



**Universidad**  
Zaragoza

# Trabajo Fin de Grado

Equipamientos deportivos: tecnología,  
construcción y sostenibilidad.

Autor

Pablo del Castillo Mir

Directores

Fernando Kurtz Rodrigo  
Belinda López Mesa

Escuela de Ingeniería y Arquitectura  
2014

## ***Equipamientos deportivos: tecnología, construcción y sostenibilidad***

### **Resumen**

Este trabajo trata los aspectos constructivos y tecnológicos que se deben tener en cuenta a la hora de proyectar y construir una piscina cubierta. Para ello se realiza un estudio de la evolución que han sufrido estas instalaciones desde las primeras piscinas de mediados del siglo XIX hasta las piscinas que se construyen en la actualidad.

Así, se analizan una serie de ejemplos representativos de las distintas épocas. Como referentes históricos se opta por las instalaciones construidas en Inglaterra, ya que fue el país pionero en la práctica deportiva de la natación y en la construcción de piscinas cubiertas. Como referentes actuales se estudian una serie de instalaciones de interés arquitectónico y constructivo realizadas en nuestro país a lo largo de las dos últimas décadas.

En primer lugar se hace un análisis de cómo han evolucionado los aspectos tipológicos y programáticos en estos equipamientos. Posteriormente se hace un estudio pormenorizado de las distintas soluciones que se han dado a lo largo de la historia para cada uno de los elementos constructivos que conforman una piscina cubierta. Finalmente el estudio trata la evolución de los aspectos relacionados con el bienestar y el acondicionamiento de estos edificios.

Se incluye por último un capítulo en el que se estudia a fondo una piscina cubierta concreta. Así, se aprecian de manera directa los aspectos desarrollados a lo largo de todo el estudio. Se incluyen para ello planos en detalle de la instalación y fotografías del proceso constructivo.

Debido al elevado consumo energético de estas instalaciones para mantener las condiciones adecuadas del aire interior y del agua, todos los aspectos relacionados con la sostenibilidad y la eficiencia energética tienen una carga importante en esta investigación.



**ÍNDICE****1. Introducción. La piscina y el baño**

|  |   |
|--|---|
| 1.1. Evolución histórica.....              | 1 |
| 1.2. Las piscinas cubiertas en España..... | 4 |
| 1.3. Las nuevas piscinas.....              | 5 |

**2. Aspectos generadores del proyecto. El lugar y el programa de necesidades**

|  |    |
|--|----|
| 2.1. Aspectos territoriales y tipológicos..... | 7  |
| 2.2. Programa de usos y necesidades.....       | 10 |

**3. Tecnología y construcción. Elementos propios de una piscina cubierta**

|  |    |
|--|----|
| 3.1. El vaso de la piscina.....            | 15 |
| 3.1.1. El fondo.....                       | 20 |
| 3.1.2. Las paredes.....                    | 21 |
| 3.1.3. El revestimiento.....               | 23 |
| 3.1.4. El rebosadero.....                  | 29 |
| 3.1.5. El borde del vaso.....              | 34 |
| 3.2. Playas y zonas de pies descalzos..... | 38 |
| 3.3. Elementos auxiliares.....             | 42 |
| 3.4. Zonas anexas.....                     | 45 |
| 3.5. La cubierta.....                      | 47 |

**4. Bienestar e higiene. Instalaciones, eficiencia energética y sostenibilidad**

|   |    |
|---|----|
| 4.1. Tratamiento del agua.....                    | 51 |
| 4.2. Condiciones ambientales y climatización..... | 55 |
| 4.3. Orientación e iluminación.....               | 61 |
| 4.4. Tratamiento acústico.....                    | 65 |
| 4.5. Consumo energético y medidas de ahorro.....  | 67 |

**5. Aplicación a un caso concreto. Piscina del colegio Vizcaya en Zamudio (ACXT)**

|   |    |
|---|----|
| 5.1. Aspectos generadores del proyecto..... | 73 |
| 5.2. Tecnología y construcción.....         | 75 |
| 5.3. Instalaciones y sostenibilidad.....    | 77 |
| 5.4. Documentación gráfica.....             | 81 |

|                                 |    |
|---------------------------------|----|
| Referencias bibliográficas..... | 83 |
|---------------------------------|----|

|                         |    |
|-------------------------|----|
| Índice de imágenes..... | 87 |
|-------------------------|----|



**Referentes estudiados**



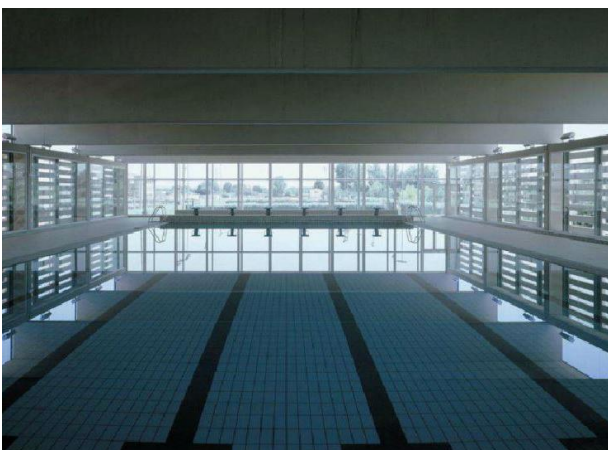
Piscinas Municipales en Pinto, Madrid

Ramón Araujo  
1997



Piscina para la Ertzaintza en Iurreta, Vizcaya

Jesús M<sup>a</sup> Susperregui  
Juan Pablo Puy  
Íñigo Ibarra  
1997



Piscina en San Fernando de Henares, Madrid

Luis Moreno Mansilla  
Emilio Tuñón  
1998



Piscina cubierta en Laracha, A Coruña

Carlos Quintáns  
Cristóbal Crespo  
Antonio Raya  
2000



Piscina Colegio Vizcaya en Zamudio, Vizcaya

Javier Pérez Urribarri  
2002



Piscina cubierta en Manlleu, Girona

Rafael Aranda  
Carme Pigem  
Ramón Vilalta  
2006



## **Prefacio**

Hoy en día el deporte tiene una importante presencia en la sociedad. Es frecuente que los ciudadanos dediquen parte de su tiempo de ocio a ver competiciones deportivas, pero también a participar en ellas o a realizar algún tipo de deporte o actividad física. Nos interesa centrarnos en este último aspecto, dado el gran aumento que se ha producido en los últimos años en el número de personas que han introducido la práctica deportiva en su vida diaria.

Este hecho viene motivado en gran medida por el cambio en los hábitos de trabajo de la sociedad, en la que aumentan los trabajos intelectuales de tipo sedentario en detrimento de los trabajos de tipo físico. El sedentarismo es una forma de vida que va en contra de la naturaleza del ser humano y de ahí parte en muchos casos la necesidad de practicar algún deporte que implique realizar ejercicio físico.

Para la incorporación del deporte a la rutina diaria en la sociedad ha sido fundamental la accesibilidad a las instalaciones deportivas. En este aspecto la gran revolución se produjo en España durante la década de los 80, con la construcción de gran cantidad de instalaciones municipales. Es en este tipo de equipamiento, que permite la práctica deportiva al ciudadano de a pie en el que se centra el estudio y más concretamente en las instalaciones deportivas más complejas, las piscinas climatizadas.

En este estudio se profundizará en los aspectos técnicos y tecnológicos que supone la construcción de una piscina cubierta. Se realizará un trabajo de investigación basado en el estudio de la bibliografía disponible y en el análisis de una serie de ejemplos concretos. De esta manera se tratará de elaborar una guía con las distintas soluciones constructivas y

los aspectos tecnológicos más importantes a tener en cuenta a la hora de proyectar y construir un equipamiento de este tipo. Además se realizará un análisis de la evolución que han sufrido las soluciones constructivas, los materiales empleados y las estrategias de ahorro energético con el paso del tiempo.

El trabajo tiene la vocación de servir como punto de partida para extender este tipo de estudio a otras instalaciones deportivas, ya que cada deporte requiere de unas instalaciones concretas muy especializadas. De esta manera antes de enfrentarse al proyecto de una instalación deportiva determinada, el arquitecto tendría facilitada su labor con un vistazo a esta serie de manuales. En ellos se recopilarían las distintas particularidades a tener en cuenta para conseguir las condiciones óptimas para la práctica de cada disciplina deportiva.

Una parte importante del estudio se basará en las posibles estrategias de ahorro energético y sostenibilidad desde la fase de diseño. Esto es fundamental hoy en día en cualquier equipamiento deportivo y más aún en el caso de una piscina climatizada, que es el que presenta un mayor consumo de energía. Esto es debido a las condiciones ambientales que se deben mantener en el interior del recinto del vaso y a la cantidad de energía necesaria para mantener el agua a una temperatura adecuada.

Finalmente, una segunda parte del trabajo incluirá un análisis constructivo de una piscina cubierta en concreto, valorando todos los aspectos tratados en la primera parte.

## 1. Introducción. La piscina y el baño

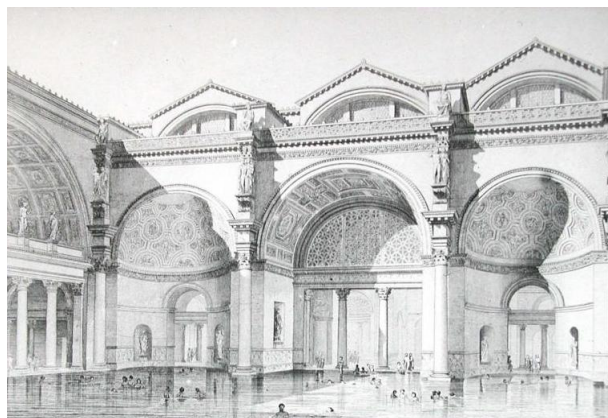
### 1.1. Evolución histórica

La natación tal como la entendemos a día de hoy, nació hace unos 200 años, si bien se tiene constancia que desde las primeras civilizaciones el hombre ha practicado actividades acuáticas. Ya en la **prehistoria** el hombre tomó un primer contacto con el agua, aunque asociado fundamentalmente a la supervivencia, no a actividades deportivas o recreativas. El instinto llevó al hombre a probar su capacidad para desenvolverse en el medio acuático para afrontar con seguridad sus actividades nómadas o migratorias.

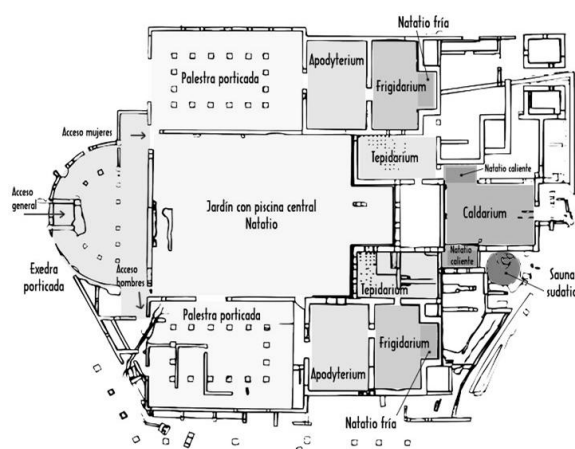
Tras estas primeras civilizaciones, fue en el S. VIII. a.C. en **la antigua Grecia**, cuando se produjo una primera aproximación al uso lúdico del agua. Allí, existían elementos similares a nuestras piscinas actuales, unos recintos para el baño en los que se refrescaban tras los episodios de lucha o gimnasia. La cultura griega supuso el origen de ciertas actividades acuáticas y competiciones náuticas y también fue el origen de muchos de los deportes actuales a través de las Olimpiadas. A pesar de ellos éstas no incluían aún competiciones de natación.

Posteriormente **el imperio romano**, heredó parte de la cultura griega y amplió notablemente la costumbre del baño. Así, los romanos construyeron en sus ciudades grandes recintos públicos dedicados al baño, las famosas termas romanas. Fueron ellos los que inventaron el sistema de baño termal, como recorrido entre distintos compartimentos con agua y vapor a distintas temperaturas. El recinto de baño se componía de cuatro salas fundamentales y los usuarios pasaban de una a otra durante su estancia. Una vez se accedía por la Palestra, la primera sala era el Apodyterium, que hacía la función de vestuario y guardarropa. A continuación se pasaba al Frigidarium, que era la primera sala

de baño, un espacio sin climatizar que incluso podía encontrarse al aire libre donde se realizaba un primer baño en agua fría. Después se accedía al Tepidarium, que era una sala caldeada y servía para aclimatarse antes de acceder a la sala final, donde se realizaba el baño a altas temperaturas. Esta última estancia del recinto era el Caldarium, que se situaba directamente sobre un horno y contenía bañeras y depósitos de agua caliente. En ocasiones podía aparecer además del Caldarium el llamado Sudatio, que sería similar a una sauna actual.



