



CUBIERTAS DE AGUA

Arquitectura industrial de la cuenca del río Deba

Unai Cantabrana Alberdi - TFG

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA



TRABAJO FIN DE GRADO

CUBIERTAS DE AGUA:

Arquitectura industrial de la cuenca del río Deba

Trabajo Fin de Grado

30-05-2025

Estudiante: Unai Cantabrana Alberdi

Tutor: Alexander Díaz Chyla

TFG - Aula 8

Autor portada y contraportada: José Ronco

Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid

Universidad Politécnica de Madrid

Unai Cantabrana Alberdi

Cubiertas de agua:

Arquitectura industrial de la cuenca del río Deba

ÍNDICE

0.-ABSTRACT

0.1 – Motivación personal..... pág. 06

1. - INTRODUCCIÓN pág. 08

2. - ESTADO DEL ARTE pág. 18

3. - ENTREVISTAS

3.1 - Ezequiel Collantes..... pág. 24

3.2 - Ramón Ugalde y Urtza Uriarte..... pág. 32

4. - APARTADO TÉCNICO

4.1.-Escala global..... pág. 38

4.2.-Escala local pág. 46

5. - CASOS DE ESTUDIO

5.1 - Beistegui hermanos..... pág. 62

5.2 - Hijos de Gabilondo..... pág. 64

6. - CONCLUSIONES pág. 70

7. – BIBLIOGRAFA

7.1 – Procedencia de las imágenes pág. 74

ABSTRACT

En la cuenca del río Deba, en el País Vasco, la industria metalúrgica ha dado forma a la identidad y el desarrollo económico de la zona a lo largo del siglo xx. La fuerza motriz y elemento clave para el funcionamiento de esta industria ha sido el agua.

La relación entre la industria y el entorno ha dejado huellas en el paisaje local, como las peculiares cubiertas inundadas de algunos talleres industriales. ¿Por qué se crearon este tipo de cubiertas y por qué no se dieron en otros lugares? Estas estructuras, reflejan la adaptación ingeniosa a su contexto, y dan respuesta pionera a las necesidades arquitectónicas concretas de la región.

Este tipo de edificios son una solución vernácula que crea relaciones complejas con el entorno, que tienen que ver con el uso circular de recursos y residuos, procesos de los que se podría aprender para aplicarlos en la arquitectura contemporánea.

PALABRAS CLAVE

Patrimonio industrial, Éibar, Mondragón, cubiertas inundadas, terrazas aljibe, producción local, gasto de agua, diseño pasivo.

MOTIVACIÓN PERSONAL

Desde hace años, cada vez que pasaba por la autopista de Éibar, me llamaba la atención el peculiar paisaje industrial que se dibuja en sus laderas: varios edificios, que conservaban agua sobre sus cubiertas, reflejaban el cielo y los montes a su alrededor. No fue hasta que comencé mis estudios de arquitectura cuando empecé a apreciar la singularidad de estos edificios. Al intentar buscar información sobre ellos, me sorprendió la escasez de documentación disponible. Los pocos artículos técnicos que los mencionaban lo hacían de forma superficial, sin profundizar en su valor arquitectónico.

El objetivo de este trabajo es poner en valor estos edificios, recopilando y organizando la escasa información existente y complementándola con nuevos aportes obtenidos a través de entrevistas y del conocimiento técnico adquirido durante la carrera. Además, busca contribuir a su difusión y reconocimiento como parte del patrimonio industrial vasco, destacando su singularidad y relevancia arquitectónica.

Quiero agradecer la ayuda de Alexander Díaz Chyla, Ezequiel Collantes, Ramón Ugalde, José Miguel Campillo Robles, Urtza Uriarte, Nerea Alustiza y Basa Arquitectura.

A mi aitita y amama

1.-INTRODUCCIÓN

Cuenca del río Deba

Los edificios industriales siempre han estado ligados al agua de alguna forma. Desde la necesidad de producción de energía, hasta el enfriamiento de maquinaria, el agua ha sido un elemento indispensable en la industria. Una gran parte de los pueblos que han tenido un papel relevante en el desarrollo industrial de la región vasca de Guipúzcoa se encuentran en la cuenca hidrográfica del río Deba.

La cuenca del río Deba abarca gran parte del oeste de Guipúzcoa y una pequeña parte del este de Vizcaya. Es una cuenca pequeña y todo el curso del río se produce a través de estrechos valles.

El río Deba y sus afluentes han sido un pilar fundamental en el desarrollo industrial del País Vasco. Esta conexión con el río ha moldeado la identidad industrial de la región, contribuyendo al crecimiento económico y a la prosperidad de las comunidades locales.



Fig 1.1

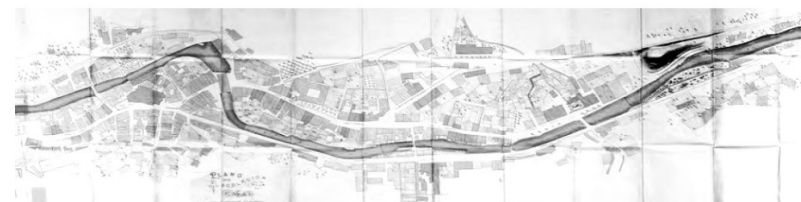


Fig 1.2

Fig 1.1 - Río Deba en Guipúzcoa - Elaboración propia, 2025

Fig 1.2 - Río Ego, afluente del río Deba, a su paso por Eibar - Ezequiel Collantes, 2015

Éibar

Una de las mayores ciudades de la cuenca del Deba es Éibar. Durante la guerra civil, quedó destruida y a lo largo de la segunda mitad del siglo XX, fue testigo de su reconstrucción. Sufrió un gran desarrollo industrial, debido, en parte, a la falta de competencia de empresas extranjeras que trajo la Segunda Guerra Mundial, ya que las empresas europeas del campo de la metalurgia se dedicaron a la manufacturación de armas.

Tras la posguerra y gracias a la prosperidad económica de Guipúzcoa, comenzó una paulatina llegada de personas desde otros lugares del estado. Este fenómeno de inmigración, que alcanzó su cima en la década de 1960, supuso un gran incremento demográfico y alteró socialmente la región. La ciudad de Éibar creció mucho y la cantidad de edificios industriales aumentó considerablemente, lo que produjo el amontonamiento de nuevos talleres en las laderas del valle.



Fig 1.3



Fig 1.4

Fig 1.3 - Vista aérea de Éibar

Fig 1.4 - Inmediaciones de la iglesia de San Andrés tras la Guerra Civil en 1939

Fig.1.5 - Talleres en Éibar en 1903 – Ezequiel Collantes, 2015

Fig.1.6 - Talleres en Éibar en 1961 – Ezequiel Collantes, 2015



Fig 1.5



Fig 1.6

Industria moderna de la cuenca del Deba

La cuenca del río Deba albergó una variada gama de industrias que contribuyeron significativamente al desarrollo económico y social de la región. Entre ellas se encontraban la industria textil, cerámica, y las industrias de muebles, cuero y papel, pero sobre todo la industria metalúrgica, mediante la producción de armas de fuego, que, a partir del final de la Segunda Guerra Mundial, pasó a orientarse a los transformados del metal en general. Concretamente en las poblaciones de Éibar y Mondragón, la industria se caracterizaba por la fabricación de maquinaria, herramientas y reparación de maquinaria industrial.

La materia prima para estas industrias metalúrgicas provenía principalmente de minas locales de hierro y carbón. La proximidad de Éibar y Mondragón a los altos hornos de Bergara y de Bilbao, garantizaba un suministro cercano del acero necesario para la producción.

Estos dos pueblos vascos, equidistantes a las tres capitales vascas, se convirtieron en centros neurálgicos de la producción metalúrgica, albergando una gran cantidad de talleres y fábricas que dieron forma a la identidad industrial de la región. Entre las empresas más conocidas se encuentran: Orbea y Beistegui Hermanos, con producción de bicicletas, Alfa, con producción de máquinas de coser, Aguirre y Aranzábal, etc. Todas ellas surgieron originalmente de la manufacturación de armas de fuego.

La mayoría de estas empresas empezaron como pequeñas unidades de producción, dirigidas por maestros artesanos que transmitían sus conocimientos de generación en generación. La mano de obra altamente especializada y la tradición artesanal fueron fundamentales para el éxito de estas industrias en la región.



Fig 1.7



Fig 1.8



Fig 1.9



Fig 1.10



Fig 1.11



Fig 1.12



Fig 1.13



Fig 1.14

Fig 1.7 – Proceso de manufacturación de escopetas, Aguirre y Aranzábal

Fig 1.8 – Proceso de grabado de escopetas, Aguirre y Aranzábal

Fig.1.9, 1.10, 1.11 – Folletos de Orbea, Beistegui Hermanos y ALFA

Fig. 1.12, 1.13, 1.14 - Proceso de producción de Beistegui Hermanos

El problema del espacio

Una de las claves que definió la arquitectura industrial de la cuenca del Deba, y más concretamente la de Éibar, es la topografía abrupta del estrecho valle en el que se encuentra. El rápido desarrollo llevó a una falta de suelo edificable, y por lo tanto a la construcción en altura, a veces apilando talleres de diferentes empresas y otros usos, como el residencial. Una gran parte de estos edificios aún se conservan en la actualidad.

Los edificios que albergaban estos talleres eran construcciones robustas y funcionales diseñadas para albergar maquinaria pesada y resistir las exigencias del proceso de fabricación. Además, eran arquitecturas mucho más modernas que las que se habían construido en la zona hasta entonces. Son varios los factores por los que la industria guipuzcoana adoptó este tipo de arquitectura, entre los que podemos destacar tres principalmente: los avances tecnológicos producidos en esas décadas, la normalización del uso de la electricidad, y la evolución del hormigón armado.

Este nuevo material inventado por Joseph Monier (1823-1906) a mediados del siglo XIX, comenzó a usarse en Guipúzcoa a principios del siglo XX, por ejemplo, en el Ayuntamiento de Éibar (1899), por su buen desempeño estructural y precio. Por otro lado, el uso del hormigón también fue favorecido por la existencia de industrias cementeras en la región, y por la existencia de carpinteros que se especializaron en encofrados. Pronto se dieron cuenta de el abaratamiento de costes que traía el uso del hormigón armado. Gracias a esta nueva tecnología, los edificios de Éibar comenzaron a crecer en altura.



Fig 1.15



Fig 1.16

Fig 1.15 - Barrio de Txonta, en Éibar

Fig 1.16 - Vista de la calle Iparraguirre

Las cubiertas

El Movimiento Moderno normalizó el uso de la cubierta plana, que los Guipuzcoanos apropiaron, ya que el hormigón permitía construir una cubierta plana mucho más barata (para luces menores de 10m) que la tradicional cubierta a dos aguas de entramado de madera y rematada con teja,

También había otras razones para que los talleres sustituyesen las cubiertas a dos o cuatro aguas por cubiertas planas: No tanto por cuestiones estéticas sino funcionales, ya que la cubierta plana facilitaba enormemente el posterior crecimiento en altura, lo cual era una práctica común en los edificios industriales de Éibar, como por ejemplo en los talleres de Beistegui Hermanos. Con las nuevas cubiertas no era necesario desmontar todo un entramado de madera como ocurría con las cubiertas tradicionales, sino que se podía construir directamente la ampliación, y además no era necesario parar el funcionamiento del taller. Muchas veces, dejaban incluso los durmientes para la futura ampliación de la siguiente planta.

Estas primeras cubiertas planas eran un tanto arcaicas, y no daban una respuesta óptima al problema de la evacuación de aguas, además de tener problemas de infiltraciones de agua, porque las dilataciones del hormigón favorecían la aparición de grietas. Esa era una de las razones por las que no eran tan comunes en edificios residenciales, junto con la falta de aislamiento térmico que tenían, pero fueron un paso importante en la evolución de los edificios industriales eibarreses.

La solución que encontraron para mitigar el problema de las infiltraciones fue colocar una lámina de agua permanente sobre las cubiertas, lo cual proporcionaba inercia térmica y favorecía que los cambios de temperatura del hormigón fueran menos agresivos, reduciendo así la aparición de grietas y mejorando la estanqueidad.



