 (4): 336–340.
- Lemoine, Bertrand. 1984. *Gustave Eiffel*. Paris: Fernand Hazan.
- Macías, Olga. 2006. Los Astilleros del Nervión: regeneración y continuidad de la industria naval vizcaína (1887–1900). *Itsas Memoria. Revista de Estudios Marítimos del País Vasco*, 5: 487–502.
- Montel, Nathalie. 1995. Alexandre Lavalley. Profession : Ingénieur civil. *Histoire, économie et société*, 14 (2): 215–228
- Navascues, Pedro. 2007. *Arquitectura e Ingeniería del hierro en España (1814–1936)*. Madrid: Ediciones El Viso.
- O'Connor, Bernard; Solano, Leyre. 2014. *The Spanish Phosphateers: the origin and development of Spain's phosphate industry*.
- Odriozola, Lourdes. 2002. *Construcción naval en el País Vasco, siglos XVI-XIX: evolución y análisis comparativo*. San Sebastián: Diputación Foral de Gipuzkoa.
- Rennison, Robert W.; Scott, Austin W. 2008. The Ironworks of Hawks Crawshay & Sons, Gateshead: 1748–1889. *Transactions of the Newcomen Society*, 78:1, 127–157
- Riera y Tuèbols, Santiago. 2008. La indústria de construcció de màquines a Catalunya i els Països Catalans. *Catalan Historical Review*, 1, 239–250.
- Roesler, Max, 1921. *The Iron-Ore Resources Of Europe*. United States Geological Survey Bulletin 706, Washington: Government Printing Office.
- Sorel, M. 1837. Specification forming part of Letters Patent N.º. 510. United States Patent Office.
- Vignoles, K.H. 1982. *Charles Blacker Vignoles. Romantic Engineer*. New York: Cambridge University Press.