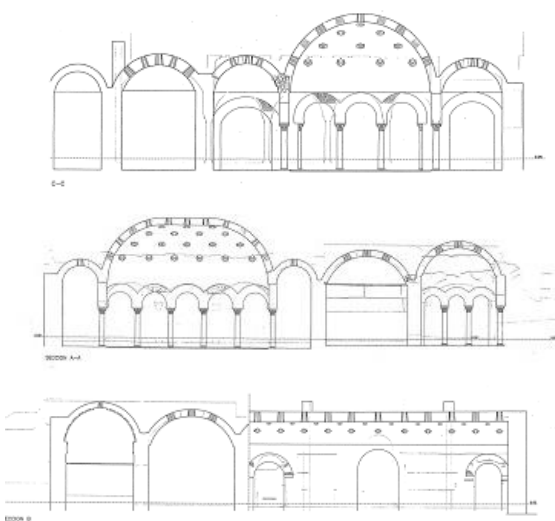
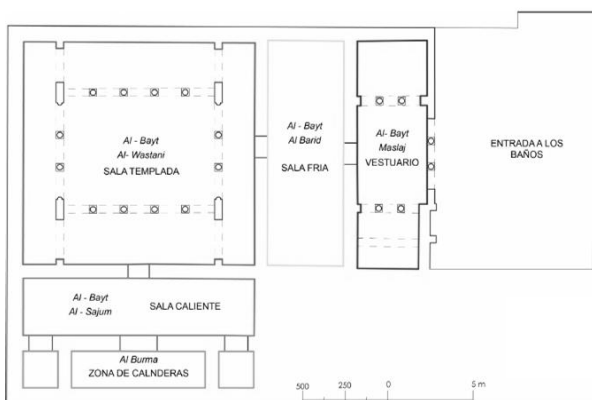
1. Frigidarium de las Termas de Caracalla



2. Planta de las Termas de Clunia



**El mundo árabe** dio continuidad al sistema de las termas romanas con los baños árabes conocidos también con el nombre de Hammam. Se puede considerar a estas dos civilizaciones como las que más interés mostraron por el manejo del agua, tanto para temas prácticos o de abastecimiento, como para el uso lúdico. En esta civilización los baños públicos tenían un papel fundamental para la sociedad. Tal era la importancia que se les daba que estaban vinculados con la oración diaria y se ubicaban normalmente cerca de las mezquitas.



3. Planta y secciones de baños árabes en Sevilla

La cultura árabe renunció a la idea del recinto para el baño monumental de los romanos y se construyeron baños mucho más modestos que se repartían por los barrios de las ciudades de manera equitativa. De esta manera se facilitaba su uso al ciudadano. Si bien la escala de los baños árabes era diferente a la de los romanos, el esquema que seguían era bastante similar. Existía una diferencia principal y es que la sala templada o sala intermedia era en la que más tiempo se permanecía y la que tenía mayor importancia, siendo ésta de un tamaño considerablemente mayor que las salas de baño propiamente dichas.

En la **edad media**, con la cultura medieval, se produjeron una serie de cambios con respecto a la relación del hombre con el agua. Su uso quedó restringido a las necesidades higiénicas y vitales fundamentales y como elemento ornamental en jardines en forma de fuentes o estanques. Los baños públicos desaparecen y con ellos termina la relación directa de la población con el medio acuático. El motivo principal de la desaparición de estas instalaciones, que venían evolucionando desde la antigua Grecia, fue la eliminación total de las costumbres musulmanas. Además los baños públicos eran un riesgo sanitario en la época de la peste y era frecuente el uso inmoral de algunos de estos recintos como centro de reunión de delincuentes o lugar para realizar prácticas sexuales. Estas causas motivaron el cierre de las casas de baños existentes.

El periodo de **la ilustración** y la revolución industrial, supone un punto de inflexión con la llegada de las nuevas teorías higienistas y la aparición del concepto de confort. Así, renacen las casas de baño públicas tras varios siglos olvidadas, pero ya no gozarán de la popularidad de los baños romanos y árabes.

Finalmente en el **siglo XIX** nace la natación como práctica deportiva, con Inglaterra como país impulsor. La primera piscina cubierta se construye en Londres en 1828 y gozó de gran aceptación entre la población, lo que supuso la construcción de más instalaciones en la ciudad. En 1837 Londres ya contaba con seis piscinas cubiertas y en ellas se comenzaron a realizar las primeras competiciones de natación.

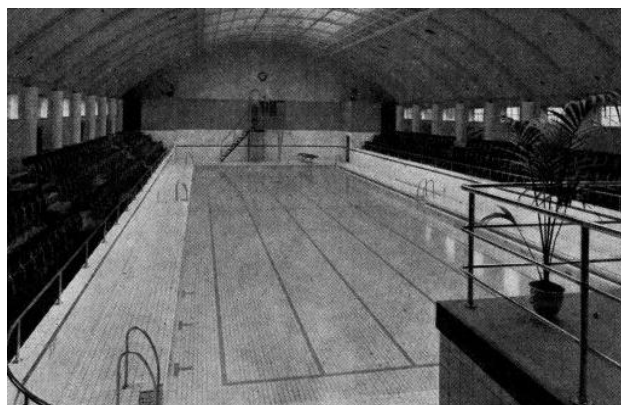
Las primeras piscinas construidas eran pequeñas naves que permitían alojar el vaso y unas cabinas para el cambio de vestuario. Este tipo de instalación fue el que se construyó por las principales ciudades de toda Inglaterra hasta principios del **siglo XX**.



4. Greenwich Swimming Baths, 1905.

En la década de 1930 se produjo un cambio fundamental en la concepción de las piscinas cubiertas respecto a las instalaciones acuáticas anteriores. A partir de este momento las piscinas cubiertas presentaron un carácter totalmente distinto. La dedicación a la competición y el entrenamiento era prioritaria, luego se primaba la enseñanza, y en último lugar quedaba el uso lúdico y la recreación. Esta década fue la época dorada para estas instalaciones ya que se construyó un gran número de piscinas por todo el país.

La construcción de piscinas cubiertas se extendió por toda Europa Central, por los países que gozaban de mayor cultura deportiva. Se comenzaron a construir piscinas cubiertas desde mediados del siglo XIX. Sin embargo, también fue a partir del cambio en la concepción de las piscinas cubiertas de 1930 cuando realmente proliferó su construcción. Así, se construían piscinas públicas destinadas principalmente a grupos escolares que acudían a aprender a nadar o a nadadores que acudían a entrenar. Los intervalos de uso eran cortos, ya que el fin perseguido era el ejercicio físico y no se concebía una permanencia prolongada. El uso lúdico y recreativo de las instalaciones acuáticas había quedado olvidado.



5 Coatbridge Swimming Baths, 1938

En países con un clima más benévolo, como era el caso de España, se seguía concibiendo el baño de otra manera. Se construían piscinas descubiertas ligadas a un uso recreacional en la época estival y tardó algo más de tiempo en popularizarse la natación como actividad deportiva.

En nuestro país, la ciudad pionera en la difusión de la natación como deporte y la construcción de instalaciones para su práctica fue Barcelona.

Allí se fundó el primer club de natación en 1907 y se construyó la primera piscina cubierta en 1923, casi con un siglo de retraso respecto a Inglaterra. A partir de ese momento y hasta nuestros días la natación ha experimentado una evolución trascendental. El número de personas que practican este deporte ha ido en ascenso y con ello la demanda de instalaciones por parte de los usuarios. Así, las piscinas cubiertas han sido uno de los equipamientos deportivos claves en los últimos 20-30 años en nuestras ciudades.

### 1.2. Las piscinas cubiertas en España

A pesar de la **menor tradición** en la construcción de piscinas cubiertas en España frente a otros países europeos, estas instalaciones acuáticas se han convertido en la actualidad en un espacio fundamental dentro de los municipios. Antes de la construcción de las primeras piscinas cubiertas en España, existían piscinas al aire libre, pero centraremos el estudio en los vasos de piscina en recinto cerrado por su mayor interés constructivo y tecnológico.

Las piscinas cubiertas son instalaciones muy significativas hoy en día y presentan multitud de características propias a tener en cuenta tanto en la etapa de diseño como en las de construcción y mantenimiento, que hacen interesante su estudio pormenorizado. Además las piscinas cubiertas son las preferidas por los usuarios al poder ser utilizadas durante todo el año en toda nuestra geografía.

La primera piscina cubierta se construye en 1923 y a partir de los **años 30** las principales ciudades van contando con equipamientos de este tipo. Estas primeras piscinas aún no presentaban un carácter deportivo como las que se construían en esa época en Inglaterra.



6. Piscina La Isla, Madrid 1931. Luis Gutiérrez Soto.

En la imagen anterior se muestra una de las primeras piscinas cubiertas construidas en nuestro país. La instalación se construyó junto a un gran espacio recreativo y su uso era más lúdico que deportivo. Podemos encontrar más ejemplos interesantes de mediados de siglo XX, pero en realidad la construcción de estas instalaciones tardó en popularizarse.

El primer gran boom en nuestro país se produce en la **década de los 80**, ya que se construyen gran cantidad de instalaciones deportivas municipales. Es en ese momento cuando las instituciones comienzan a preocuparse por crear un plan general que garantice la distribución homogénea de instalaciones deportivas por el territorio para facilitar la accesibilidad a toda la población. Además en el ámbito privado, es a partir de los años 80 cuando numerosos clubs deportivos en los que se practicaban distintas disciplinas, comienzan a incluir también en sus instalaciones piscinas cubiertas.

Así, la mayor parte de piscinas cubiertas de nuestro país son equipamientos de creación más o menos reciente, construidas en los últimos 30 años.



En la **última década** está aconteciendo un segundo momento de éxito para las instalaciones deportivas, tanto de gestión pública como de gestión privada. La rentabilidad económica de estas instalaciones, que cada vez cuentan con mayor número de usuarios ha despertado el interés de inversores privados en este tipo de equipamientos. Las piscinas cubiertas están sufriendo un nuevo cambio en su concepción, combinando el carácter deportivo que venía siendo habitual desde la segunda mitad del S.XX con instalaciones en su interior dedicadas al ocio y el relax.

El motivo de este segundo boom es que son de sobra conocidos los aspectos positivos del deporte a nivel personal, mejorando la salud y el modo de vida, ya que ayuda a mantenerse en forma tanto física como psicológicamente. El valor añadido de las piscinas cubiertas es que además del uso deportivo, sus posibilidades de aprovechamiento son muy amplias, incluyendo un enfoque educativo, terapéutico y recreativo. Además destaca el amplio rango de edad de los usuarios, ya que da servicio a la totalidad de la población, desde los bebés y los niños a las personas adultas y ancianos.



7. Hidroterapia en una piscina cubierta

Así pues, la piscina cubierta es un equipamiento deportivo con el que la mayor parte de ciudadanos ha tenido contacto en algún momento debido a la popularidad que tiene la natación como deporte o a los distintos usos lúdicos o terapéuticos asociados al agua.

En cuanto a la **normativa** que regula este tipo de instalaciones en nuestro país, el estado ha transferido a las distintas comunidades autónomas las competencias en materia de instalaciones acuáticas. Así, cada una de las comunidades autónomas ha elaborado su reglamento que establece las condiciones higiénico-sanitarias que deben tener las piscinas de uso colectivo. En Aragón se deberá cumplir lo establecido en el "Decreto 50/1993, de 19 de mayo, Diputación General de Aragón, por el que se regulan las condiciones higiénico-sanitarias de las piscinas de uso público". La normativa va enfocada a establecer las condiciones mínimas de calidad del agua y las condiciones mínimas para el proyecto, ejecución y mantenimiento de las piscinas.