Fig 1.17



Fig 1.18

Fig 1.17 - Vista de la calle Abontza Bide, Éibar

Fig 1.18 - Talleres de Beistegui Hermanos

2.-ESTADO DEL ARTE

El estudio de la arquitectura industrial en Guipúzcoa, y en particular de los talleres en altura desarrollados durante el siglo XX en ciudades de la cuenca del río Deba, ha sido abordado desde distintas disciplinas y enfoques. Sin embargo, existe un vacío significativo en la bibliografía en relación con uno de los elementos más singulares de estos edificios: las cubiertas planas inundadas o cubiertas de agua. A pesar de su interés técnico, climático y patrimonial, apenas ha sido objeto de estudio específico.

Los trabajos que abordan la arquitectura industrial de esta zona, aunque suelen mencionar la existencia de estas cubiertas, no les dan demasiada relevancia. El único autor que ha investigado esta solución constructiva de forma directa es Ramón Ugalde, historiador local de Mondragón, cuyos estudios recientes han comenzado a rescatar su valor desde una perspectiva tanto histórica como ambiental. Esta situación justifica la necesidad de una revisión bibliográfica que combine el enfoque patrimonial con el técnico.

Este estado del arte se organiza, por tanto, en torno a dos bloques: por un lado, los trabajos que estudian la arquitectura industrial guipuzcoana desde una perspectiva histórica y cultural; y por otro, aquellos que lo hacen desde una mirada técnica, relacionada con la innovación y la sostenibilidad, con especial atención a las cubiertas aljibe o cubiertas de agua como estrategia pasiva de climatización.

Perspectiva histórica y cultural

Entre los trabajos centrados en la dimensión histórica, destacan aquellos que abordan específicamente el contexto industrial de la cuenca del Deba. Uno de los estudios más tempranos es el de Maite Ibáñez, M^a José Torrecilla y Marta Zabala (*Arqueología industrial en Gipuzkoa*, 1988), que ofrece una visión general sobre el patrimonio industrial de la provincia. José Ronco, en *Éibar, ciudad taller* (2001), profundiza en el caso concreto de Éibar, describiendo sus edificios taller en altura como una respuesta a las exigencias topográficas e industriales de la ciudad, además de incluir un extenso reportaje fotográfico de estos edificios.

La contribución más completa de este tipo es la tesis de Ezequiel Collantes (*Permanencias transformadas: Arquitectura industrial del Movimiento Moderno en Gipuzkoa 1928-1959*), que analiza con detalle los primeros edificios industriales modernos de esta zona, incluyendo casos de estudio situados en Éibar. Aunque menciona las cubiertas inundadas, no les otorga un papel central en su análisis. Este TFG incluye una entrevista con Collantes, que aporta nuevas reflexiones sobre la importancia de este tipo de cubiertas en el contexto arquitectónico local.

También son de interés los estudios de Madalen González (2023), sobre la cartografía urbana de la industrialización, y Rafael García (2015), que ofrece una visión panorámica sobre la relación entre arquitectura e industria. Ramón Graus (2005) aporta un enfoque más específico sobre la evolución de la cubierta plana, en un recorrido que permite contextualizar el uso de este tipo de soluciones en la arquitectura moderna.

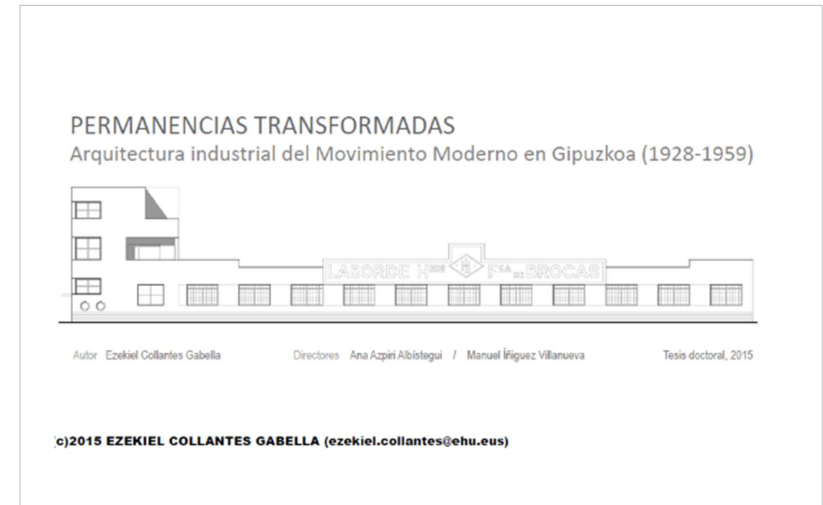


Fig 2.1

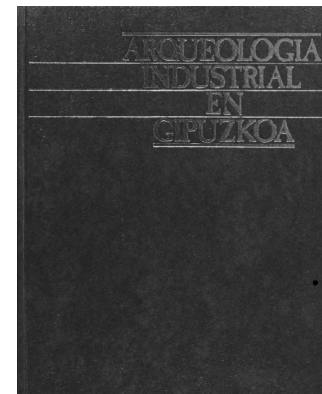


Fig 2.2

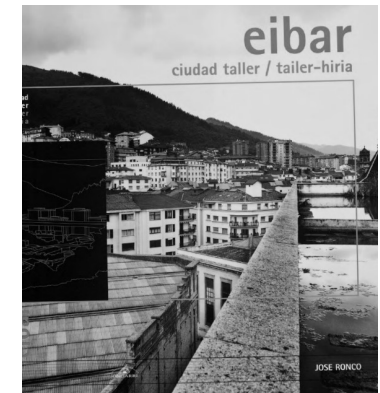


Fig 2.3

Fig 2.1 - *Permanencias transformadas: Arquitectura industrial del Movimiento Moderno en Gipuzkoa (1928-1959)* – Ezequiel Collantes, 2015

Fig 2.2 – *Arqueología industrial en Gipuzkoa* - Maite Ibáñez, M^a José Torrecilla y Marta Zabala, 1988

Fig 2.3 – *Éibar, ciudad taller* - José Ronco, 2001

Perspectiva de innovación y sostenibilidad

En el ámbito técnico, las cubiertas aljibe han sido objeto de estudio en relación con su comportamiento térmico y su potencial como sistema pasivo de refrigeración, aunque casi siempre desde una perspectiva general y sin referencias concretas a su uso en Guipúzcoa. Entre estos trabajos, destacan los de Eduardo González y A. Spanaki (ambos de 2013), que analizan experimentalmente los efectos de las cubiertas inundadas sobre la temperatura interior de los edificios.

Lázaro López (2018) se centra en los aspectos constructivos de estas cubiertas, abordando cuestiones clave como la estanqueidad o la durabilidad de los materiales. Estas investigaciones ofrecen un marco técnico útil para la evaluación de las cubiertas de agua de los edificios eibarreses, aunque no tratan directamente ejemplos locales.

Es precisamente Ramón Ugalde quien constituye la única excepción dentro del panorama bibliográfico. En su trabajo *Estalki putzudunaren abantaila jasangarriak* (2022), desarrollado junto a Katrin Santín, Urtza Uriarte y Jose Miguel Campillo-Robles, estudian específicamente las cubiertas inundadas de hormigón armado presentes en edificios industriales de la cuenca del Deba. Su enfoque combina la sensibilidad patrimonial con una reflexión sobre la sostenibilidad, destacando las ventajas térmicas y ambientales de este sistema. Este TFG también incorpora un resumen de la entrevista que tuvieron Ramón Ugalde y Urtza Uriarte en el programa *Hemen Debagoiena*, en la que se profundiza en aspectos inéditos de su investigación.

Además de lo anteriormente mencionado, también se tienen en cuenta para la investigación concursos relacionados con la rehabilitación y el cambio de uso de edificios industriales, llevados a cabo en Éibar en los últimos años. Como por ejemplo el concurso European 17: Éibar, y el proyecto de revitalización del edificio Hijos de Gabilondo, que se incorpora en la investigación como uno de los casos de estudio.

Ekaia, ale berezia 2022, 151-172
<https://doi.org/10.1387/ekaia.23041>

ekaia
 ZIENTZIA eta TEKNOLOGIA
 ALDIZKARIA

ISSN 0214-9001 – eISSN 2444-3255

Estalki putzudunaren abantaila jasangarriak

(Sustainable advantages of roof pond)

Ramon Ugalde¹, Katrin Santín², Urtza Uriarte³, Jose Miguel Campillo-Robles^{2*}

¹ Historia irakasle jubilatua

² Zientzia eta Teknologia Fakultatea, Euskal Herriko Unibertsitatea, Euskal Herria

³ Departamento de Arquitectura, Euskal Herriko Unibertsitatea EHU/UPV

Fig 2.4



Fig 2.5

Fig 2.4 - *Estalki putzudunaren abantaila jasangarriak* – Ramón Ugalde, Katrin Santín, Urtza Uriarte y Jose Miguel Campillo-Robles (2022)

Fig 2.5 - *Ulysses began his Odyssey*, proyecto ganador del concurso European 17: Éibar - Miguel Ángel Díaz González, Ignacio Hornillos Cárdenas, (...) 2024

3.- ENTREVISTAS

3.1- Entrevista a Ezequiel Collantes Gabella

(Arquitecto profesor en la UPV/EHU y experto en arquitectura industrial de Gipuzkoa)

El siguiente texto es un resumen de la conversación realizada en el marco de este trabajo. Las respuestas son una reconstrucción narrativa basada en las ideas expresadas por el entrevistado.

I. CONTEXTO Y TRAYECTORIA

Ezequiel Collantes Gabella es arquitecto y profesor de proyectos en la Escuela de Arquitectura de San Sebastián (UPV/EHU). Desde hace más de una década, su trabajo se ha centrado en la arquitectura industrial, tanto desde el ámbito teórico como desde la práctica profesional.

En 2016 defendió su tesis doctoral, *Permanencias transformadas: Arquitectura industrial del Movimiento Moderno en Gipuzkoa (1928–1959)*, una investigación centrada en los primeros edificios industriales modernos de la provincia. La tesis ha sido un punto de partida para entender estos paisajes productivos como parte del patrimonio cultural, y ha contribuido a sensibilizar a los ayuntamientos sobre la importancia de su recuperación.

En el ámbito práctico, ha participado en varios proyectos desde colectivos como Emetxea y, posteriormente, Hirikiten. Entre ellos destaca el proyecto Berreibar, una iniciativa de participación ciudadana orientada a promover la reutilización de espacios industriales en desuso. Pudo ponerse en práctica con el proyecto Biharrian, desarrollado en 2016 en Éibar. En ese caso se alcanzó un acuerdo entre el ayuntamiento, los propietarios del taller y una comunidad de emprendedores con vocación sociocultural. El ayuntamiento actuó como intermediario y garante, facilitando un contrato de alquiler pactado a diez años y subvencionando parte de la reforma. El espacio se transformó en un lugar de trabajo compartido, oficinas y exposiciones. Más adelante, la asociación de danza que utilizaba el espacio terminó comprándolo.

Además, ha trabajado en anteproyectos de revitalización de edificios industriales para varios ayuntamientos, como los de Beasain, Legorreta, Zarautz o Éibar. En este último caso, ha estudiado varios edificios, entre ellos el de Hijos de Gabilondo.



Fig 3.1



Fig 3.2

Fig 3.1 - Proyecto Biharrian, estado original exterior – Hirikiten 2016

Fig 3.2 - Proyecto Biharrian, interior– Hirikiten 2016

II. REVITALIZACIÓN DE EDIFICIOS INDUSTRIALES EN EIBAR

1. PROPIEDAD

¿Quién suele tener la propiedad de estos edificios industriales en Éibar?

En Éibar, la mayoría de estos edificios industriales siguen siendo propiedad de industriales. En algunos casos, los ayuntamientos adquieren ciertos edificios para tener una reserva de suelo. Inicialmente, no se pensaba en recuperar los edificios, sino en el suelo como soporte para promover vivienda pública o dotaciones. Sin embargo, cada vez más gente ha reclamado la recuperación patrimonial de estos edificios, y está habiendo mayor sensibilidad en cuanto a su valor cultural. Aun así, son demasiado grandes para según qué programas. Necesitan un soporte económico que respalde cierto programa de necesidades, ya que rehabilitarlos enteros supone un gasto demasiado alto del presupuesto anual del ayuntamiento.

2. COSTE

¿Es más caro rehabilitarlos o demolerlos y construir desde cero?

No está claro que rehabilitarlos sea más caro que tirarlos abajo y construir algo nuevo, pero sí es evidente que hay que adaptarlos. Suelen tener demasiados metros cuadrados, por lo que son proyectos grandes de coste alto. Además, requieren descontaminación, ya que han sido utilizados durante décadas como espacios de producción industrial.

Muchos de estos edificios están contruidos sobre el cauce natural del río. Desde la Agencia Vasca del Agua, Urak, se promueve su derribo para aflorar el río, como ocurre en los casos de Gabilondo y Azpiri. Aquí entra en juego la narrativa del agua, que también empieza a formar parte del discurso urbanístico.

A nivel estructural, el 90% de estas construcciones necesita refuerzo para llegar a los coeficientes de seguridad actuales del CTE. Aunque estructuralmente "aguantan", el hormigón no tiene la resistencia de hoy en día, en parte porque antes había menos controles de calidad. Además, el armado no siempre está donde se espera. Un ejemplo claro es el edificio de Aguirre Aranzábal, actual Casa de la Cultura de Éibar, donde no se podían considerar los pórticos como hiperestáticos y fue necesario replantear todo el análisis estructural.

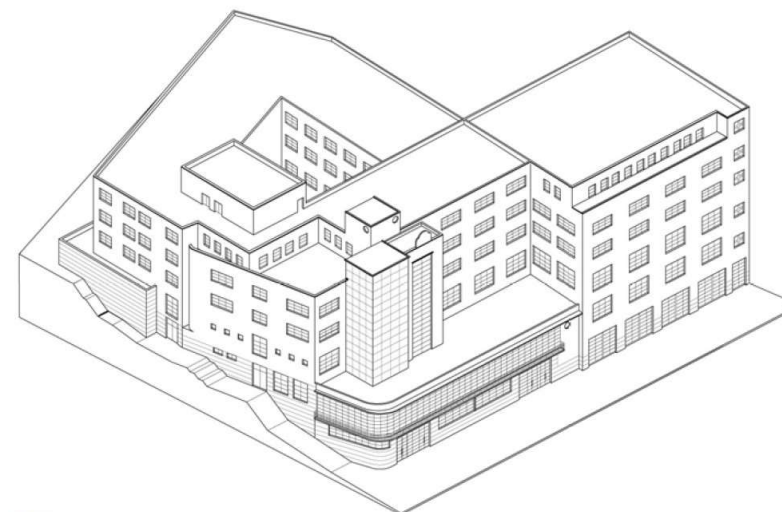


Fig 3.3



Fig 3.4

Fig 3.3 – Axonometría de la Casa de la Cultura de Éibar (antiguos talleres de Aguirre y Aranzábal) – Ezequiel Collantes, 2015

Fig 3.4 – Estructura original de los talleres de Aguirre y Aranzábal - José Manuel Muñagorri

3. USOS

¿Qué tipo de programas proponen los ayuntamientos para estos edificios?

Los ayuntamientos, en general, no suelen saber qué programas proponer para estos edificios. De hecho, muchos de los trabajos realizados por Collantes han consistido en analizar necesidades y, a partir de las líneas de acción definidas por los propios ayuntamientos, ver qué usos podrían alinearse con las estrategias propuestas.

En el caso de Éibar, algunos edificios se pueden ajustar a uso residencial. Se trata de edificios industriales en altura construidos en los años 40, con pórticos de luces de alrededor de 6 metros y una altura libre que no supera los 3 metros, lo cual se aproxima a dimensiones domésticas. Un ejemplo es el edificio de Leonardo Azpiri (1951), con una altura libre de entre 2,20 y 2,30 metros.

A partir de los años 50, los edificios presentan luces mayores y estructuras más robustas, como ocurre con el edificio de Lambretta (1953). No obstante, son edificios sensibles a la pérdida de los rasgos que los caracterizan, por lo que su transformación debe hacerse con especial cuidado.

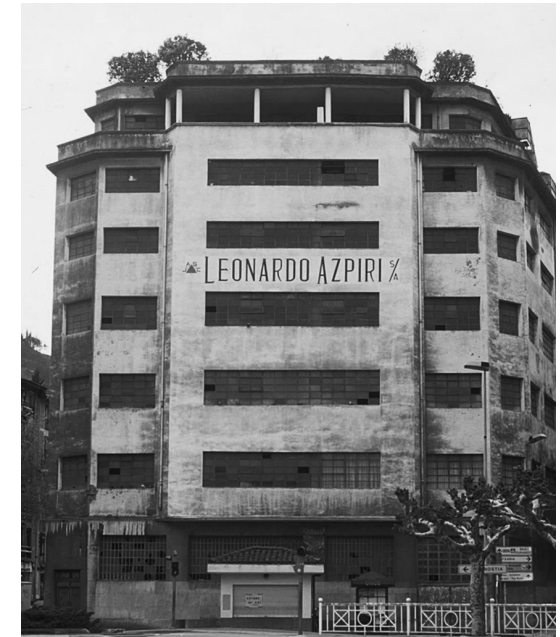


Fig 3.5



Fig 3.6

Fig 3.5 - Edificio de Leonardo Azpiri en 1951 – Fundación Docomomo Ibérico

Fig 3.6 - Edificio de Leonardo Azpiri rehabilitado como viviendas en 2003 – Ayuntamiento de Éibar

4. ORÍGENES

¿Quién crees que podría ser el autor de estas cubiertas de agua?

En cuanto al origen de estas cubiertas inundadas, no hay una autoría clara, aunque Collantes menciona que uno de los pioneros fue Ramón Cortázar. En el primer edificio de ALFA, de 1924, es donde aparece la primera evidencia fotográfica que recuerda de este tipo de cubierta.

El primer edificio de hormigón armado de España fue la fábrica harinera Ceres de Bilbao, de 1899, que no incluía una cubierta aljibe. Curiosamente, ese mismo año se construyó también el Ayuntamiento de Éibar, obra de Ramón Cortázar, aunque rematado con una cubierta inclinada tradicional.

Para Collantes, el arquitecto más relevante de Éibar es Raimundo Alberdi. Estudió con Josep María Sert y fue secretario del Grupo Norte del GATEPAC. Como arquitecto municipal en los años 30, durante la reconstrucción de la ciudad tras el bombardeo, fue autor de la mayoría de los edificios industriales de los años 30 y 40, además de algunos de viviendas. También son nombres relevantes Joaquín Domínguez, y Ramón Martiarena. Antes de ellos, trabajaron maestros de obra como Fernando de Zumárraga, quien construyó el primer edificio de Beistegui Hermanos en 1926.

5. VALOR PAISAJÍSTICO

¿Conoces en otros lugares ejemplos similares a estas cubiertas inundadas?

Sobre las cubiertas inundadas, Collantes no conoce ejemplos similares en otros lugares. De hecho, señala que tienen también un componente paisajístico singular. Recuerda que, durante el trabajo de su tesis, visitó Industrias Pampo en Éibar, un taller que conserva una cubierta de agua. La experiencia fue impactante. Desde lo alto del valle, las láminas de agua reflejan el paisaje, generando un juego de reflejos espectacular. Para él, se trata de un recurso estético muy interesante, aún poco reconocido y valorado.

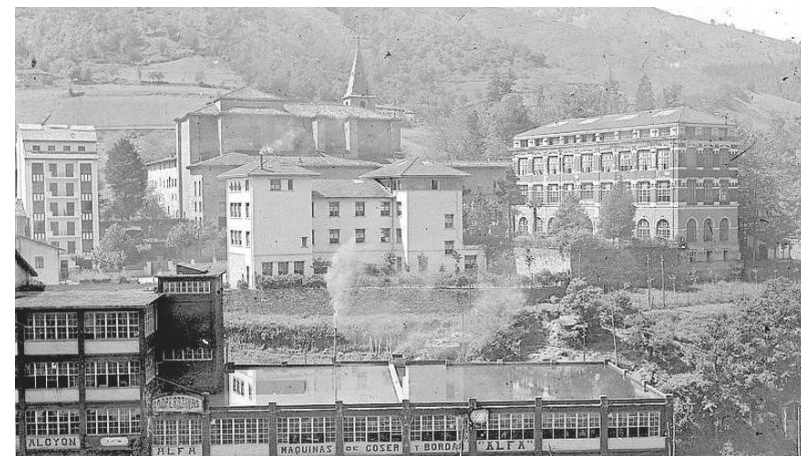


Fig 3.7



Fig 3.8

Fig 3.7 – *Cubierta de agua del primer edificio de ALFA, de Ramón Cortázar en 1924*

Fig 3.8 – *Cubierta de Industrias Pampo – Ezequiel Collantes, 2015*

3.2- Entrevista a Ramón Ugalde y Urtza Uriarte

(Historiador y arquitecta, coautores del artículo *Estalki putzudunaren abantaila jasangarriak: Ventajas sostenibles de la cubierta de agua*)

Resumen traducido de la entrevista del programa *Hemen Debagoiena* (6-03-2023)

I. CONTEXTO

Ramón Ugalde, historiador y profesor en la Universidad de Mondragón, ha publicado varios artículos sobre las cubiertas de agua en Mondragón. Entre ellos, se encuentra *Estalki putzudunaren abantaila jasangarriak*, publicado en la revista *Ekaia* de la UPV/EHU, junto a Urtza Uriarte (arquitecta y profesora en la UPV/EHU), José Miguel Campillo-Robles (profesor de física en la UPV/EHU) y Katrin Santín. Se trata de uno de los pocos artículos que hablan específicamente del tema de este trabajo:

El artículo analiza las ventajas bioclimáticas de las cubiertas inundadas. Explica que estas soluciones se implementaron en el País Vasco durante el siglo xx, especialmente en entornos industriales, y que resaltan por su capacidad para mejorar la eficiencia energética de los edificios. También destaca que, a pesar de los desafíos como el mantenimiento y la necesidad de estructuras reforzadas, las cubiertas inundadas ofrecen beneficios significativos en términos de aislamiento térmico, confort interior y sostenibilidad ambiental. Para concluir, presenta ejemplos históricos de su aplicación en la región, principalmente en Mondragón.

II. CUBIERTAS DE AGUA EN MONDRAGÓN

1. FUNCIÓN

¿Por qué y para qué se construían estas cubiertas?

La razón principal es que era una solución constructiva más barata que las cubiertas a dos aguas tradicionales y era suficiente para las necesidades de estanqueidad y confort térmico de los edificios industriales. Era una buena opción para la tecnología que tenían a principios del siglo XX, gracias a la reciente implementación del hormigón en la construcción, que permitió hacer cubiertas planas económicas.



Fig 3.9

Fig 3.9 – Vista aérea de Mondragón

2. VENTAJAS

¿Cuáles son las ventajas de este tipo de cubiertas?

La ventaja principal era el precio, aunque también cabe destacar su comportamiento bioclimático: aumentan la inercia térmica y mejoran el control pasivo de la temperatura dentro del edificio. Hacen que las oscilaciones de temperatura en el interior sean menores. Por otro lado, cuando el edificio deja de tener uso y se deja de mantener, se reintegra en el paisaje: las cubiertas se mantienen llenas de agua y crece vegetación en ellas. Además, solían meter carpas chinas en la cubierta para limpiar el agua, creando así un pequeño ecosistema en la ciudad.

3.- DESVENTAJAS

¿Cuáles son las desventajas de este tipo de cubiertas?

En un clima húmedo, las cubiertas inclinadas favorecen que se desagüe más rápido el agua de lluvia. Las cubiertas planas de hormigón armado de esta época solían tener problemas de Infiltraciones de agua y necesitaban mucho mantenimiento, además de tener mayor riesgo de que se taponasen los desagües. Hoy en día existe tecnología mejor para resolver una cubierta plana sin infiltraciones y con menor mantenimiento.



Fig 3.10



Fig 3.11

Fig 3.10 – Cubierta del taller San Agustín, Mondragón – Ramón Ugalde

Fig 3.11 – Taller en Placencia de Armas – Melanie Waidler, 2024

4.- CASOS SINGULARES

¿Este tipo de cubiertas se usaban en otros tipos de edificios no industriales?

Aunque principalmente se usasen en edificios industriales, existen excepciones: Por ejemplo, el caserío Muxibar, en Mondragón, San Andrés, de 1978, en el que usaban el agua de la cubierta para regar el huerto.

Ramón Ugalde también destaca que han catalogado en Mondragón alrededor de 72 edificios con cubierta inundada a lo largo de la historia, de los cuales, 29 han sido demolidos. El edificio más antiguo data de 1933: el frontón Gurea, que posteriormente fue el cine Gurea y después el Gaztetxe de la ciudad.