### 1.3. Las nuevas piscinas

Con la entrada del **nuevo siglo**, el concepto de piscina cubierta tradicional está dejando paso a un nuevo tipo de instalación en el que conviven distintos usos. Junto a los vasos deportivos y de enseñanza encontramos en gran número de ocasiones los circuitos termales o las piscinas de sensaciones. Éstos se han convertido en un complemento imprescindible. Asociados al bienestar, al relax y a la salud captan un nuevo perfil de usuario. Aparecen así los **balnearios urbanos**, dirigidos a un público nuevo, donde el baño queda vinculado al placer.

De esta manera la evolución que han sufrido las piscinas cubiertas deja a un lado la concepción inicial de estos equipamientos como lugar de entrenamiento y competición. Si este fue el uso prioritario desde el momento en el que se popularizó su construcción en Europa en la década de 1930, las piscinas que se construyen hoy en día ya no son piscinas dedicadas exclusivamente a la práctica deportiva. El tipo de piscina actual es una piscina de uso mixto, con una zona dedicada a la práctica deportiva, pero en la que las instalaciones y complementos dedicados al relax gozan cada vez de mayor protagonismo.



8. Piscina en Club de Campo de Zuasti, Francisco Mangado

Así, la tipología de piscinas que se construyen con mayor frecuencia en la actualidad tanto en el ámbito privado como en el público, cuentan con un vaso estándar de 25 metros para la práctica de la natación, un vaso de enseñanza de menores dimensiones y una zona anexa de balneario urbano.

En cuanto a las **piscinas deportivas** de altas prestaciones, hoy en día no es frecuente su construcción. Resulta difícil rentabilizar la inversión ya que están dedicadas únicamente al espectáculo deportivo.

Hasta ahora se construían grandes piscinas con motivo de las citas deportivas más importantes como es el caso de los mundiales de natación o los juegos olímpicos. Sin embargo, los avances tecnológicos para la construcción de estas instalaciones, han permitido la creación de grandes piscinas temporales en el interior de otros recintos deportivos. Así, para las grandes citas deportivas, una alternativa interesante que está comenzando a implantarse en la actualidad es la construcción de las vasos de piscina desmontables mediante paneles prefabricados.



9. Piscina en Velódromo de Berlín

Así, podemos apreciar en la imagen la construcción de una instalación de este tipo en el interior del Velódromo de Berlín con motivo de los campeonatos de Europa de natación de 2014.

## 2. Aspectos generadores del proyecto. El lugar y el programa de necesidades

### 2.1. Aspectos territoriales y tipológicos

La programación de los equipamientos deportivos debe formar parte de un proceso general de **transformación del territorio**. Su construcción supone la introducción de un nuevo foco de actividad en la trama urbana. Así, en su planificación, se deberá conocer el área de influencia y valorar la oferta existente, teniendo en cuenta que existen notables diferencias en este aspecto entre el servicio que prestan a la población los equipamientos deportivos de base y los equipamientos de altas prestaciones dedicados al espectáculo.

Históricamente las piscinas cubiertas se encontraban en el área extraurbana de la ciudad, ligadas a instalaciones para practicar otras disciplinas deportivas y a amplias zonas verdes. Estos centros deportivos se repartían por las zonas periurbanas de manera que se trataba de crear un sistema deportivo territorial, homogéneo y accesible. En este sistema existían áreas de programación deportiva repartidos en distintas zonas.

La escala de estas áreas deportivas era diferente en función del área territorial de influencia. Se debían conocer de forma precisa todas las características sociales y espacio-temporales de la zona de influencia para estimar la demanda presente y futura de la instalación. Así, en función de esto se decidía la tipología de la instalación, que condicionaba su uso posterior, ya que según las características intrínsecas de ésta permitía realizar una serie de actividades u otras.

En la actualidad debido al aumento en la demanda de servicios deportivos y a la extensión de nuestras ciudades, la ubicación de estas instalaciones se ha visto afectada y es frecuente verlas integradas en la trama urbana. El perfil de usuario también se ha visto modificado y si antes el nivel de actividad en

estas instalaciones estaba directamente relacionado con el porcentaje de población activa, hoy el rango de usuarios es muy amplio.

Hoy en día, estas instalaciones se acercan al ciudadano para facilitar el uso diario por todo tipo de personas, de niños a ancianos. A pesar de ello, será fundamental dentro de la planificación territorial el análisis del lugar desde el punto de vista de la accesibilidad. La importancia de esto radica en conseguir una distribución equilibrada de usuarios entre todas las instalaciones. De este modo se evita que unas piscinas puedan presentar problemas de escasa afluencia de usuarios y otras problemas por exceso de aforo.

El correcto análisis de la **zona de influencia** determinará la tipología de piscina necesaria y si la actividad prevista justifica social y económicamente la inversión en realizar el equipamiento. Se establece como cifra ideal para lograr el equilibrio entre la rentabilidad económica y un servicio de calidad el contar con una piscina cubierta cada 25.000 habitantes, ya que una población inferior no garantiza la rentabilidad de la instalación debido al alto coste de construcción y mantenimiento. En España contamos de media con una piscina cubierta por cada 50.000 habitantes, lo que explica la saturación que sufren estos equipamientos en la mayor parte de nuestras ciudades.

Estas cifras de población ideal por equipamiento hacen referencia a las instalaciones municipales, ya que existen situaciones particulares dentro del ámbito semiprivado que justifican la construcción de piscinas cubiertas que generalmente son un complemento a otra actividad principal, como es el caso de piscinas en hoteles o colegios.

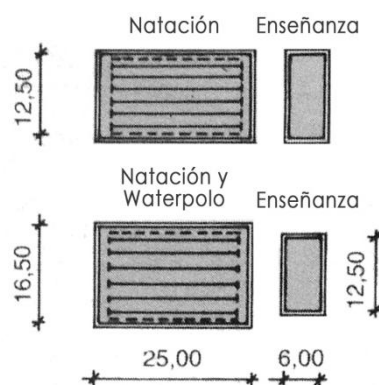
En cuanto a la **tipología de la instalación**, se definirá tras la correcta interpretación del análisis del área de influencia y el nivel de actividad. Esto determinará el tamaño del vaso, ya que existen una serie de medidas preestablecidas y cada una de ellas está indicada para acoger distintos usos. Además en función del número de habitantes del área de influencia será recomendable recurrir a vasos de un tamaño u otro para garantizar la rentabilidad de la inversión. La siguiente tabla muestra los tamaños óptimos en función del número de usuarios previsto.

| Tipo de instalación (Medidas vaso) | Número de Usuarios previstos | Población área de influencia |
|------------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| 16,66 x 8 metros                   | 1300/1500                    | 6500/37500                   |
| 25 x 12,5 metros                   | 2000/2500                    | 10000/62500                  |
| 25 x 12,5 metros + 12,5 x 6 metros | 3000/3300                    | 15000/82500                  |

Estas son las dimensiones más frecuentes de los vasos en las instalaciones que se construyen en la actualidad. La primera de ellas es la tipología mínima de vaso existente y se propone con el intento de reducir al máximo los costes de construcción y mantenimiento, aproximadamente se reducen estos costes una tercera parte frente a los vasos de 25 m. Su finalidad es promover el aprendizaje de la natación en pequeños centros urbanos para los que sería imposible hacer frente a una intervención de escala mayor. Así, este tipo de instalación permite el uso simultáneo a un máximo de 40 usuarios, lo equivalente a unas dos clases escolares. Es poco frecuente como instalación municipal, ya que normalmente en zonas rurales se opta por construir piscinas cubiertas en ciudades que actúan como centro de región. Así se amplía el área de influencia a las poblaciones cercanas y resulta rentable la construcción de un vaso de 25 m.

Respecto al ancho de los vasos de 25 metros, existen dos medidas posibles, de 12,5 metros o de 16,5 metros. El ancho de 12,5 metros es para piscinas de 6 calles y el de 16,5 para 8 calles. Ambos vasos permiten la práctica de la natación y la realización de competiciones, pero la diferencia fundamental es que la variante de 16,5 m. está homologada para la práctica del waterpolo y la de 12,5 m. no.

Si el número de usuarios es suficiente, el vaso principal se acompaña de un vaso de enseñanza que tiene unas dimensiones estándar de 12,5 x 6 metros. La polivalencia de en las piscinas cubiertas es fundamental para asegurar una buena relación coste/beneficio. Por ello la solución tipológica tradicional es la de un vaso principal de 25x16,5 o 25x12,5 m. acompañado de un vaso de enseñanza de 12,5x6 m. ya que es una solución que ofrece gran versatilidad de uso.

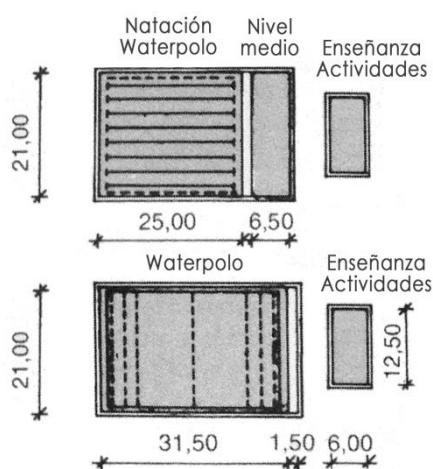


10. Esquema tradicional de vaso principal y de enseñanza

En el caso de instalaciones deportivas de altas prestaciones lo habitual es contar con vasos de 50x21 metros o 50x25 metros. Esta tipología de vaso no es habitual en la actualidad porque requiere de una cantidad de usuarios muy elevada para rentabilizar su construcción, por lo que solo se construyen para grandes eventos deportivos o en clubs privados con gran trayectoria en la práctica de la natación.

Lo mismo ocurre en la actualidad con las piscinas de saltos, ya que requiere la construcción de un vaso para un tipo de usuario muy especializado.

Existe una opción intermedia entre el vaso de 25 m. y el de 50 m. que resulta muy interesante por la cantidad de usos simultáneos que puede albergar, aunque también requerirá de un área de influencia considerable. Consiste en la construcción de un vaso de 33x21 metros acompañado de un vaso de enseñanza de 12,5x6 metros. La gran versatilidad la aporta un pontón móvil de 1,5 m. de ancho que permite dividir el vaso de 33 m en dos partes. Así se crea una piscina de 25x21 m. para la práctica de la natación y una piscina de 21x6,5 m. que permite a los principiantes dar un paso intermedio entre el vaso de enseñanza y la zona principal. Si el fondo es en pendiente esta será la zona menos profunda, además la cercanía de las orillas dará mayor confianza al usuario. La justificación de esta solución además de su polivalencia es que las dimensiones de los vasos homologados para competiciones de primer nivel de Waterpolo deben ser como mínimo de 33x21 m.



11. Esquema polivalente alternativo, vaso de 33 metros

Las **primeras piscinas** cubiertas construidas a finales del siglo XIX y principios del XX no se ajustaban a estas medidas establecidas posteriormente. Eran vasos de menor tamaño a los que se les daba un uso predominantemente recreativo, pero el uso deportivo de estas instalaciones fue rápidamente ganando popularidad cuando se comenzaron a disputar en ellas las primeras competiciones.

La década de 1930 es la época de oro en la construcción de piscinas en el Reino Unido, país pionero en la difusión de la natación como deporte. En este momento se produce la transformación tipológica y esos recintos que acogían vasos de pequeño tamaño se transforman en grandes **instalaciones deportivas**. Se construyen numerosas piscinas cubiertas en las que la prioridad absoluta era la competición y el entrenamiento. Era frecuente que estas instalaciones contaran con zonas profundas para saltos como se aprecia en la siguiente imagen y con vasos de enseñanza. Las dimensiones de los vasos principales en estas piscinas pioneras era de 100x35 pies, es decir unos 30x10 metros.



12. The new Crewe swimming baths, 1938

La piscina que se muestra en la imagen anterior es una de las más representativas que se construyeron en la década de 1930 en el Reino Unido. Una instalación polivalente, con un vaso de enseñanza, y uno principal con zona de saltos. Contaba con una tribuna volada sobre el vaso de enseñanza, en el extremo opuesto a la zona de saltos.

Esta tipología de piscina deportiva gozó de gran popularidad en toda Europa y es la que llegó a nuestras ciudades en las últimas décadas del siglo XIX. Hasta entonces las instalaciones municipales deportivas eran escasas y las piscinas se construían generalmente ligadas a clubs deportivos que contaban ya con cierta tradición y con instalaciones para la práctica de otras disciplinas deportivas.