Fig. 3.13: 1. Frontón Gurea (1933) / 2. Lavadero de San Andrés (1942) / 3. Caserío Muxibar (1943) / 4. Conjunto de edificios Zalduspe (1950s) / 5. Fundición ARGA (1962) / 6. Fábrica Amat (1962) / 7. Fábrica Iraola (1962) / 8. Carpintería San Josepe (1962) / 9. Altuna Garay y Cia. (1967) / 10. Pabellón Legarre (1968) / 11. Garaje Danona (1978)

5.- FUTURO

¿Os parece una opción interesante como solución constructiva para implementar en edificios de nueva construcción?

Si se justifica con un uso complementario, vinculado con el ocio, por ejemplo, podría llegar a justificarse la implementación de una cubierta inundada. Pero si su función se limita a protegerse de la lluvia y de la temperatura exterior, existen mejores alternativas hoy en día. Tiene un gasto de mantenimiento demasiado grande y además la lámina de agua añade peso al edificio. Para llegar a los márgenes de seguridad estructurales y estándares de estanqueidad de hoy en día, este tipo de solución encarece mucho el proyecto.

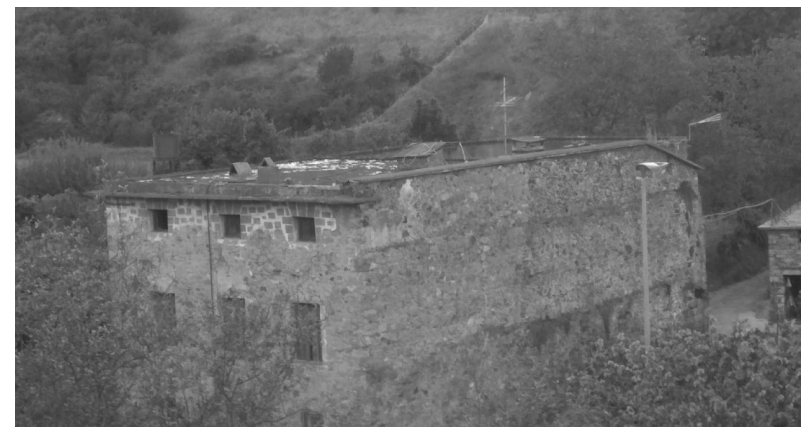


Fig 3.12



Fig 3.13

Fig 3.12 – Cubierta del caserío Muxibar – Ramón Ugalde

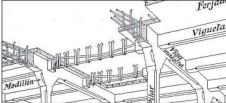
Fig 3.13 – Ubicación de algunas cubiertas de aguade Mondragón, entre los años 1981 y 1986 – Ramón Ugalde

4.-APARTADO TÉCNICO


ESCALA GLOBAL


1855  **Maison Coignet**
François Coignet
(Saint-Denis)
Primera cubierta plana de hormigón armado (con perfiles de acero)


1871  **Casa Ward**
William E. Ward, Robert M. Hook
(Nueva York)
Primer edificio construido entero con estructura de hormigón armado

1892  **Patente Sistema Hennebique**
François Hennebique
(París)
Sistema integral de construcción con hormigón armado


ESCALA LOCAL


1899  **Harinera Ceres**
Ramón Grotta y Palacios
(Bilbao)
Primer edificio de hormigón armado en España (cubierta plana)

1899  **Ayuntamiento de Éibar**
Ramón Cortázar
(Éibar)
Estructura de hormigón armado (cubierta inclinada tradicional)

1902  **Casa de máquinas del dique seco "Euskalduna"**
José Eugenio Ribera
(Bilbao)
Primera cubierta de agua de hormigón armado registrada en España

1924  **Fábrica de ALFA**
Ramón Cortázar
(Éibar)
Primera cubierta de agua registrada en Éibar

1926  **Talleres de Beistegui Hermanos**
Fernando de Zumárraga
(Éibar)
Caso de estudio: pionero, ampliado varias veces en altura

1939  **Hijos de Gabilondo**
Raimundo Alberdi
(Éibar)
Caso de estudio: en proceso de revitalización y cambio de uso

4.1-Escala Global:

Primeras cubiertas planas de hormigón armado

El origen del hormigón armado como material de construcción se remonta a mediados del siglo XIX, a raíz de las patentes de Joseph Monier, jardinero francés. En 1855, el ingeniero François Coignet construyó la primera cubierta plana de hormigón armado (con perfiles de acero) para su propia casa, que tenía una estructura de muros de hormigón en masa. Unos años más tarde, en 1871, el ingeniero William E. Ward y el arquitecto Robert M. Hook proyectaron la "Casa Ward" el primer edificio que estaba construido enteramente con estructura de hormigón armado. Posteriormente, en 1892, François Hennebique patentó un sistema integral de construcción con hormigón armado, que incluía vigas, columnas y losas reforzadas con acero, permitiendo una mayor flexibilidad y resistencia en las edificaciones. La Villa Hennebique, construida entre 1901 y 1903 en Bourg-la-Reine, Francia, fue una manifestación práctica de este sistema, destacando por sus innovadoras soluciones estructurales, entre las que se encuentra su cubierta vegetal, sobre una cubierta plana de hormigón armado. El sistema Hennebique se expandió rápidamente y marcó el inicio del uso normalizado del hormigón armado en los edificios de la época, incluyendo los de España.

Problemas de infiltraciones de agua:

Las ventajas de usar cubiertas planas en edificios con estructura de hormigón armado eran numerosas, pero su construcción traía varios desafíos técnicos que todavía no se sabían resolver de forma consistente. El principal problema que sufrían las cubiertas planas de hormigón armado de esta época estaba relacionado con las infiltraciones de agua. En estas primeras cubiertas, se confiaba en la compacidad del hormigón para asegurar la estanqueidad de la cubierta. Pero el hormigón de la cubierta tendía a agrietarse, debido a las dilataciones dadas por los cambios bruscos de temperatura entre el día y la noche, ya que el sol tiene mayor incidencia en la cubierta que en el resto de las partes del edificio. Las grietas causaban problemas notables de infiltraciones de agua a largo plazo.

El hormigón aligerado reducía este problema, pero entonces la única forma de producirlo era con roca volcánica, y solo algunos lugares podían acceder a ella. Los aislantes también podían reducirlo, pero en ese momento todavía se estaban desarrollando los aislantes rígidos que se usan hoy en día, por lo que era complicado y/o caro aislar térmicamente una cubierta plana.

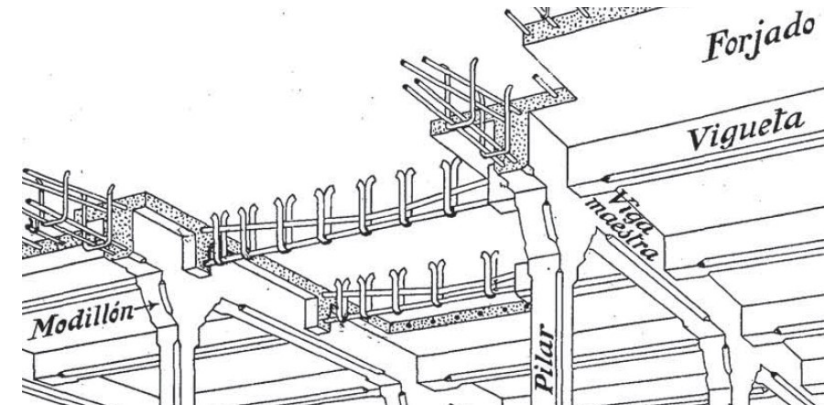


Fig 4.1



Fig 4.2



Fig 4.3

Fig 4.1 – Sistema Hennebique de construcción en hormigón armado – 1892

Fig 4.2 – Cubierta de hormigón armado de la Maison Coignet – 1855

Fig 4.3 – Cubierta de vegetal de la Villa Hennebique - 1903

Prototipos de cubiertas planas sin dilataciones: 1920s-1930s

A mediados del siglo XX, ingenieros y arquitectos de varios lugares del mundo intentaron resolver los problemas de infiltraciones y dilataciones que traían las cubiertas planas de hormigón armado. Llegando a resultados muy distintos, debido a los recursos a los que podían acceder en su región, presupuesto, y nivel de avance tecnológico.

EEUU

En EEUU tenían tecnología constructiva más avanzada que en Europa. En esa época se estaban construyendo los primeros rascacielos. Empezaron a hacer uso de un tipo de hormigón aligerado hecho con piedra volcánica, para reducir los cambios bruscos de temperatura que sufría el hormigón de las cubiertas, y así reducir las grietas por dilataciones. Además, empezaron a implementar también los primeros sistemas de láminas asfálticas impermeabilizantes que requerían pendiente mínima, como el sistema multicapa de Barrett, y reducían mucho el gasto a la hora de construir una cubierta plana.

ALEMANIA

En Europa, Alemania fue la pionera del desarrollo de las primeras cubiertas planas de hormigón armado. En el caso de Frankfurt, llegaron a tener prototipos muy avanzados. Por ejemplo, en el barrio de viviendas prefabricadas *Das Neue Frankfurt*, de 1925, se aplicó un tipo de cubierta plana de hormigón armado no transitable, que incluía una cámara de aire ventilada que reducía las infiltraciones de agua. El desarrollo se frenó con la subida de los nazis al poder, por la prohibición del uso de cubiertas planas, ya que consideraban que no seguían ni representaban la tradición alemana.

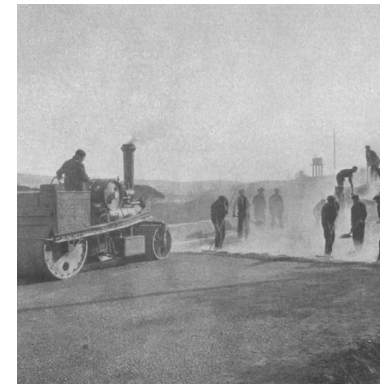


Fig 4.4

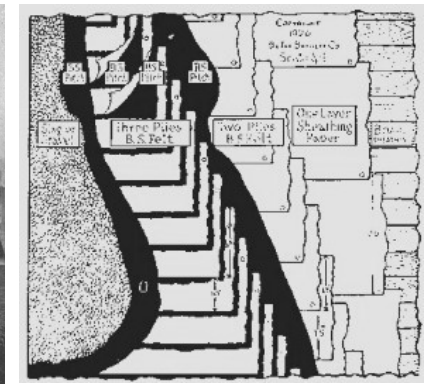


Fig 4.5

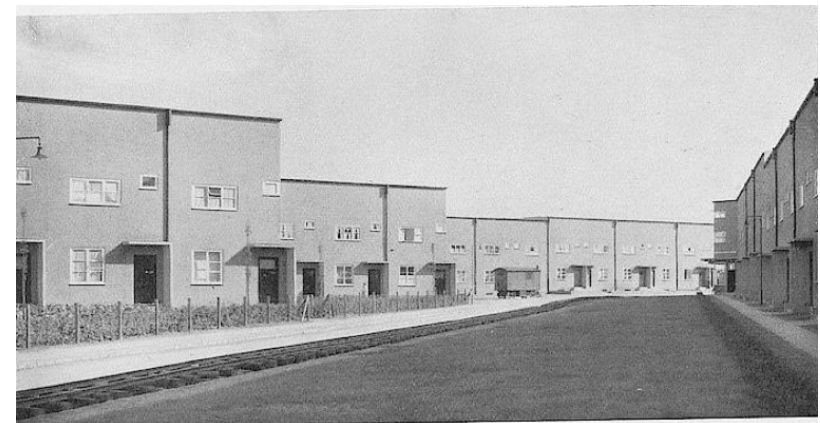


Fig 4.6

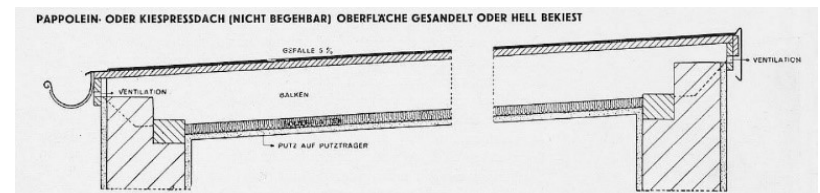


Fig 4.7

Fig 4.4 – Utilización de asfalto en las cubiertas

Fig 4.5 – Sistema multicapa de Barrett para cubiertas planas en Chicago, EEUU

Fig 4.6 – Barrio prefabricado de Frankfurt en *Das Neue Frankfurt*, Alemania, 1925

Fig 4.7 – Método de construcción de cubiertas planas en Frankfurt, 1925

CATALUÑA

En España, los casos más conocidos de cubiertas planas se encuentran en la costa mediterránea. La cubierta a la catalana, por ejemplo, es una forma tradicional que tenían de resolver cubiertas planas sin necesidad de aislamiento rígido. Construían un suelo falso cerámico y colocaban lana de roca por debajo.