## 2.2. Programa de usos y necesidades.

El aspecto más destacable a la hora de construir una piscina cubierta es que su diseño responda a unos **criterios de funcionalidad y sostenibilidad**, tanto a nivel económico como medioambiental. Como ya se ha indicado en el apartado anterior será necesario desde el primer momento saber a qué público va dirigida la piscina y para que va a ser utilizada. Así, mediante la correcta planificación de la instalación quedarán satisfechas las demandas y necesidades de los distintos perfiles de usuarios.

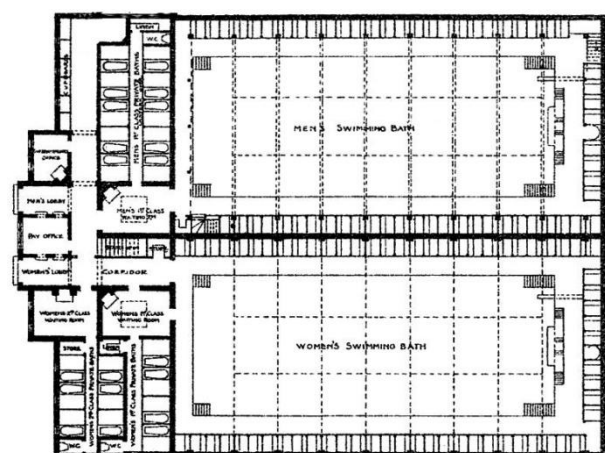
La construcción de una piscina cubierta supone reproducir de forma artificial las condiciones de una cuenca de agua en condiciones de higiene y seguridad. Esto ya supone para el arquitecto enfrentarse a un problema complejo desde el punto de vista técnico y constructivo. Además de esto las piscinas cubiertas son unas instalaciones que

han ido ganando en complejidad conforme han ido evolucionando, acogiendo usos diversos. Así, será fundamental que estas instalaciones cuenten con una planta bien articulada para el correcto desarrollo de la actividad en todos los niveles.

Desde su origen a mediados del siglo XIX las piscinas cubiertas han sufrido una gran **evolución** en todos los aspectos y también en cuanto al programa y a la planta tipo.

En las primeras instalaciones se accedía directamente desde el exterior al recinto del vaso, apenas existía un filtro previo donde se realizaba el control de acceso.

Era en los laterales del propio recinto del vaso donde se ubicaban una serie de cabinas individuales para que los usuarios se cambiaran de vestuario. Así, el espacio dedicado a accesos, circulaciones y servicios era mínimo. El único objetivo era crear una nave de dimensiones suficientes para alojar las el vaso de la piscina. Había instalaciones que contaban con dos vasos para realizar un separación entre sexos, como se aprecia en la siguiente imagen.



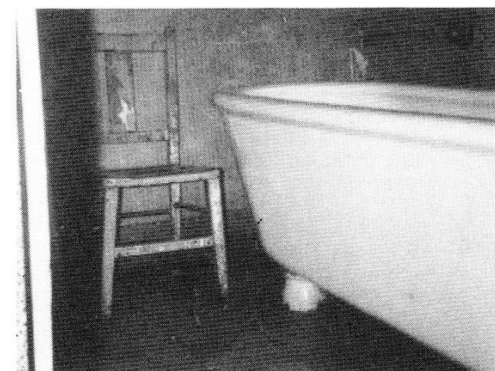
13. Coventry Swimming Baths 1896

En cuartos anexos al recinto del vaso se ubicaban las salas de tratamiento del agua, tanto las de depuración mediante filtros de arena como las de climatización mediante calderas tradicionales.



14 Coventry Swimming Baths 1896

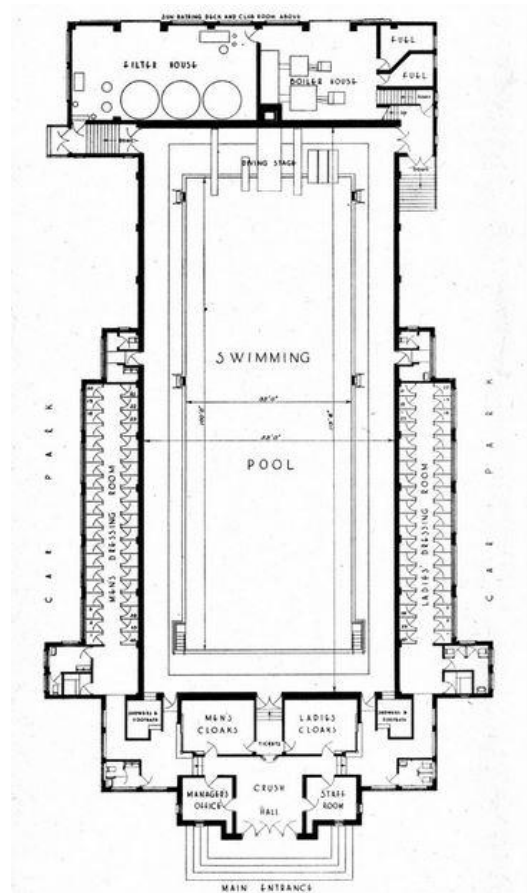
En estas primeras instalaciones se combinaba el uso deportivo con el recreativo, por lo que existían también unas zonas de descanso. Estas eran unas zonas de baño privadas, que contaban con una serie de bañeras de agua caliente, denominadas slipper baths, en las que los usuarios podían descansar.



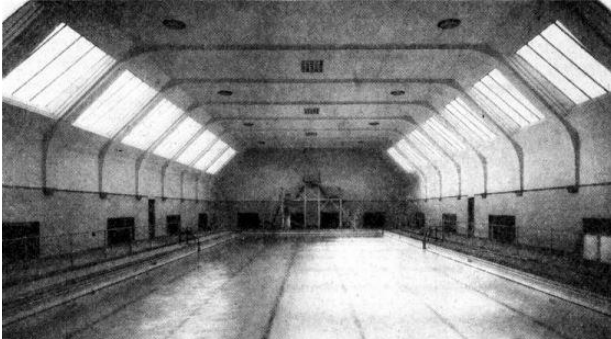
15. Slipper bath, Coventry Swimming Baths 1896

Esto desaparecería más adelante con la transformación de las piscinas en instalaciones donde predominaba el uso deportivas.

La primera transformación de esta organización inicial se produce en la década de 1930 con la aparición de las piscinas deportivas. El principal cambio notable es el cambio de escala del recinto del vaso ya que el vaso de las piscinas adquiere una mayor dimensión, siendo lo más usual 30x10 metros. En cuanto a la organización en planta el principal cambio viene producido por la separación de las cabinas de vestuario del recinto del vaso. Así, el acceso ya no se produce directamente desde el exterior al recinto del vaso, sino que al igual que sucede en las piscinas actuales, se accede en primer lugar a la zona de vestuarios y de ésta al recinto del vaso.



16. Tornaby on Tees Swimming Baths 1937

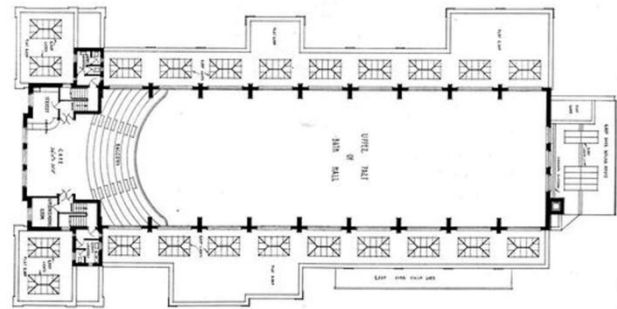


17. Tornaby on Tees Swimming Baths 1937

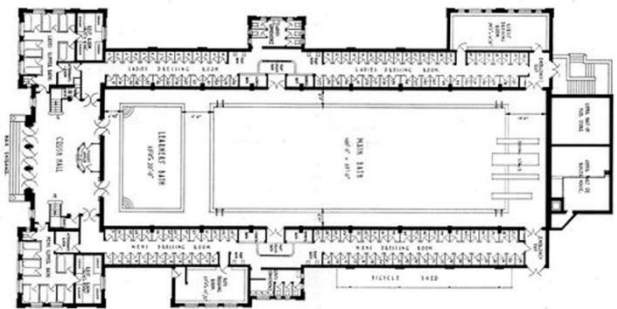


18. The new Crewe swimming baths, 1938

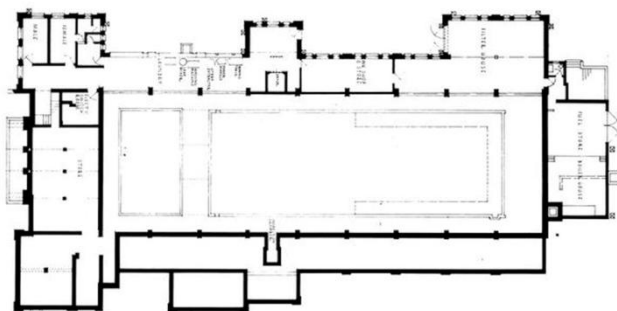
En el plano anterior se aprecia como además al convertirse la piscina en un equipamiento deportivo desaparecen los espacios de descanso y baño privado. En este caso aún se desarrolla todo el programa en una planta, siguiendo la organización tradicional, con la zona de acceso en un extremo, los cuartos de tratamiento de agua en el otro y los vestuarios en los laterales.



El siguiente paso en la evolución de estas piscinas fue la división del programa en distintas plantas. Así, se mantenía el vaso en la planta de acceso, con los vestuarios en los laterales, pero aparecía un sótano que albergaba los cuartos de instalaciones. Además, en caso de que la piscina contase con tribunas para el público, éstas se ubicaban en una planta superior.



Así, el fondo del recinto se libera de las grandes salas de calderas, pero sigue existiendo una disposición longitudinal con el acceso en un extremo y con los dos laterales del vaso ocupados por los vestuarios, ya que para realizar la distinción por sexos se colocaba el masculino a un lado del vaso y el femenino al otro. De esta manera seguía sin haber relación visual con el exterior. Las aberturas seguían apareciendo en la cubierta o en la parte superior de las paredes laterales.

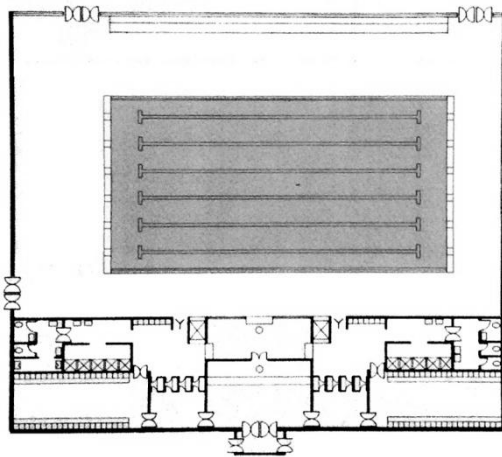


19. The new Crewe swimming baths, 1938



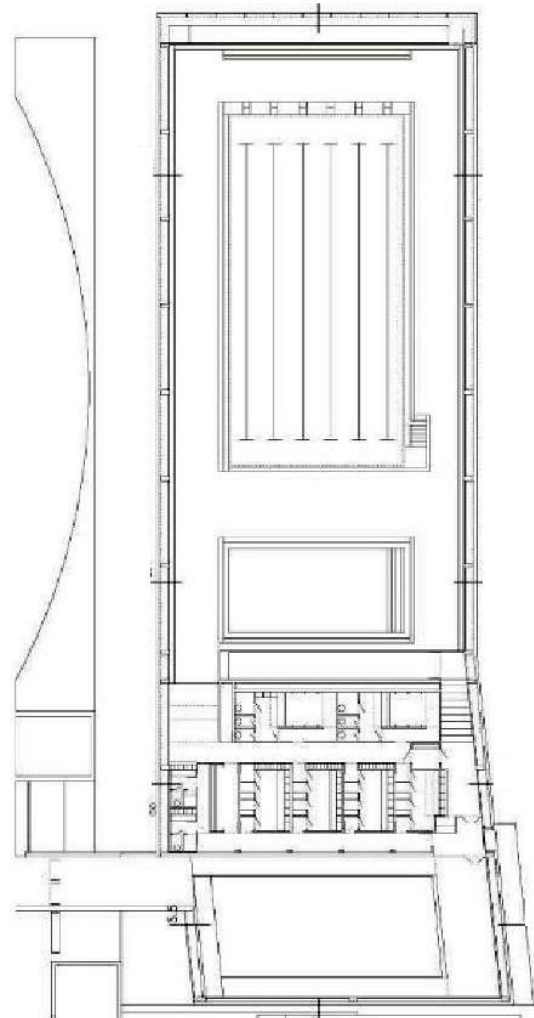
Finalmente el cambio más importante en planta se produce cuando se agrupan los vestuarios de ambos sexo. De esta manera se concentran todos los vestuarios y servicios en una misma pastilla longitudinal, liberándose los demás laterales del recinto. Así, se logra la apertura de huecos laterales para favorecer la captación solar y la relación visual con el exterior. También se produce un gran cambio en la relación existente entre el tamaño de la superficie del vaso y la de las playas, teniendo estas últimas una presencia más destacada.