En los años 30, José Luis Sert usó este tipo de cubiertas, con pequeñas derivaciones, para varios de sus proyectos, que eran pioneros en la introducción de arquitectura moderna en la península. También experimentó con las recién introducidas láminas impermeables continuas para disminuir las pendientes y lograr superficies planas transitables.

PAÍS VASCO

Así como el uso de las cubiertas planas eran parte de la tradición constructiva de las regiones próximas al mediterráneo, resultaban algo muy distante en el País Vasco. La introducción de las cubiertas planas en el País Vasco tiene más que ver con razones funcionales y económicas de la industria, que, con una cuestión relacionada con la tradición constructiva, como en el caso de Cataluña.

La solución vasca al problema de las dilataciones del hormigón fue incorporar una pequeña lámina de agua en la cubierta, que aumentaba su inercia térmica y reducía las dilataciones por cambios bruscos de temperatura, evitando así la creación de grietas.

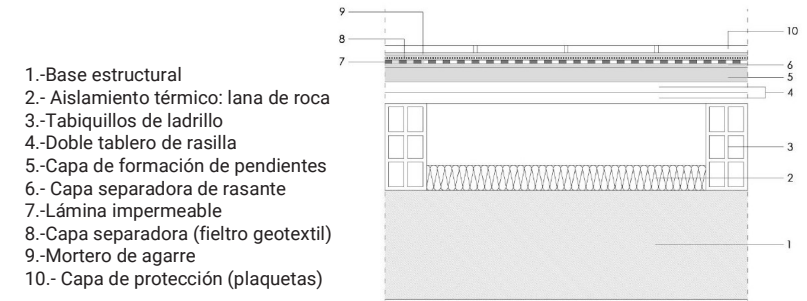


Fig 4.8

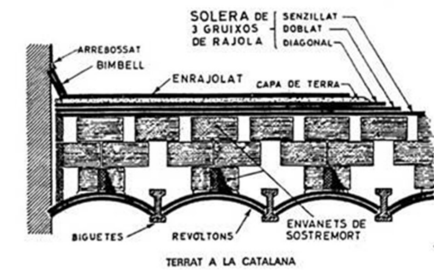


Fig 4.9



Fig 4.10

Fig 4.8 – Cubierta plana a la catalana – Lázaro López, 2018

Fig 4.9 – La azotea catalana según Benavent - Pere Benavent, 1934

Fig 4.10 – Viviendas en la calle Muntaner - José Luis Sert 1929

4.2-Escala Local:

Primeros edificios de hormigón armado en España

En España, los primeros edificios construidos con estructura de hormigón armado llegaron relativamente pronto, por su proximidad con Francia. Se construyeron usando el sistema Hennebique. El primer edificio construido con estructura de hormigón armado en España fue la fábrica de la Harinera Ceres de Bilbao, proyectada por el ingeniero Ramón Grotta y Palacios y el arquitecto Federico Ugalde, entre 1899 y 1900. Tan solo 7 años después de la patente del sistema Hennebique y 1 año antes de la construcción de la Villa Hennebique. Este edificio disponía de una cubierta plana de hormigón armado. Simultáneamente, en 1899, en Éibar (Guipúzcoa) se construía el Ayuntamiento de Éibar, de Ramón Cortázar, también con estructura de hormigón armado, aunque con cubierta inclinada tradicional de estructura de madera.



Fig 4.11



Fig 4.12



Fig 4.13

Fig 4.11 – Estructura de la Harinera Ceres de Bilbao - Ramón Grotta y Palacios, 1899

Fig 4.12 – Fachada de la Harinera Ceres de Bilbao - Ramón Grotta y Palacios, 1899

Fig 4.13 – Ayuntamiento de Éibar – Ramón Cortázar, 1899

Primeros edificios con cubiertas de agua

El primer edificio registrado en España que usase una cubierta de agua en un edificio con estructura de hormigón armado fue construido entre los años 1902 y 1903. Se trata de la casa de máquinas del dique seco de Bilbao *Euskalduna*, del ingeniero José Eugenio Ribera. En su libro *Los progresos del hormigón armado en España*, de 1907, el autor ya resalta lo bien que funcionan las cubiertas planas de hormigón armado para luces menores de 12m, cuando se complementan con otros usos:

“Este sistema de cubiertas-terrazas, ofrece dos ventajas: Permite, en primer lugar, utilizar la azotea como aljibe de agua, para la condensación de máquinas u otras necesidades. Puede también utilizarse como piso el día que resulte conveniente aumentar la altura de la fábrica.”

A partir de los años 1920s, se empiezan a construir una gran cantidad de edificios industriales rematados con cubiertas de agua en el valle del Deba. El primer edificio registrado en esta región se encuentra en Éibar: la primera fábrica de ALFA, diseñada por el arquitecto Ramón Cortázar en 1924. Representa un modelo característico de edificio industrial de los años veinte de la región. Junto a ALFA, otros edificios industriales de la ciudad fueron pioneros en el uso del hormigón armado, como la fábrica de Beistegui Hermanos, proyectada en 1926 por el maestro de obras Fernando de Zumárraga (analizada como caso de estudio en este trabajo), o la de Crucelegui Hermanos, diseñada por Urbano de Manchobas en 1930. Ambos ejemplos también se coronan con cubiertas de agua. El primer edificio con este tipo de cubierta registrado en Mondragón es el frontón Gurea, que data del 1933, del constructor Patricio Osinaga. Después se construyeron una gran cantidad de edificios con este tipo de cubierta, entre los que se encuentra la fábrica de Hijos de Gabilondo de 1939, proyectada por el arquitecto Raimundo Alberdi (también analizada como caso de estudio de este trabajo). Su cubierta de agua fue convertida en una cubierta vegetal con vegetación de gran porte, y a día de redacción de este trabajo, está siendo rehabilitado para recibir un cambio de uso.



Fig 4.14

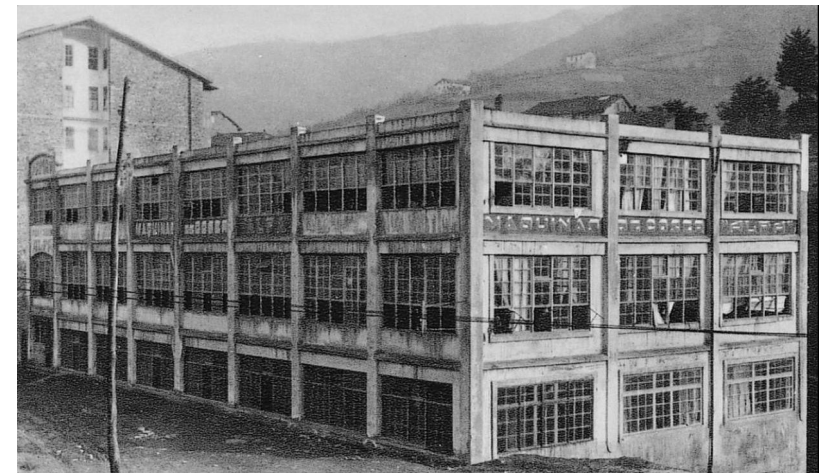


Fig 4.15

Fig 4.14 – Casa de máquinas del dique seco de Bilbao *Euskalduna* - José Eugenio Ribera, 1903

Fig 4.15 – La primera fábrica de ALFA, Éibar – Ramón Cortázar, 1924

¿Por qué poner agua en la cubierta?

Por los textos de José Eugenio Ribera, ingeniero autor del primer edificio registrado con cubierta de agua en España, se puede deducir que las razones iniciales de la construcción de las cubiertas de agua en edificios industriales eran principalmente dos: Por un lado, la posibilidad de darle a la cubierta un uso complementario al del resto del edificio (por ejemplo, el uso del agua para la refrigeración de las máquinas). Por otro lado, la posibilidad de ampliar en altura el edificio posteriormente, sin necesidad de desmontar una cubierta tradicional de entramado de madera. Aunque José Eugenio Ribera no lo mencione, hay otro factor de peso a favor de este tipo de cubiertas: La inercia térmica que proporcionaba el agua, y su capacidad para reducir las dilataciones y las grietas del hormigón, para evitar infiltraciones de agua, que eran muy comunes en las primeras cubiertas planas de hormigón armado.

La mayoría de las edificaciones con cubiertas de agua eran talleres, debido a lo complementarias que eran con la necesidad de agua de la maquinaria de estos edificios. Pero también se ha utilizado en otras construcciones, como frontones, observatorios, laboratorios, depósitos de agua y cines. La necesidad de mantenimiento periódico es una de las razones que han hecho que no se hayan conservado tan bien, junto con el hecho de que estos edificios no están catalogados como patrimonio.

Estas cubiertas, que alguna vez fueron vitales para el funcionamiento de los edificios industriales locales, hoy en día han perdido su función y se presentan como vestigios de una era pasada. La mayoría de estos edificios se encuentran fuera de ordenación y la opinión popular no valora su singularidad. En documentos oficiales se puede leer que estas edificaciones se encuentran degradadas o que están fuera de lugar en su entorno y paisaje. Pero realmente son un tipo de arquitectura vernácula singular, ya que surgen como una solución concreta, adaptada a las necesidades locales y resuelta con recursos locales. Una solución que no se repite de esta forma en otros lugares, por las concretas condiciones de la región y que supone un rasgo distintivo del paisaje urbano de del valle del Deba.



Fig 4.16



Fig 4.17

Fig 4.16 – Cubiertas de agua del barrio de Txonta, Éibar

Fig 4.17 – Vista de la calle Asua Erreka - José Ronco, 2001

¿Por qué se desarrollaron en la cuenca del río Deba?

La cuenca del Deba tiene condiciones climáticas, topográficas, económicas y sociales muy concretas que no se repiten en ninguna otra parte de España. Las tres principales condiciones para que se pudiesen dar las cubiertas de agua son: el clima húmedo, la topografía abrupta y la temprana industrialización.

El clima oceánico, que reúne los requisitos de temperaturas y precipitaciones más o menos constantes, permite que la evaporación y el aporte de agua de las cubiertas tiendan a equilibrarse, y que el aporte externo necesario para mantener la lámina de agua sea muy pequeño.

El resto de los climas de España tienen algún momento del año en el que hay muy pocas precipitaciones (como en el caso del clima mediterráneo) o sufren heladas regularmente, (como en el caso del clima de montaña). Las heladas causan problemas en las cubiertas de agua por el cambio del volumen del agua al congelarse.

La topografía abrupta de la cuenca del Deba lleva a la falta de suelo edificable, y, por lo tanto, a la construcción en altura, para aprovechar este suelo. Las cubiertas planas facilitaban la posible futura ampliación de los edificios en altura.

Además, esta solución constructiva era más viable en edificios de uso industrial que en edificios con otros usos, por el continuo mantenimiento que requerían. Los propios trabajadores del taller podían arreglar las posibles goteras periódicamente. El mantenimiento manual estaba incorporado en la vida del edificio. Ya que el País Vasco tuvo una industrialización bastante temprana dentro de España, tuvo que enfrentarse a los problemas constructivos de los edificios industriales de hormigón armado en altura, cuando todavía se estaba desarrollando tecnología para ello. El resto de los lugares que se desarrollaron industrialmente a la vez que el País Vasco, no tenían las mismas condiciones topográficas y climáticas.

Por otro lado, el uso del hormigón también fue favorecido por la temprana existencia de industrias cementeras en la región (a principios del siglo xx ya existían tres empresas importantes del sector cementero en Guipúzcoa). Además de que había una gran cantidad de carpinteros formados que empezaron a especializarse en encofrados.

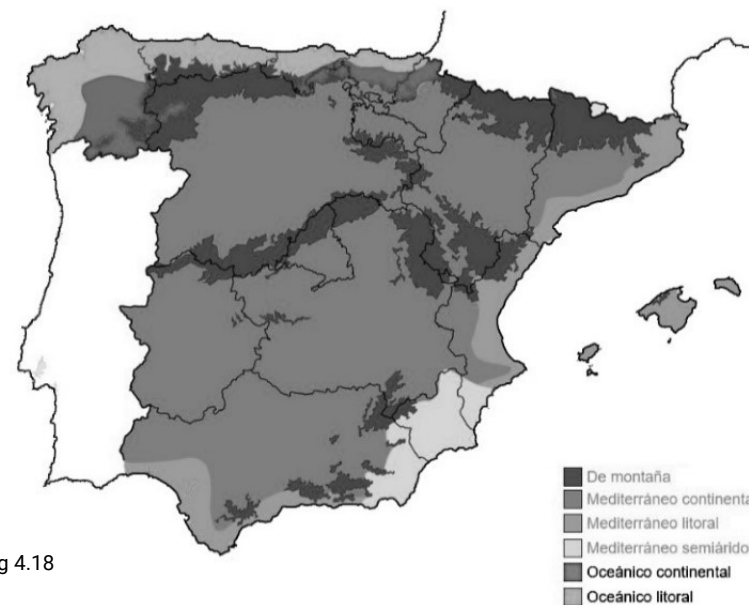


Fig 4.19

Fig 4.18 – Mapa de los climas de España

Fig 4.19 – Vista de la calle Jardíñeta - José Ronco, 2001

Funcionamiento técnico

El funcionamiento de estas cubiertas de agua era muy sencillo: La capa de agua protegía el hormigón de debajo de los cambios bruscos de temperatura. Reflejaba parte de la luz del sol mediante refracción y también aportaba inercia térmica que hacía que la temperatura del conjunto cambiase poco a poco. Tenían un sistema con una bomba y un nivel, que bombeaba agua a la cubierta cuando era necesario.

Con esta capa de agua, la capa de hormigón subyacente no se agrietaba, sin necesidad de usar hormigón aligerado ni darle ningún tratamiento impermeabilizante. En casos posteriores, algunas cubiertas de Éibar se ejecutaron con una fina capa de pintura asfáltica, pero en la mayoría de los casos era la propia compacidad del hormigón la que proporcionaba la impermeabilidad, y en ningún caso llevaban aislantes térmicos.

La mayoría de los materiales o recursos para realizar este tipo de construcciones eran de la zona: arena, redondos de acero, cemento, tablas para encofrar, clavos y por supuesto el agua. Los encofrados se hacían con la madera de las abundantes plantaciones de pino insigne de la zona. Las nuevas generaciones de artesanos carpinteros de la región se empezaron a especializar en el montaje de encofrados para estas estructuras. Los obreros mezclaban el hormigón in situ (usaban más cemento de lo normal) y lo presionaban con unos palos para quitar el agua y obtener dureza y resistencia. Para soportar la capa de agua, el perímetro del edificio se remataba con un pequeño peto, a veces de ladrillo y otras de hormigón. Este peto tenía una altura de aproximadamente 30 cm. El espesor de la capa de hormigón era de 10-12 cm y la profundidad de la capa de agua era de alrededor de 15 cm.

Las cubiertas de agua que se construyen hoy en día se crean por razones muy diferentes a las de entonces y suelen tener que ver con decisiones de proyecto. Ya no se usan como una solución técnica para evitar grietas en el hormigón, ya que hoy en día existen hormigones aligerados que no sufren este problema, además de aislantes térmicos rígidos, láminas impermeables y otras tecnologías constructivas que permiten resolver las cubiertas planas con un gasto económico mucho menor y con mayor efectividad.

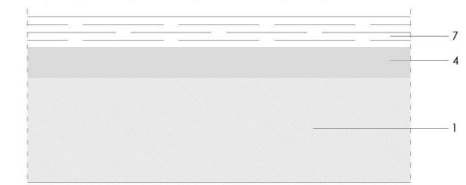


Fig 4.20

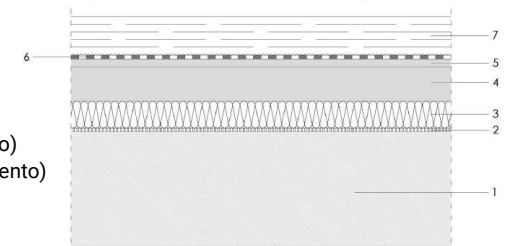


Fig 4.21

- 1 Hormigón armado
- 2 Capa separadora
- 3 Aislamiento térmico rígido (XPS)
- 4 Capa de pendiente (hormigón ligero)
- 5 Capa Separadora (mortero de cemento)
- 6 Lámina impermeable
- 7 Capa de agua (15cm min)



Fig 4.22

Fig 4.20 – Primeras cubiertas de agua – Lázaro López, 2018

Fig 4.21 – Cubiertas de agua contemporáneas – Lázaro López, 2018

Fig 4.22 – Detalle del peto de una cubierta de agua - José Ronco, 2001

Desventajas

-Peso:

Debido a la necesidad de mantener una lámina de agua con un espesor mínimo de 10 cm y a la alta densidad del agua (1000 kg/m³), la estructura está sometida a más carga de lo habitual. Son estructuras robustas que están pensadas para aguantar la carga de las máquinas de los talleres, pero el uso de una gran cantidad de hormigón supone mayor impacto ambiental. Aun así, cara a rehabilitarlos, la mayoría de estos edificios necesita refuerzo para llegar a los coeficientes de seguridad actuales del CTE. Aunque estructuralmente "aguantan", el hormigón no tiene la resistencia del de hoy en día, debido a que antes había menos controles de calidad y el armado no siempre está donde se espera.

-Gasto de agua:

Una de las principales limitaciones de estas cubiertas radica en mantener un nivel de agua constante y con el espesor deseado. Dado que el agua tiende a evaporarse naturalmente, en los meses secos del año, hay que dar un aporte externo de agua, para asegurar el correcto funcionamiento de la cubierta inundada. Aunque el clima húmedo de la zona favorece que este aporte sea el mínimo necesario. Esto se resuelve mediante un sistema con un nivel y una bomba, similar al de un inodoro, que bombea agua cuando el nivel baja. Los componentes de este sistema se producían en la propia región.

-Mantenimiento:

En ocasiones, aparecían goteras en este tipo de cubiertas. Estas las arreglaban sistemáticamente los trabajadores de los talleres aplicando cemento. Esto era factible en edificios industriales, pero no en edificios con otros usos. Por otro lado, los taponamientos de desagües en este tipo de cubiertas son más comunes que en las cubiertas inclinadas, debido a la menor velocidad de evacuación del agua de lluvia.

-Reparaciones cada invierno:

Debido a las heladas puntuales y el aumento de volumen que sufre el agua al congelarse, podía producir grietas en el hormigón, y requerir reparaciones periódicas al acabar el invierno.

-Acondicionamiento del agua:

En las cubiertas de agua también hay que hacer también un mantenimiento periódico del agua. Aunque la solución más directa sea usar productos químicos para evitar la proliferación de algas e insectos, en la zona de Éibar se solían usar peces en su lugar.



Fig 4.23



Fig 4.24



Fig 4.25

Fig 4.23 – Mecanismo que activa la bomba – Ezequiel Collantes, 2015

Fig 4.24 – Detalle rebosadero - José Ronco, 2001

Fig 4.25 – Detalle del una cubierta de agua con lucernarios – Ramón Ugalde

Ventajas

-Precio

La ventaja principal de estas cubiertas es su precio. El hormigón, material nuevo para la época, tenía una capacidad estructural muy buena en relación con su valor económico. También ofrecía un rendimiento suficiente en términos de impermeabilidad y aislamiento térmico, acorde a las exigencias funcionales de los edificios industriales de principios del siglo xx. Para edificios industriales, suponía una opción excepcional, por su robustez y por la posibilidad de construir cubiertas como si fuesen un forjado más. De esta forma, se evitaba que trabajasen más gremios de lo necesario en la obra, y ahorra el trabajo de tener que proyectar y calcular una cubierta distinta. Para la capacidad estructural de la que disponían estas cubiertas, la carga del agua no suponía ningún problema.

-Comportamiento bioclimático

La capa de agua de estas cubiertas aumenta la inercia térmica del edificio y mejora el control pasivo de la temperatura dentro de él. De esta forma, se consigue que las oscilaciones de temperatura en el interior sean menores.

-Renaturalización

Cuando el edificio deja de tener uso y se deja de mantener, se reintegra en el paisaje: las cubiertas se mantienen llenas de agua y crece vegetación en ellas. Es muy común ver aves acuáticas, como patos o garzas, haciendo uso del agua de estas cubiertas, incluso se han visto nidos de martines pescadores. En algunas cubiertas soltaban carpas chinas (ya que necesitan poco oxígeno) para limpiar el agua y así evitar el uso de productos químicos. Reducían la aparición de algas, mosquitos y otros insectos, y creaban un pequeño ecosistema.



Fig 4.26



Fig 4.27

Fig 4.26 – Cubierta de Cadenas Iris, Éibar – Ezequiel Collantes, 2015

Fig 4.27 – Cubierta de agua Placencia de Armas – Melanie Waidler, 2024

-Valor paisajístico e identidad

Debido a los fuertes desniveles del terreno del valle, es muy común ver las ciudades de esta región desde arriba. Desde lo alto del valle, las láminas de agua de las cubiertas reflejan el paisaje y el cielo, generando un juego de reflejos espectacular. Este recurso dota a las cubiertas de agua de un valor paisajístico singular, y supone una seña de identidad de la región. Por otro lado, las plantas que han crecido en el perímetro de la cubierta de algunos de estos edificios se pueden ver desde la calle y permiten identificar los edificios que tienen cubierta de agua. De esta forma, incluso desde el nivel del suelo son reconocibles.

-Usos complementarios y sinergias

En algunos edificios industriales de la zona de Mondragón, como en la desaparecida fundición "ARGA", también le dieron otros usos al agua de las cubiertas. Además de servir para enfriar las máquinas, también servía para las cisternas de los sanitarios.

En la fábrica de cerámica "Eguía" de San Sebastián, de José Eugenio Ribera, la gran azotea asfaltada de 1.700 m² se utilizaba, no solo como aljibe, sino para extender y orear las arcillas que se utilizaban como primera materia.

Por otro lado, en el caserío de Muxibar, de Mondragón, usaban el agua de su cubierta para regar el huerto. En este mismo plano, también era común usar los fangos que se acumulaban en las cubiertas para fertilizar las huertas cercanas. También hay casos de cubiertas de agua que se utilizaban para criar angulas y peces.

Este tipo de relaciones complejas de la arquitectura con el entorno, que tienen que ver con el uso circular de recursos y residuos, son procesos de los que se podría aprender, para aplicarlos en la arquitectura que se construye hoy en día.

Hoy en día, muchas de estas cubiertas se han convertido en cubiertas vegetales, que se usan como huertos y jardines. Hay casos en los que se han colocado merenderos, piscinas, o incluso un frontón, en la cubierta del edificio de Hijos de Gabilondo.



Fig 4.28



Fig 4.29

Fig 4.28 – Taller en la calle San Andrés, Mondragón – Elaboración propia, 2025

Fig 4.29 – Cubiertas de agua convertidas en cubiertas ajardinadas en Elgóibar – Elaboración propia, 2025

5.-CASOS DE ESTUDIO

5.1-Beistegui Hermanos (Éibar, 1926)

El primer edificio de la fábrica de Beistegui Hermanos, situado en Éibar, fue construido en 1926 y diseñado por el maestro de obras Fernando Zumárraga. Esta construcción marcó un punto de inflexión en la historia de la empresa, que hasta entonces funcionaba como un pequeño taller armero y comenzaba su transformación en una fábrica de bicicletas. El edificio original, levantado en una época de fuerte desarrollo industrial en la comarca, se ubicaba en una parcela próxima al río y al eje ferroviario, elementos clave del crecimiento urbano eibarés durante el primer tercio del siglo XX. Formalmente, el edificio destacaba por su esquina achaflanada, donde se ubicaban las oficinas y el escudo de la empresa, dotando al volumen fabril de una imagen representativa hacia el espacio público.