La disposición más común para la organización de piscinas a partir de la segunda mitad del siglo XX y hasta nuestros días es la que se muestra en el siguiente esquema. Se incluiría un sótano para albergar todos los cuartos de instalaciones y en caso de contar con tribuna de espectadores, esta se ubicará en el piso superior, sobre de la pastilla de vestuarios.



20. Organización de piscina desde segunda mitad S. XX

Una variante interesante sobre todo para los casos en los que no se dispone de tribuna de espectadores es colocar el paquete de vestuarios y servicios en uno de los lados cortos, como vemos en el siguiente ejemplo.



21. Piscina en San Fernando de Henares, Mansilla y Tuñón

Esta alternativa permitirá aprovechar al máximo la radiación solar según la orientación del edificio, al ser la que permite abrir la mayor superficie de huecos en las fachadas. En el caso concreto de la piscina en San Fernando de Henares, la pastilla de vestuarios se orienta a norte y los otros tres lados son totalmente acristalados.

Así se consigue la máxima relación visual con el exterior si bien los dos lados largos, este y oeste, se protegen por medio de una celosía.



### 3. Tecnología y construcción. Elementos propios de una piscina cubierta

#### 3.1. El vaso de la piscina

El vaso puede considerarse el elemento constructivo fundamental de una piscina, por ello gran parte del análisis constructivo se basará en las distintas alternativas existentes para su construcción, valorando la evolución de las distintas soluciones a lo largo del tiempo. Se analizará en este apartado la construcción del propio vaso y los elementos de su entorno inmediato, como pueden ser el rebosadero o las playas.

El vaso es el elemento contenedor del agua, por lo tanto deberá garantizarse su estanqueidad evitando fugas que puedan poner en peligro la estabilidad del conjunto y deterioren la instalación. Deberá resistir además los esfuerzos internos del empuje del agua y su propio peso. Cabe reseñar que en la construcción del vaso de la piscina, se deberán dejar previstos los taladros necesarios para las instalaciones de depuración, iluminación, desagüe y cualquier otro elemento que pudiera ir empotrado en el fondo o las paredes del mismo.

En cuanto a las técnicas constructivas y los materiales usados para la construcción de los vasos de piscina y los elementos de su entorno se ha vivido una evolución en la que todavía estamos inmersos. Si bien el fondo del vaso se ha construido siempre como una losa hormigón armado, las paredes so han sufrido variaciones en la técnica constructiva con el paso del tiempo. Así, se muestran a continuación las distintas técnicas, desde las más tradicionales como eran construcción con bloques de hormigón o piezas de fábrica hasta nuevas técnicas, basadas en elementos modulares prefabricados, que han empezado a usarse recientemente y gozan ya de gran aceptación.

Los vasos de las primeras piscinas se construían con **bloques de hormigón** o incluso con fábrica de ladrillo si eran de pequeño tamaño. Las principales ventajas de estos sistemas eran su economía y su facilidad de construcción. Los bloques de hormigón se utilizaban como encofrado perdido, ya que debían armarse para soportar los esfuerzos de flexión y posteriormente se rellenaba con hormigón los huecos de los bloques. Los bloques de hormigón presentan una estructura porosa y se debía aplicar un enfoscado de mortero hidrófugo que garantizase la estanqueidad. A pesar de ello, eran frecuentes los problemas por aparición de grietas y fugas de agua y actualmente están en desuso.



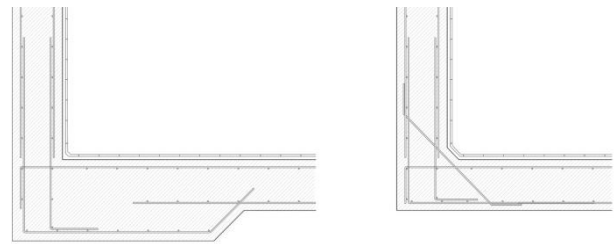
22. Sección de pared de bloques de hormigón

Tras estas primeras experiencias, en las que se comprobó la dificultad de garantizar la estanqueidad de los materiales porosos con la capa de enfoscado hidrófugo, se pasó a la construcción del vaso con **hormigón armado**. Éste es sistema es el más utilizado actualmente en la construcción de piscinas cubiertas, ya que cuenta con múltiples antecedentes y está más que probado el buen funcionamiento de la instalación. Se realiza en este material el armazón del fondo y las paredes del vaso, sobre los que se aplicará una capa de mortero de regularización para permitir el correcto agarre de los elementos de revestimiento finales que garantizarán el confort y la seguridad de los usuarios.



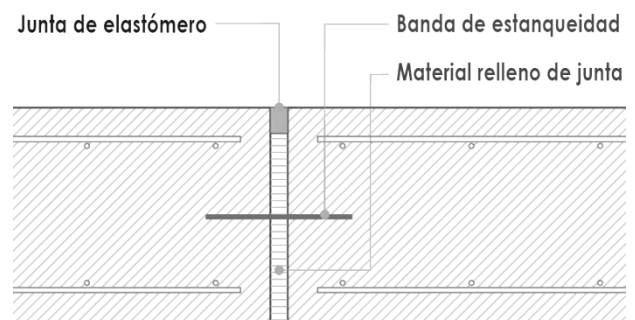
23. Sección de pared de hormigón armado

Es importante conocer la distribución de esfuerzos para armar correctamente las distintas caras del vaso. Los mayores momentos se concentran en el encuentro de las paredes con la losa y por ello es frecuente realizar un refuerzo en dicha unión.



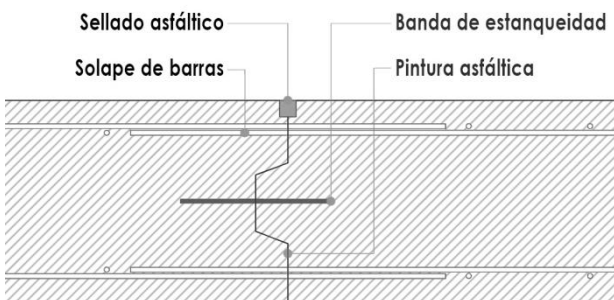
24. Refuerzo en unión muro losa

En la construcción de piscinas de hormigón armado se debe prestar especial atención a **las juntas**, que deberán incorporar elementos impermeabilizantes. Lo ideal sería realizar todo el hormigonado de una vez, pero lo normal es hacer la ejecución por fases, de manera que aparecen juntas de ejecución. Además, si el tamaño del vaso es considerable, será necesario también disponer de juntas de dilatación. En el caso de disponer juntas de dilatación, se resuelven con una junta de elastómero y se atraviesan con una banda de estanqueidad que habitualmente son de neopreno o PVC.



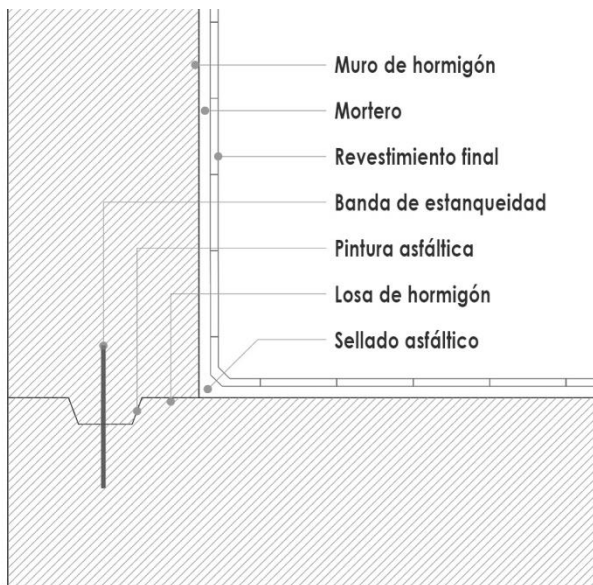
25. Detalle de junta de dilatación

Para el tratamiento de las juntas de hormigonado lo más habitual es disponer también de las bandas de estanqueidad, que atraviesen la junta, además se puede realizar una unión machihembrada o en z que dificulte las fugas. Se aplicará además un sellado asfáltico que impida las fugas de agua.



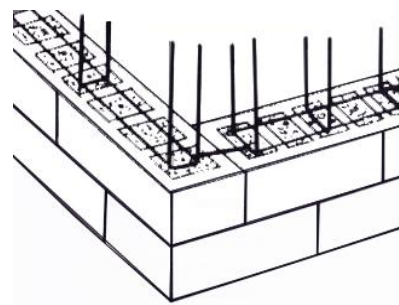
26. Detalle de junta de ejecución

Se deberán tratar también con especial cuidado los encuentros entre los distintos elementos de hormigón, como son los muros en las esquinas o los muros con la losa, donde también aparecerán juntas de ejecución que se resolverán de la siguiente manera.

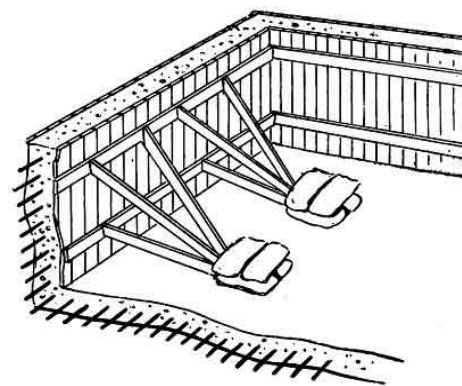


27. Detalle junta muro-losa

Todo este tratamiento especial de las juntas busca trabar al máximo las distintas superficies de hormigonado. Así, se consigue una solución de continuidad para que el conjunto trabaje como un todo único. A pesar de ello los fallos y fugas que aparecen en las piscinas que no son de una sola pieza tienen su origen habitualmente en las juntas, así, aunque se les preste especial atención y se aplique un tratamiento de impermeabilización, la protección será más eficaz cuantas menos juntas existan. Esto pone en evidencia que la construcción de los vasos de piscina de mampostería, fábrica de ladrillo o bloques de hormigón tendrán una mayor facilidad para presentar fallos en este aspecto debido al gran número de discontinuidades existentes.



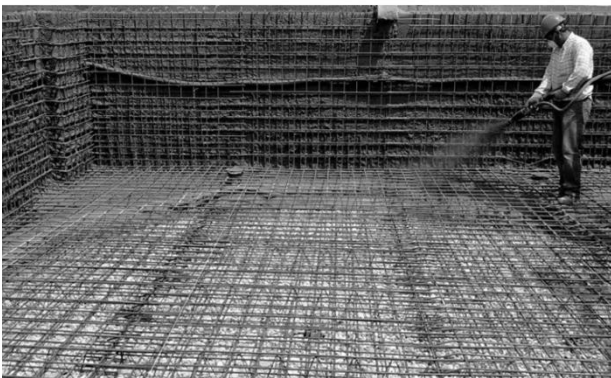
28. Juntas es vaso de bloques de hormigón



29. Construcción de vaso de hormigón armado

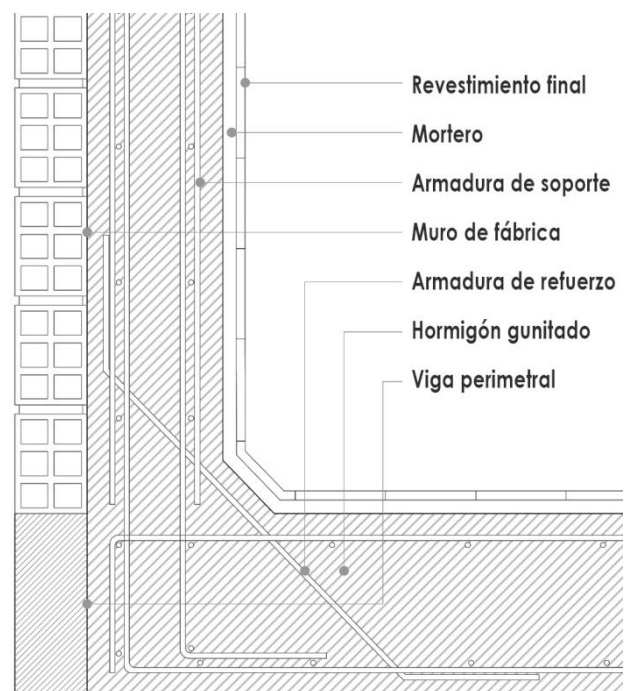
Además de todas las consideraciones previas, para asegurar la estanqueidad del vaso, el hormigón deberá tener una relación agua-cemento baja. Con esto se busca conseguir un hormigón con mayor compacidad, que hará que al contener una cantidad mínima de huecos o porosidades, las vías de penetración del agua sean también mínimas.