Desde el punto de vista arquitectónico y técnico, el edificio fue uno de los primeros en Éibar en incorporar una cubierta de agua, junto con la fábrica ALFA de 1924, proyectada por Ramón Cortázar (ya desaparecida). Estas cubiertas planas con lámina de agua supusieron un avance significativo respecto a las cubiertas inclinadas tradicionales, tanto por su comportamiento térmico como por la flexibilidad que ofrecían para futuras ampliaciones en altura. Esta innovación constructiva consolidó una nueva tipología industrial en la ciudad, que combinaba funcionalidad, economía y proyección de futuro.

La estructura del edificio se realizó íntegramente en hormigón armado, una técnica todavía novedosa en la época, que permitió liberar las plantas interiores de obstáculos y facilitar la organización de los procesos productivos. La cubierta plana se resolvía mediante una simple lámina de agua directamente sobre la losa de hormigón, sin impermeabilización ni aislamiento y dejaba a la vista las cabezas de los pilares, para poder acceder a la armadura picándolos superficialmente y construir sobre el edificio simplemente retirando el agua de la cubierta, sin tener que desmontar nada.

A lo largo del tiempo, el edificio fue objeto de varias ampliaciones estructuradas en fases, que ilustran perfectamente las ventajas de esta estrategia constructiva. En 1933 se añadió una planta más, sustituyendo la cubierta plana original por una inclinada con entramado de madera y teja. En 1943, la cubierta de entramado de madera fue desmontada para levantar dos nuevas plantas, alcanzando un total de cinco alturas. Esta última intervención recuperó la cubierta plana en hormigón armado. En conjunto, el edificio de Beistegui Hermanos representa un caso paradigmático dentro del estudio de las cubiertas de agua, tanto por su condición pionera como por su capacidad de adaptación a lo largo del tiempo

Fig 5.1 – Ampliaciones del edificio de Beistegui Hermanos a lo largo del tiempo – Ezequiel Collantes, 2015

Fig 5.2, 5.3, 5.4 – Edificio de BH en 1926, 1933 y 1943 - Ezequiel Collantes, 2015

Fig 5.5 – Ubicación del edificio de Beistegui Hermanos - Ezequiel Collantes, 2015



Fig 5.1

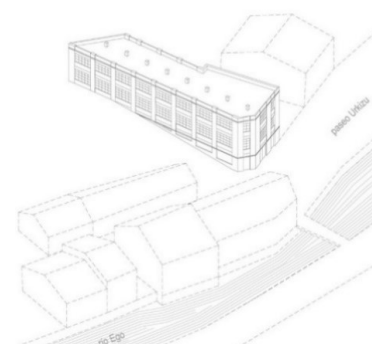


Fig 5.2

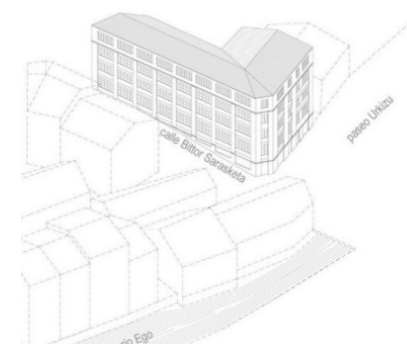


Fig 5.3

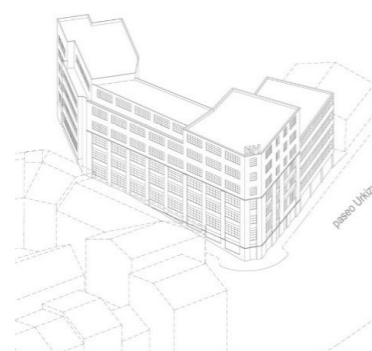


Fig 5.4



Fig 5.5

5.2-Hijos de Gabilondo (Éibar, 1939–actualidad)

El edificio de Hijos de Gabilondo, situado en el barrio de Barrena (Éibar), es un ejemplo representativo de la evolución y adaptación de la arquitectura industrial vasca a lo largo del siglo XX y XXI. Su construcción original data de 1939, proyectado por el arquitecto Raimundo Alberdi como un edificio híbrido que combinaba una torre residencial rematada con cubierta a dos aguas, y un zócalo de talleres en planta baja cubierto mediante una cubierta de agua. Esta configuración respondía tanto a las necesidades de producción como a la lógica de integración entre vivienda y trabajo que caracterizó a muchas instalaciones fabriles del entorno.

Durante las décadas de 1960 y 1970, el conjunto sufrió importantes ampliaciones. Se añadieron nuevas naves de talleres, también con cubiertas de agua, que con el paso del tiempo fueron transformándose en un espacio verde privado, dotado de vegetación de gran porte, un frontón, columpios e incluso zonas de merendero. Esta transformación informal dotó al edificio de una dimensión lúdica y social inesperada, aunque terminó por saturar la parcela y desdibujar el valor arquitectónico del volumen original. El deterioro progresivo de las ampliaciones y la falta de funcionalidad llevaron al ayuntamiento de Éibar a adquirir el inmueble con la intención de rehabilitarlo y devolverle un uso significativo para la comunidad.



Fig 5.6



Fig 5.7

Fig 5.6 – Edificio de Hijos de Gabilondo, con árboles de gran porte en su cubierta vegetal (antigua cubierta de agua), antes de su rehabilitación.

Fig 5.7 – Vista aérea de Hijos de Gabilondo, con un frontón en la cubierta - José Ronco, 2001

En este contexto surge el anteproyecto promovido por un equipo técnico en el que participa Ezequiel Collantes, que propone preservar la pieza original de 1939 diseñada por Alberdi y demoler las ampliaciones de los años 60, liberando parte del terreno como espacio público para el barrio, una zona urbana con escasa superficie libre. Esta operación no solo reduce los costes de construcción al ajustarse a las necesidades reales del nuevo programa, sino que también recupera el valor patrimonial del edificio original y su carácter industrial. El objetivo del nuevo proyecto es revitalizar el conjunto con un programa dotacional de escala comarcal que acoja la nueva sede de la Agencia de Desarrollo del Bajo Deba, así como un vivero de empresas y espacios multiusos.

El concurso de arquitectura fue ganado por el estudio Basa Arquitectura, cuyo proyecto (en proceso de ejecución al momento de redactar este trabajo) propone una intervención respetuosa que mantiene el carácter industrial de la pieza original y diferencia claramente las nuevas construcciones. Un aspecto especialmente significativo es la recuperación de la cubierta original, reinterpretada ahora como cubierta ajardinada de acceso público, que se integra como parte de un nuevo parque urbano para el barrio. Este caso de estudio pone en valor no solo la persistencia de ciertas soluciones constructivas, como las cubiertas de agua, sino también la capacidad de la arquitectura para renovar el patrimonio industrial sin perder su esencia, adaptándolo a las necesidades contemporáneas de la ciudad.



Fig 5.8



Fig 5.9

Fig 5.8 - Anteproyecto de revitalización del edificio Hijos de Gabilondo (Ezequiel Collantes e Ibone Arreche), imagen delantera de la nueva plaza - Mikel Mujika

Fig 5.9 - Anteproyecto de revitalización del edificio Hijos de Gabilondo (Ezequiel Collantes e Ibone Arreche), imagen trasera de la nueva cubierta - Mikel Mujika



Fig 5.10



Fig 5.11

Fig 5.10 – Estructura de las naves laterales de Hijos de Gabilondo – Basa Arquitectura, 2024

Fig 5.11 - Interior de las naves laterales de Hijos de Gabilondo, bajo la cubierta vegetal – Basa Arquitectura, 2024

6.-CONCLUSIONES

El valle del Deba constituye un territorio profundamente marcado por su historia industrial, donde la arquitectura se convirtió en un instrumento funcional al servicio de la producción. Dentro de ese contexto, las cubiertas de agua surgieron como una solución ingeniosa y específica: una respuesta local y económica a los problemas técnicos del momento, especialmente ligados al uso temprano del hormigón armado. Estas cubiertas no derivan de una tradición arquitectónica ni de una voluntad estética moderna, como en otros lugares de Europa, sino de una necesidad estructural y productiva concreta, nacida de unas condiciones muy particulares que no se replicaron en ningún otro territorio.

Pese a su singularidad, estos edificios han sido históricamente ignorados o incluso considerados ajenos al paisaje del valle. Su condición de "no arquitectura", su ubicación periférica y su falta de ornamentación han contribuido a su marginación tanto física como simbólica. Sin embargo, el caso reciente del edificio de Hijos de Gabilondo evidencia un cambio de mirada incipiente. Hoy, algunos de estos espacios comienzan a ser revalorizados, no como reliquias del pasado, sino como recursos con valor patrimonial y potencial social para los barrios donde se insertan.

Este trabajo ha querido contribuir a ese proceso de redescubrimiento, recopilando y sistematizando información dispersa, combinando fuentes documentales, entrevistas y análisis técnico. El objetivo ha sido poner en valor una tipología arquitectónica irreplicable, propia de un momento muy concreto de la historia vasca, y fomentar su reconocimiento como parte fundamental del patrimonio industrial de Gipuzkoa. Aunque su mantenimiento hoy resulte complejo y su reproducción no sea viable, estos edificios siguen teniendo mucho que enseñarnos: sobre cómo adaptar la arquitectura a un entorno, cómo resolver problemas con ingenio, y cómo, desde lo funcional, se puede construir también identidad.

En definitiva, el estudio de las cubiertas de agua en Éibar y su evolución permite entender cómo la arquitectura, la industria y el paisaje se entrelazan en un equilibrio tan frágil como valioso. Reconocer este legado no es mirar atrás con nostalgia, sino aprender de él para proyectar una relación más sensible y sostenible con los recursos, el territorio y la memoria.

Fig 6.1 – Cubiertas de agua transformadas en cubiertas vegetales en Elgóibar –
Elaboración propia, 2025