Existe otro método constructivo para la ejecución de vasos de piscinas de hormigón, que es el **gunitado**. La principal ventaja de este método constructivo es que elimina las juntas de ejecución. Es un sistema utilizado sobre todo para la realización de piscinas con formas irregulares por su versatilidad para realizar formas libres, que serían muy costosas de resolver con hormigón armado tradicional por el encarecimiento de los encofrados. El gunitado consiste en proyectar hormigón mediante una tubería de impulsión contra un soporte sobre el que se colocan las armaduras, que tendrá la forma del vaso. Normalmente se realiza un muro de ladrillo con la forma del vaso que hará de encofrado perdido. Sobre éste se apoyan las armaduras, que conformarán el esqueleto sobre el que se proyectará el hormigón hasta alcanzar el espesor deseado.



30. Construcción de vaso de hormigón gunitado

Como se aprecia en la imagen se realiza de manera monolítica el fondo y las paredes. Bien es cierto que para vasos de tamaño considerable es muy complicado realizar la ejecución de una vez, por tanto la ausencia total de juntas sólo se conseguiría para vasos de tamaño medio.



### 31. Sección vaso de hormigón proyectado

Destaca además de la ausencia de juntas y la libertad formal, la rapidez de ejecución de este método, aunque se necesitará mano de obra experimentada, ya que es un operario el que maneja de forma manual la lanza de impulsión.

Un ejemplo de construcción del vaso en una piscina cubierta mediante hormigón gunitado es la Piscina cubierta en Iurreta, cuyo vaso se construye directamente contra el terreno con un encofrado perdido de ladrillo.

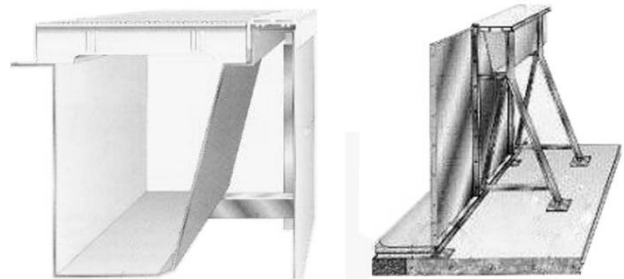


Tras los métodos de construcción con más tradición pasamos a tratar la construcción **modular con paneles**. Una técnica constructiva reciente, que está comenzando a imponerse en la actualidad y promete ser el método más popular en un futuro próximo para la construcción de piscinas. Consiste en una sucesión de paneles prefabricados que se montan y ensamblan en obra y cuya estanqueidad la debe garantizar el acabado final. Los paneles pueden ser de distintos materiales, pero las más habituales son de chapa de acero o de hormigón prefabricado. La principal ventaja es la posibilidad de construir el vaso de forma rápida y eficaz. El fondo del vaso, lo constituye una solera de hormigón que se realiza in situ. La solera se ejecuta una vez que los paneles están ya colocados, para solidarizar todo el conjunto. Una vez se tiene el armazón del vaso, se procede a sellar las juntas entre los distintos paneles, para posteriormente aplicar las sucesivas capas de revestimiento y acabado final.



32. Ejecución de solera con paneles de hormigón ya colocados

En el caso de las piscinas modulares de acero es necesario incorporar en el montaje una serie de contrafuertes diagonales que arriostran el vaso y transfieren los esfuerzos a la base, ya que el espesor de los paneles es del orden de 2 mm y no son autoportantes como ocurría con los paneles de hormigón. En este tipo de solución constructiva es muy frecuente que la impermeabilización se confíe a una lámina de PVC que recubre todo el vaso y conforma el acabado final, aunque se puede optar por todo tipo de acabados.



33. Sistemas de paneles metálicos

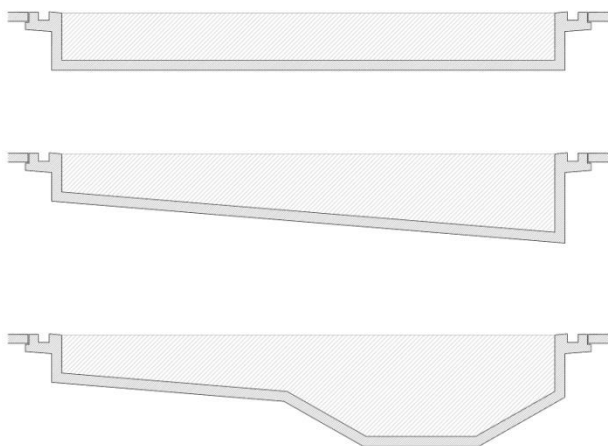
Como muestra del potencial futuro de estos sistemas en los campeonatos del mundo de natación en Barcelona 2013 se construyó una piscina temporal en el interior del Palau Sant Jordi mediante paneles modulares metálicos.



34. Piscina de paneles metálicos en el Palau Sant Jordi

### 3.1.1. El fondo del vaso

El diseño del fondo del vaso caracteriza la sección de la piscina y depende sobre todo del uso que se le pretende dar a la misma. También se tendrán en cuenta criterios técnicos y económicos, ya que cuanto más profundidad le demos al vaso, será mayor el volumen de agua a tratar y por tanto se elevará el coste de mantenimiento de la instalación. Así, se deberá optar por el principio de **mínimo volumen y máximo aprovechamiento**. Las posibilidades existentes son fondo uniforme, en rampa o en cuchara.

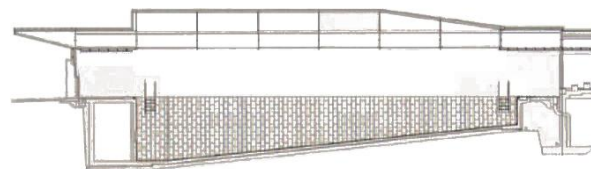


35. Posibilidades para el diseño del fondo

Lo más habitual hoy en día es la construcción de piscinas de fondo uniforme de profundidad entre 1,30-1,50 metros. Es cierto que no serían piscinas deportivas homologables para competiciones de natación o waterpolo, en las que se exigen profundidades mínimas en torno a 2-2,20 metros, pero se consigue desarrollar perfectamente la práctica de la natación, con un volumen de agua mucho más contenido. Estas piscinas de fondo uniforme obviamente no son totalmente planas sino que disponen de una pendiente mínima hacia una o varias tomas de desagüe que permiten vaciar el vaso cuando sea

necesario. La pendiente mínima se establece en la normativa, que en el caso de Aragón según el "Decreto 50/1993, de 19 de mayo" es de un 2,5 %. Esta normativa también establece una pendiente máxima que será de un 10 % en profundidades menores de 1,60 metros y de un 30 % para profundidades superiores. Como se ha dicho el diseño del fondo depende del uso, así, un diseño en cuchara podría permitir realizar en el mismo vaso una zona habilitada para saltos y otra donde los usuarios podrían hacer pie.

En la imagen que se muestra a continuación podemos ver una piscina con vaso en rampa, construida en un centro de entrenamiento de la Ertzaintza que permite combinar la natación con prácticas de buceo y labores de salvamento acuático.

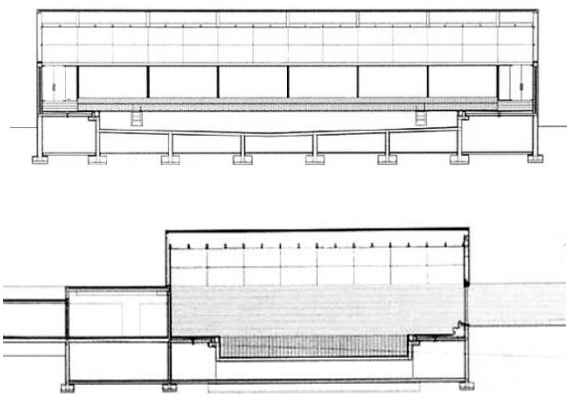


36. Piscina en lurreta, ACXT arquitectos

En cuanto a la construcción del fondo del vaso, como hemos visto en el apartado anterior, se realiza normalmente como una solera de hormigón armado ejecutada in situ. Esta solera puede ir apoyada directamente en el terreno sobre una capa de material granular o puede estar elevada, apoyada sobre pilares o muros que transmitirán las cargas a la cimentación. La primera técnica, es una técnica heredada de la construcción de las primeras piscinas y las piscinas al aire libre, pero sigue siendo frecuente en nuestros días. Así, se realiza una excavación con la forma que va a tener el vaso con unas dimensiones



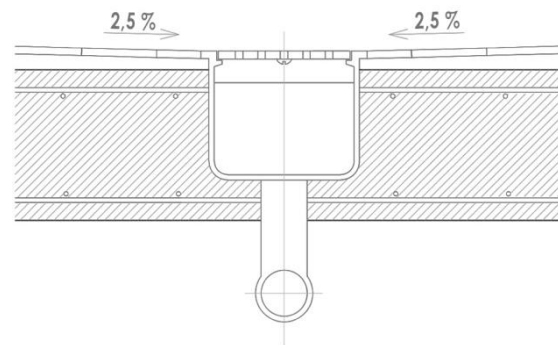
un poco más amplias para que exista una separación entre el vaso y el terreno que será rellenado por un enchachado. La segunda técnica presenta mayor coste material y de ejecución pero al quedar el vaso suspendido se crea una zona de registro en su parte inferior muy útil para realizar posibles reparaciones o labores de mantenimiento. La excavación en este caso será notablemente mayor que el volumen del vaso propiamente dicho. La imagen siguiente muestra una piscina climatizada en la que el vaso apoya sobre muros de carga de hormigón en dirección transversal colocados cada 5 metros.



37. Piscina en Laracha, C. Quintáns, A. Raya y C. Crespo

Sea cual sea el método constructivo, el fondo de la piscina deberá ofrecer un piso firme, compacto y resistente, en el que no aparezcan grietas por las que puedan producirse fugas de agua. Lo mejor para ello es construir una losa continua de hormigón armada en las dos direcciones para garantizar su estabilidad. Esta losa tendrá un grosor considerable ya que deberá resistir el peso del agua y sobre ella se asentarán las paredes laterales del vaso. Lo ideal sería poder ejecutarla de una sola vez si las dimensiones lo permiten evitando la aparición de juntas de hormigonado.

En la construcción del fondo se deberán dejar previstos los taladros necesarios para colocar los desagües y las tomas de impulsión de agua.

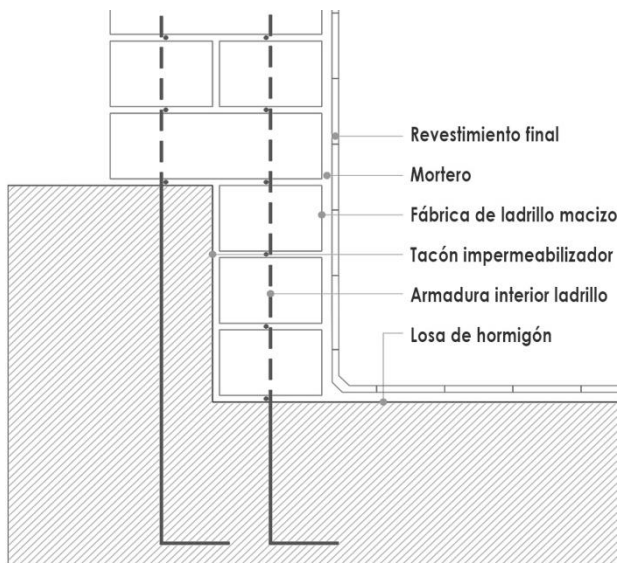


38. Toma de desagüe en fondo del vaso

### 3.1.2. Las paredes

Los muros perimetrales serán estructuras verticales construidos según alguno de los métodos mencionados anteriormente. A continuación se incluyen los aspectos principales a tener en cuenta para cada uno de ellos.

Las paredes de bloques de hormigón o de ladrillo que podíamos encontrar en las primeras piscinas cubiertas debían realizarse contra el terreno o presentar algún sistema de contrafuertes que garantizase su estabilidad, ya que por sí mismas no resistían el empuje del agua. En el caso de recurrir a estos métodos, la solera de hormigón deberá presentar un tacón impermeabilizador que evite las fugas en las esquinas. Las paredes de ladrillo solo se construían para vasos infantiles o de pequeña profundidad. Además era frecuente armar tanto los bloques de hormigón como el ladrillo, con una armadura que conectaba el muro lateral con la losa de hormigón solidarizando el conjunto. Aún así eran frecuentes las fugas ya que se trataba de materiales relativamente porosos y toda la impermeabilización se confiaba a la capa de enfoscado exterior.



39. Pared de fábrica de ladrillo

Para el caso de los vasos de hormigón armado existe la posibilidad de realizarlos con encofrado tradicional a dos caras o mediante hormigón proyectado, sobre un encofrado perdido de ladrillo. En el caso de piscinas cubiertas de uso mixto o deportivo, que son las que encontramos con mayor frecuencia, el vaso es rectangular y la mayoría se realizan mediante hormigón armado tradicional. En los vasos de piscina, la cara interna será siempre perpendicular a la solera del fondo, si bien en este tipo la cara externa podrá ser oblicua, adoptando el muro una sección trapezoidal con la base más ancha que la cima. Esta sección es la que adoptan normalmente las presas y permitiría optimizar la cantidad de hormigón necesaria, adaptando la forma del muro a los esfuerzos producidos por el volumen de agua. A pesar de ello, por facilidad de ejecución, lo más habitual es construir las dos caras del muro paralelas. El espesor del muro estará entre los 20-30 cm según las cargas previstas y deberá estar armado por las dos caras tanto en horizontal como en vertical para absorber los esfuerzos y evitar la

fisuración. Para el armado normalmente se utilizan redondos de acero de diámetro entre 6 y 14 mm, en cantidades entre 300-500 kg de acero por m<sup>3</sup> de hormigón. Como ya se ha insistido en los apartados anteriores se deberá tener especial cuidado si no es posible el vertido único del hormigón y aparecen juntas de ejecución a lo largo de las paredes. Se dispondrán en Z o machihembradas para dificultar las fugas de agua y se sellarán adecuadamente.



40. Disposición de encofrados para vaso de piscina

En el caso de las piscinas realizadas con piezas modulares metálicas o de hormigón se deberá atender a las recomendaciones de cada fabricante, ya que existen varios sistemas patentados. Lo más importante a tener en cuenta es la precisión que se requiere en el proceso constructivo para el correcto encaje de todas las piezas. Además una vez ejecutadas las paredes se deberá proceder al sellado de las juntas existentes entre las distintas piezas.

Hay que destacar que sea cual sea el método de construcción de las paredes, estas no configuran el acabado final del vaso de la piscina y tampoco proporcionan una total estanqueidad. Así, sobre este armazón que constituyen el fondo y las paredes del vaso, se deberán aplicar una serie de capas posteriores hasta conseguir el acabado final.

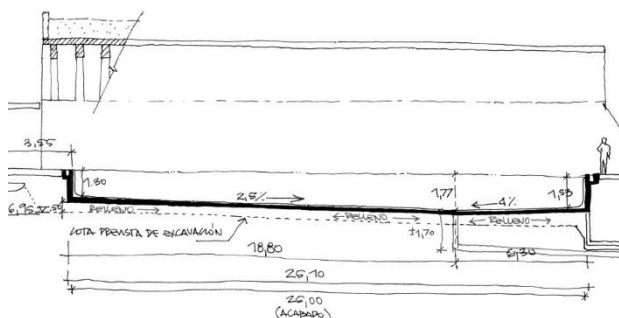
Además en la construcción de las paredes se dejarán previstos los taladros necesarios para las instalaciones de iluminación, la conexión de barrederas o las tomas de agua.

### 3.1.3. Revestimiento del vaso

La mayor parte de los sistemas constructivos de vasos de piscina no presentan un acabado final que permita el uso directo y precisan un sistema de revestimiento que garantice a los usuarios las debidas condiciones de confort y seguridad, puliendo las irregularidades naturales de la construcción y confiriendo al vaso un acabado plano y liso.

Antes de proceder al revestimiento del vaso se deberá comprobar que se han dispuesto todos los elementos estructurales que pueden afectar a su forma interior como los nichos para las escaleras, las ranuras para la instalación del rebosadero o los taladros para ubicar instalaciones de iluminación, desagües y bocas para la toma de agua. Será de vital importancia comprobar que el vaso fue construido con exactitud dimensional, para ello es imprescindible que al diseñar el vaso se tenga en cuenta el grosor del revestimiento y el material de agarre para que las dimensiones finales coincidan con las previstas.

La imagen siguiente muestra un croquis del proceso de diseño con las dimensiones de una piscina cubierta donde se aprecia que la distancia entre muros de hormigón es de 25,10 metros para que con las capas de acabado final el vaso quede en los 25,00 metros reglamentarios.



41. Croquis acotado de piscina cubierta en Zamudio, Javier Pérez Uribarri ACXT arquitectos

Se comprobará también durante el proceso constructivo que no existan grietas ni irregularidades excesivas. Un paso previo a la colocación del revestimiento final es la aplicación de un enfoscado de mortero hidrófugo que además de asegurar la impermeabilización del vaso igualará las irregularidades que pueda presentar la obra, facilitando el agarre de los elementos de revestimiento.

Todos los materiales usados deberán ser capaces de resistir las agresiones del medio en el que se encuentran como son la propia actividad de los usuarios, el agua y sus productos químicos. Además el acabado final deberá presentar una superficie exterior lisa pero no deslizante, evitando bordes y aristas que puedan dañar al usuario y serán elementos de fácil limpieza y reparación. Este acabado final deberá ser de colores y tonos claros para favorecer la visibilidad de los usuarios en el interior del vaso, así como la vigilancia de los socorristas desde fuera del mismo. Lo habitual es recurrir al color azul y marcar los bordillos y elementos auxiliares en un tono más oscuro de azul o en negro.

Existen numerosos materiales que podrían cumplir las especificaciones anteriores pero habitualmente se recurre a materiales cerámicos. A pesar de la elevada tradición en el uso de material cerámico como acabado final, los revestimientos sintéticos son una alternativa novedosa muy a tener en cuenta.

Si hacemos un repaso histórico podemos apreciar que en las primeras piscinas cubiertas el acabado final lo componía una capa de **pintura o azulejos cerámicos.**

En el caso de la pintura se aplicaba directamente sobre un enfoscado de mortero

que pulía las irregularidades del material constructivo del vaso. A pesar de ser el revestimiento más elemental y económico no es frecuente encontrarlo en piscinas cubiertas ni siquiera en los primeros ejemplos analizados. El acabado que presenta no es bueno y además requiere un mantenimiento periódico, debiendo repintar el vaso cada cierto tiempo, ya que la pintura se va desprendiendo del soporte al no resistir el ambiente acuático.



42. Soho Pool Marshall, Londres

Para su aplicación el soporte debía ser lo más liso posible, por ello no se podía aplicar directamente sobre el armazón del vaso. Además debía encontrarse en estado limpio y seco para garantizar el agarre entre los materiales. Con los avances técnicos en el campo de la construcción y los materiales han aparecido pinturas que soportan mejor el agua. Este es el caso de las pintura cementosas, que además tienen propiedades impermeabilizantes. Aún así, a pesar de las mejoras, sigue siendo un acabado poco apreciado para la construcción de piscinas en la actualidad.

Lo más frecuente ya desde las primeras piscinas del siglo XIX fue utilizar la **cerámica** como material de acabado. Éste ha sido el material más usado para el revestimiento de vasos de piscinas a lo largo de la historia. En los inicios del uso de este material las piezas utilizadas como elemento de acabado final eran **azulejos** o baldosas cerámicas que se sujetaban a las paredes y al fondo del vaso con mortero de cemento.

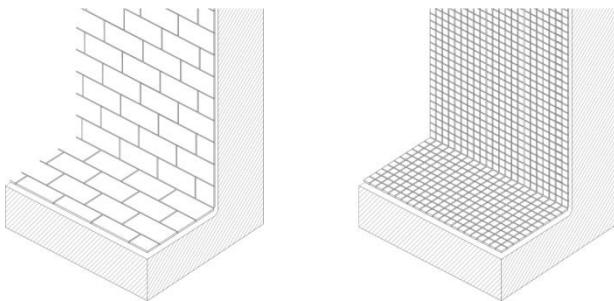


43. Forest Hill Pool, Londres.

El principal inconveniente que presentaban estos elementos era que no tenían un acabado antideslizante y que eran piezas muy frágiles, ya que tenían unas dimensiones considerables y eran de pequeño espesor.

Posteriormente apareció una variante de este método que serían los llamados **mosaicos vítreos**. Este sistema supone la realización del acabado final con elementos cerámicos similares a las anteriores pero de pequeñas dimensiones. De esta manera las piezas son mucho más resistentes y además al tener mayor número de juntas resuelven el problema

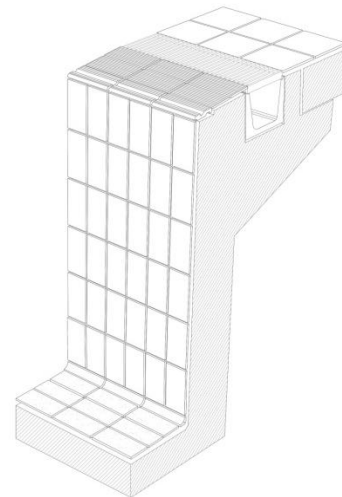
del deslizamiento. Como las piezas son de pequeño tamaño y sería muy costoso colocar una a una en obra, normalmente los fabricantes producen paneles de unas dimensiones establecidas en las que vienen ya cogidos los elementos cerámicos. Este tipo de recubrimiento ha sido muy usado en la construcción de piscinas, si bien requiere de mantenimiento, ya que las pequeñas dimensiones de las piezas cerámicas dificultan su agarre al soporte y en ocasiones puede producirse el desprendimiento de alguna de ellas. A pesar de ello son piezas de fácil reposición y si se utiliza un mortero de altas prestaciones no debería de existir dicho problema. Estas piezas tienen forma cuadrada y su tamaño va desde 2 x 2 cm hasta 4 x 4 cm, frente a los tamaños de baldosa inicial de que podían ser del orden de 10 x 20 cm.



1. Comparación de tamaños de azulejo y mosaico vítreo

Tras estas soluciones a base de piezas cerámicas convencionales aparece la opción más adecuada si se recurre al revestimiento cerámico del vaso, que son las **plaquetas de gres**. La principal característica de este material es su alta resistencia a impactos en comparación con la cerámica tradicional. Además resiste bien el desgaste, los rayos ultravioletas y los productos químicos, por lo que es un material perfectamente indicado para el revestimiento de piscinas. Otra de sus grandes ventajas es que además permite

resolver el problema del deslizamiento mediante tratamientos de la cara exterior, dotándola de cierta rugosidad o usando aditivos antideslizantes. Así, se podrán utilizar piezas de tamaño mayor que en el caso anterior, lo que favorecerá su agarre a las paredes y el fondo del vaso evitando desprendimientos. Para asegurar la correcta fijación de las piezas cerámicas al soporte se recomienda usar un mortero cola de altas prestaciones por su elevada resistencia y su repelencia a la humedad. Este revestimiento es el que encontramos con mayor frecuencia en las piscinas cubiertas hoy en día.