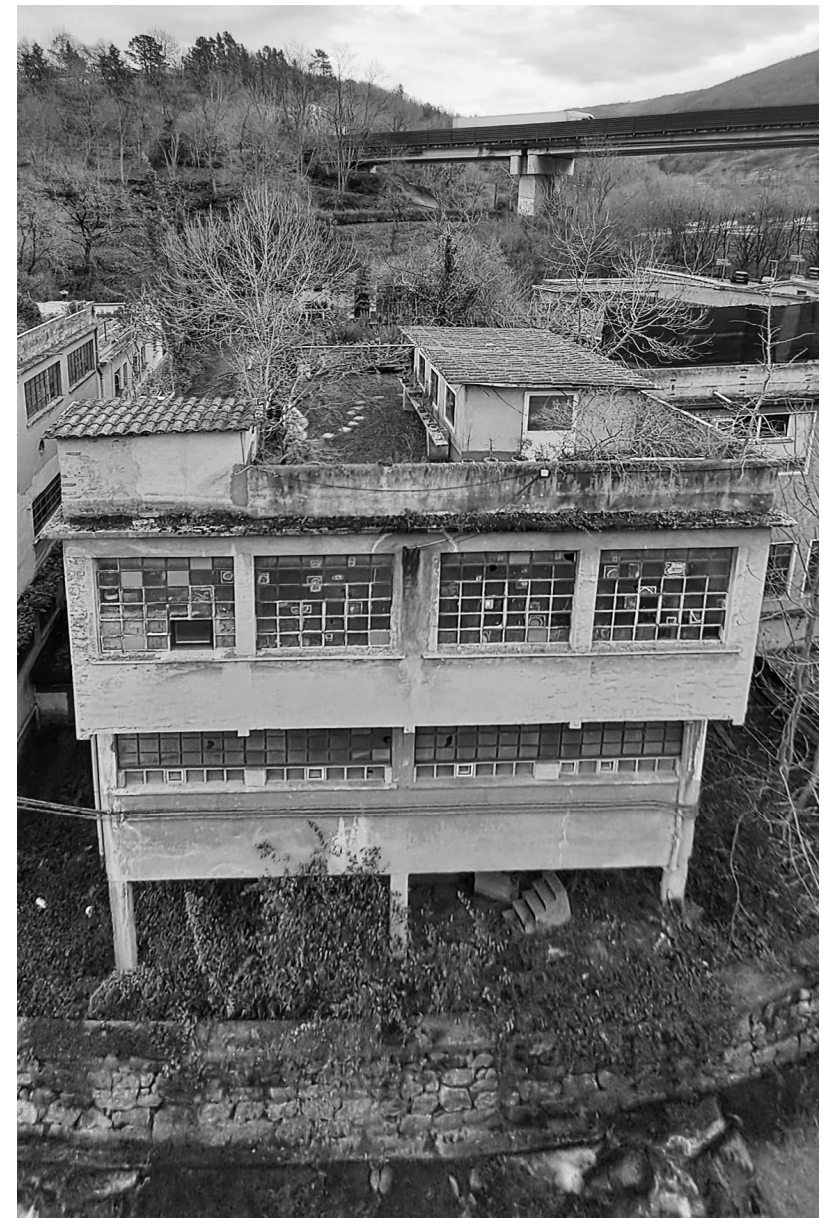


Fig 6.1

7.- BIBLIOGRAFIA

- CÁRCAMO, Joaquín, ROSELL Jaume. *Los orígenes del hormigón armado y su introducción en Bizkaia. La Fábrica Ceres de Bilbao*. Bilbao: Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Bizkaia, 1994.
- COLLANTES, Ezequiel. *Permanencias transformadas: Arquitectura industrial del Movimiento Moderno en Gipuzkoa (1928-1959)*. San Sebastián: Universidad del País Vasco, 2015.
- COLLANTES, Ezequiel; y otros. "Proyecto Barreibar: Reconversión proactiva de edificios industriales en desuso." *Ausart*, no. 1, 2013 págs. 123-132.
- ERBINA, José. *I Seminario internacional de arquitectura industrial*. Vitoria-Gasteiz: Diputación Foral de Álava, 1998.
- GARCÍA, Rafael. "Arquitectura e Industria. Una exploración bibliográfica en la biblioteca de la Escuela de Arquitectura de la Universidad Politécnica." *Cuaderno de notas*, no. 16, 2015.
- GOÑI, Itsaso. "Estrías, Intersecciones y Bagaje de Asentamientos Resilientes. El Caso de Eibar (Guipúzcoa)." *Territorios en formación*, no. 9, 2015, págs. 43-57.
- GRAUS, Ramón. *La cubierta plana, un paseo por su historia*. Barcelona: Universidad Politécnica de Cataluña, 2005.
- IBÁÑEZ, Maite. *Patrimonio Industrial Vasco: Inventario*. Consejo Vasco de Cultura, 2003.
- IBÁÑEZ, Maite; TORRECILLA, M^a José; ZABALA, Marta. *Arqueología industrial en Guipuzkoa*. Bilbao: Universidad de Deusto, 1988.
- LÓPEZ, Lázaro. *Análisis constructivo de las cubiertas inundadas*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, 2018.
- RIBERA, José Eugenio. *Los progresos del hormigón armado en España*. Madrid: Imprenta Alemana, 1907.
- RONCO, Jose. *Eibar, ciudad taller*. Ongarri kultur elkarte, 2001.
- UGALDE, Ramón; y otros. "Estalki putzudunaren abantaila jasangarriak." *Ekaia*, 2022. <https://doi.org/10.1387/ekaia.23041> (Consultado 29/05/2024)
- UGALDE, Ramón. "Gure arkitekturaren isla dira putzuzko estalkiak." *Goiena* (Mondragón), febrero 2023. <https://goiena.eus/arrasate/1677236726063-ramon-ugalde-gure-arkitekturaren-isla-dira-putzuzko-estalkiak> (Consultado 29/05/2024)
- UGALDE, Ramón. "Urarekin arkitektura egiten zenekoa." *Mondraberrri* (Mondragón), septiembre 2020. <https://mondraberrri.eus/urarekin-arkitektura-egiten-zenekoa-testua-ramon-ugalde/> (Consultado 29/05/2024)
- UGALDE, Ramón; URIARTE, Urtza. "Estalitako gainak dituzten eraikinak izan dituzte hizpide Ramón Ugaldek eta Urtza Uriartek." *Goiena* (Arrasate), marzo 2023. <https://goiena.eus/arrasate/1678119878311-estalitako-gainak-dituzten-eraikinak-izan-dituzte-hizpide-ramon-ugaldek-eta-urtza-uriartek> (Consultado 29/05/2024)
- VILLAR, José Eugenio. "Patrimonio industrial en Euskadi, Navarra y la Rioja." *Abaco*, no. 70, 2011, págs. 59-66

PROCEDENCIA DE LAS IMÁGENES

1.-Introducción

1.1 Elaboración propia / **1.2** COLLANTES, Ezequiel. *Permanencias transformadas: Arquitectura industrial del Movimiento Moderno en Gipuzkoa (1928-1959)*. San Sebastián: Universidad del País Vasco, 2015. / **1.3** RONCO, Jose. *Eibar, ciudad taller*. Ongarri kultur elkartea, 2001. / **1.4, 1.5, 1.6, 1.7, 1.8, 1.9, 1.10, 1.11, 1.12, 1.13, 1.14** COLLANTES, Ezequiel. *Permanencias transformadas: Arquitectura industrial del Movimiento Moderno en Gipuzkoa (1928-1959)*. San Sebastián: Universidad del País Vasco, 2015. / **1.15, 1.16, 1.17, 1.18** RONCO, Jose. *Eibar, ciudad taller*. Ongarri kultur elkartea, 2001.

2.-Estado del arte

2.1 COLLANTES, Ezequiel. *Permanencias transformadas: Arquitectura industrial del Movimiento Moderno en Gipuzkoa (1928-1959)*. / **2.2** IBÁÑEZ, Maite; TORRECILLA, M^aJosé; ZABALA, Marta. *Arqueología industrial en Guipuzkoa*. Bilbao: Universidad de Deusto, 1988. / **2.3** RONCO, Jose. *Eibar, ciudad taller*. Ongarri kultur elkartea, 2001. / **2.4** UGALDE, Ramón; y otros. “Estalki putzudunaren abantaila jasangarriak.” *Ekaia*, 2022. <https://doi.org/10.1387/ekaia.23041> (Consultado 29/05/2024) / **2.5** EUROPLAN. *European 17 – Resultados por emplazamientos: Eibar (ES)*. [en línea]. Disponible en: <https://www.european-europe.eu/en/session/european-17/results/by-sites/eibar-es> (Consultado 29/05/2024)

3.-Entrevistas

3.1, 3.2 HIRIKITEN. *Biharrian – Espacio de trabajo en Éibar*. [en línea]. Disponible en: <https://www.hirikiten.org/biharrian> (Consultado 29/05/2024) / **3.3, 3.4** COLLANTES, Ezequiel. *Permanencias transformadas: Arquitectura industrial del Movimiento Moderno en Gipuzkoa (1928-1959)*. / **3.5** FUNDACIÓN DOCOMOMO IBÉRICO. *Beistegui Hermanos – Calle Arragueta 20, Eibar*. [en línea]. Disponible en: <https://docomomoiberico.com/edificios/beistegui-hermanos/> (Consultado 30/05/2025) / **3.6** EGO IBARRA. *Leonardo Azpiri – Arragueta 20, Eibar*. [en línea]. Disponible en: <https://ondarea.egoibarra.eus/es/ondarea/leonardo-azpiri/> (Consultado 30/05/2025) / **3.7, 3.8** COLLANTES, Ezequiel. *Permanencias transformadas: Arquitectura industrial del Movimiento Moderno en Gipuzkoa (1928-1959)*. / **3.9** ARRASATE ZIENTZIA ELKARTEA. *Arrasate-Mondragón iruditan*. [en línea]. Disponible en: <https://arrasateiruditan.blogspot.com/2014/04/en-este-blosq-de-trata-de-describ-en.html> (Consultado 30/05/2025) / **3.10** UGALDE, Ramón; y otros. “Estalki putzudunaren abantaila jasangarriak.” *Ekaia*, 2022. <https://doi.org/10.1387/ekaia.23041> (Consultado 29/05/2024) / **3.11** WAIDLER, Melanie. 2024 / **3.12, 3.13** UGALDE, Ramón; y otros. “Estalki putzudunaren abantaila jasangarriak.” *Ekaia*, 2022. <https://doi.org/10.1387/ekaia.23041> (Consultado 29/05/2024)

4.-Apartado técnico

4.1, LIÉBANA, Óscar. *Cronología de forjados de hormigón (II)*. Blog Oliebana, 15 de octubre de 2012. [en línea]. Disponible en: <https://oliebana.com/2012/10/15/cronologia-de-forjados-de-hormigon-ii/> (Consultado 30/05/2025) / **4.2** PATOWARY, Kaushik. *François Coignet's Reinforced Concrete*. Amusing Planet [en línea]. Disponible en: <https://www.amusingplanet.com/2019/06/francois-coignets-reinforced-concrete.html> (Consultado 30/05/2025) / **4.3** LÓPEZ CHÁVEZ C. Lillian Guadalupe, FLORES BARA B.A. Moisés. *Breve historia de las azoteas verdes*. Naturación, 30 de abril de 2021. [en línea]. Disponible en: <https://naturacion.mx/articulo-breve-historia-azoteas-verdes.html> (Consultado 30/05/2025) / **4.4, 4.5, 4.6, 4.7** GRAUS, Ramón. *La cubierta plana, un paseo por su historia*. Barcelona: Universidad Politécnica de Cataluña, 2005. / **4.8** LÓPEZ, Lázaro. *Análisis constructivo de las cubiertas inundadas*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, 2018. / **4.9, 4.10** GRAUS, Ramón. *La cubierta plana, un paseo por su historia*. Barcelona: Universidad Politécnica de Cataluña, 2005. / **4.11, 4.12** CÁRCAMO, Joaquín, ROSELL Jaume. *Los orígenes del hormigón armado y su introducción en Bizkaia. La Fábrica Ceres de Bilbao*. Bilbao: Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Bizkaia, 1994. / **4.13** DIPUTACIÓN FORAL DE GUIPÚZCOA. *Pleno Itinerante Especial*. [en línea]. Disponible en: https://www.bngipuzkoa.eus/WAS/CORP/DJGPortalWEB/pleno_itinerante_especial.jsp?idioma=es (Consultado 30/05/2025) / **4.14, 4.15** COLLANTES, Ezequiel. *Permanencias transformadas: Arquitectura industrial del Movimiento Moderno en Gipuzkoa (1928-1959)*. / **4.16, 4.17, 4.18, 4.19** RONCO, Jose. *Eibar, ciudad taller*. Ongarri kultur elkarte, 2001. / **4.20, 4.21** LÓPEZ, Lázaro. *Análisis constructivo de las cubiertas inundadas*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, 2018. / **4.22** RONCO, Jose. *Eibar, ciudad taller*. Ongarri kultur elkarte, 2001. / **4.23** COLLANTES, Ezequiel. *Permanencias transformadas: Arquitectura industrial del Movimiento Moderno en Gipuzkoa (1928-1959)*. / **4.24** RONCO, Jose. *Eibar, ciudad taller*. Ongarri kultur elkarte, 2001. / **4.25** UGALDE, Ramón; y otros. "Estalki putzudunaren abantaila jasangarriak." *Ekaia*, 2022. <https://doi.org/10.1387/ekaia.23041> (Consultado 29/05/2024) / **4.26** COLLANTES, Ezequiel. *Permanencias transformadas: Arquitectura industrial del Movimiento Moderno en Gipuzkoa (1928-1959)*. / **4.27** WAIDLER, Melanie. 2024 / **4.28, 4.29** Elaboración propia, 2025

5.-Casos de estudio

5.1, 5.2, 5.3, 5.4, 5.5 COLLANTES, Ezequiel. *Permanencias transformadas: Arquitectura industrial del Movimiento Moderno en Gipuzkoa (1928-1959)*. / **5.6** ECHALUCE, Alberto. *El Ayuntamiento invertirá millones en la mejora de entornos urbanos y accesibilidad*. El Correo, 6 de abril de 2024. [en línea]. Disponible en: <https://www.elcorreo.com/gipuzkoa/ayuntamiento-invertira-millones-mejora-entornos-urbanos-accesibilidad-20240406000108-nt.html> (Consultado 30/05/2025) / **5.7** RONCO, Jose. *Eibar, ciudad taller*. Ongarri kultur elkarte, 2001. / **5.8, 5.9** AYUNTAMIENTO DE ÉIBAR. *El Ayuntamiento presenta el proyecto definitivo para la rehabilitación de Hijos de Gabilondo*. 26 de abril de 2024. [en línea]. Disponible en: <https://www.eibar.eus/es/noticias/el-ayuntamiento-presenta-el-proyecto-definitivo-para-la-rehabilitacion-de-hijos-de-gabilondo> (Consultado 30/05/2025) / **5.10, 5.11** Basa Arquitectura, 2024.

5.-Casos de estudio

6.1 Elaboración propia, 2025