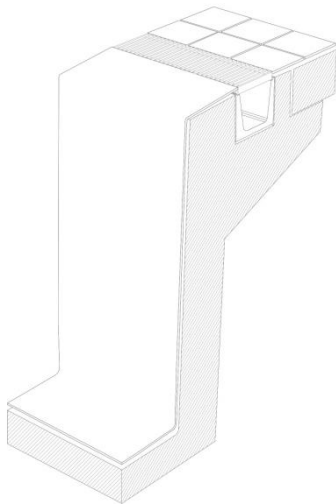


45. Revestimiento de plaquetas de gres

En los últimos años, los sistemas de **revestimiento sintético** se están haciendo un importante hueco en el mercado, gracias a los avances tecnológicos que se han producido para su manipulación y puesta en obra. Se basan en una membrana de PVC que impermeabiliza todo el vaso. Esta membrana es flexible, pero una vez colocada es inamovible y hace falta una medición muy precisa del vaso a revestir para que la puesta en obra no cause problemas, ya que la lámina debe quedar bien ajustada a las paredes y el

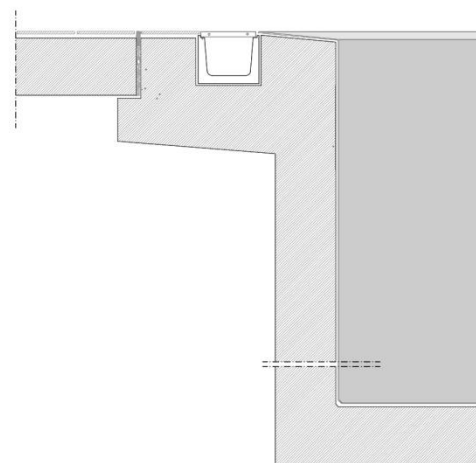
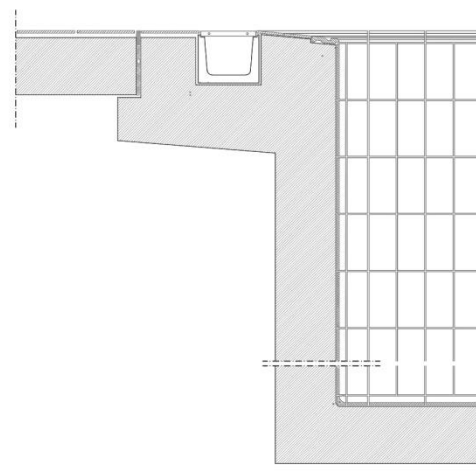
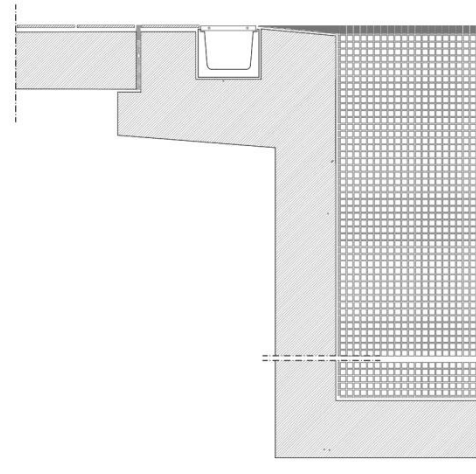
fondo del vaso. En caso de una medición poco precisa podría ser que la lámina no llegase a cubrir todo el vaso o en caso de que sobrase material el acabado no sería el deseado y aparecerían arrugas en la lámina de PVC. En la colocación de la lámina se utilizan unos perfiles metálicos de distintas formas que recogen los bordes y la fijan al armazón de soporte.

Este material se caracteriza por su resistencia a los productos químicos usados en el tratamiento del agua y resulta muy fácil de limpiar, además resiste perfectamente la radiación ultravioleta. A pesar de ello, el principal inconveniente que presentan es que no son adecuadas para temperaturas elevadas y se debe tener un exhaustivo control de las temperaturas del agua y del ambiente del recinto para no superar los límites marcados por el fabricante.



46. Revestimiento con lámina de PVC

Estas láminas, además de servir como acabado impermeabilizante de piscinas de nueva construcción, son muy valoradas en las tareas de rehabilitación, ya que permiten reparar grietas y fugas de manera muy sencilla forrando el vaso existente completo.



47. Acabados de los distintos tipos de revestimiento

### 3.1.4. El rebosadero

El rebosadero es un elemento fundamental para el funcionamiento de una piscina cubierta y para mantener el agua en las condiciones de salubridad e higiene adecuadas. La función del rebosadero es recoger agua del vaso y enviarla al circuito de tratamiento, para que una vez tratada se devuelva al vaso. Además es el elemento que limita y mantiene el nivel máximo del agua.

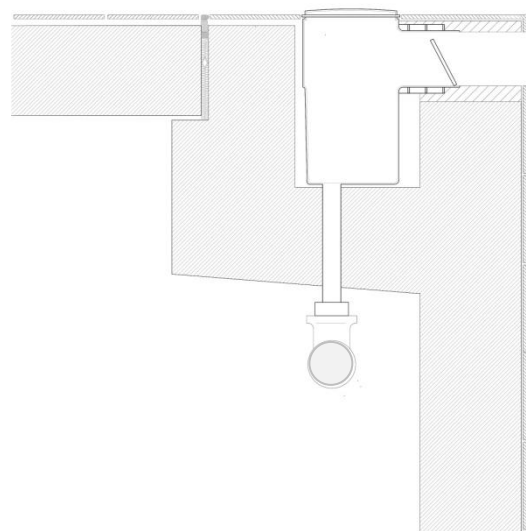
Los rebosaderos que encontramos habitualmente en las piscinas cubiertas son una acanaladura perimetral continua que recorre todo el borde, pero existe otro sistema para captar agua del vaso e introducirla en el sistema de renovación, que es mediante la colocación de **elementos puntuales**. Este sistema solo funciona para vasos de tamaño medio ya que para que se produzca la recirculación del agua del vaso se deben colocar los elementos de captación en uno de los lados y en el lado opuesto las tomas de impulsión. Esto genera una corriente lateral en el agua y por ello no es un sistema muy apreciado en la actualidad.

A pesar de ello era el sistema utilizado en las primeras piscinas cubiertas para mantener el nivel del agua y captación del agua sobrante.



48. Rebosadero puntual, Reddish Swimming Baths 1908.

Es cierto que en la actualidad se puede encontrar este sistema de recirculación de agua en algunos vasos que no están destinados específicamente para la práctica de la natación, como pueden ser vasos de chapoteo o de tipo recreativo, ya que es un sistema más económico que el rebosadero continuo. En las piscinas actuales que se incorporan elementos de captación puntuales, se recurre a los denominados **skimmers**.



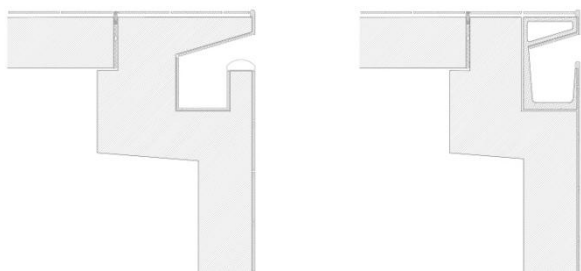
49. Skimmer para captación de agua del vaso

Como se ha dicho estos elementos no son habituales en las piscinas cubiertas y se recurre al sistema de rebosadero perimetral continuo. Los rebosaderos son un elemento que ha sufrido una notable evolución según han avanzado las técnicas constructivas. Así, los primeros rebosaderos fueron los rebosaderos verticales, si bien actualmente se opta por la construcción del rebosadero horizontal, que presenta algunas ventajas.

El **rebosadero vertical** consiste en una hendidura que se realiza en la parte superior de las paredes del vaso y que recorre

interiormente el perímetro del mismo. Este elemento marca el límite máximo que alcanzará la superficie del agua y será fundamental un control de obra que garantice que mantiene una cota constante en todo su trayecto para garantizar la horizontalidad del plano de la superficie del agua. Así, el rebosadero se encarga de recoger el agua sobrante, cuando ésta supera el nivel marcado y deberá garantizar que ésta no retorne al vaso. Para evitar ese posible retorno la acanaladura deberá tener suficiente profundidad (mínimo 5 cm) y una pendiente interior del 3-4% que garantice el flujo del agua hacia los puntos de recogida.

Los primeros rebosaderos de este tipo se construían directamente con el material de construcción del vaso, lo que en el caso del hormigón complicaba notablemente la ejecución de dicho elemento. Posteriormente aparecieron piezas prefabricadas, que podían ser de piedra, hormigón o cerámica, que evitaban tener que realizar el rebosadero in situ. Se realizaba un cajeadado en la parte superior del muro de hormigón y se fijaban estas piezas con mortero.



50. Rebosadero vertical in situ y prefabricado

Dentro del canal del rebosadero se ubicarán los desagües necesarios para evacuar el agua recogida y enviarla a las instalaciones de tratamiento,

Esta solución ha sido desbancada por el rebosadero horizontal o muro rebosante, que funciona mejor, ya que elimina el oleaje que produce el rebote del agua en el muro perimetral. Así, es una solución más adecuada para las piscinas dedicadas a la práctica de la natación por causar menos perturbaciones a los nadadores. A pesar de ello, podemos encontrar este sistema en las piscinas que tienen más años de antigüedad, como es el caso en Zaragoza de la piscina Manuel Molinero del Centro de Natación Helios.



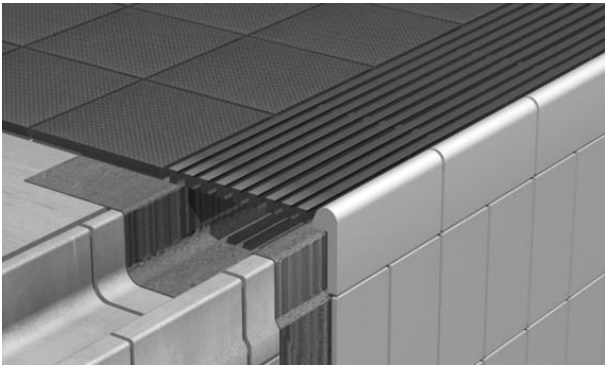
51. Piscina Manuel Molinero en el C. N. Helios, Zaragoza

En la imagen se aprecia gran cantidad de oleaje producido en un partido de waterpolo, ya que la energía del agua no se disipa al llegar al borde sino que rebota, al no contar con el sistema de vaso desbordante.

El **rebosadero horizontal** se diferencia del vertical en la posición que adopta respecto al vaso de la piscina, ya que en lugar de estar situado en las paredes del vaso, está empotrado en el plano del suelo de las playas de la piscina, en el límite entre éstas y las paredes del vaso. Su aparición es más reciente que el rebosadero vertical y existen distintas



variantes según el diseño de la pieza de borde. Se ha experimentado bastante en este campo y existen multitud de opciones de diseño, cada una de ellas toma el nombre de las olimpiadas o campeonatos de natación en los que se aplicó por primera vez. Normalmente era en la construcción de piscinas para estos eventos cuando se investigaba para tratar de mejorar los sistemas de rebosadero existentes. Así, encontramos el rebosadero de tipo Finlandés, el Wiesbaden, el Zurich, el Múnich, el Méjico, el Barcelona, etc.



52. Rebosadero tipo Wiesbaden y tipo Finlandés

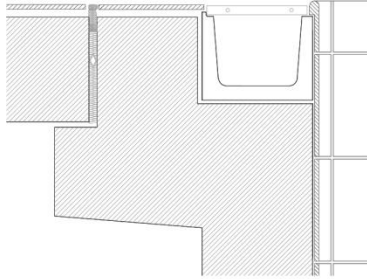
Entre muchos de ellos las diferencias son mínimas y apenas afectan al funcionamiento de la piscina ni al comportamiento de la lámina de agua. Los dos que se muestran en las imágenes sí que presentan notables diferencias en la forma en que desborda el

agua. Tras las distintas experiencias el tipo de rebosadero que se considera más apropiado para la construcción de piscinas dedicadas a la práctica de la natación es el de tipo Finlandés, y es el sistema que encontramos hoy en día en la mayor parte de piscinas. No obstante el sistema Wiesbaden es muy apreciado por su mayor sencillez constructiva y su menor ocupación de superficie, que ganará el suelo de las playas, para piscinas en las que la natación no es la actividad prioritaria, ya que este sistema de rebosadero horizontal no disipa bien el oleaje, por la forma en que se realiza la coronación del muro. Así, lo podemos encontrar en algunas piscinas, como es el caso de la del parque de bomberos de Zaragoza y también en algunas piscinas de ocio y Spas.

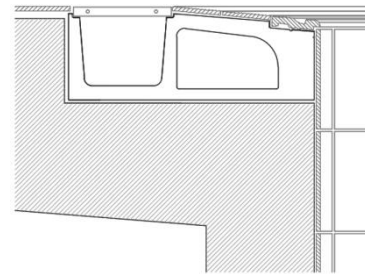
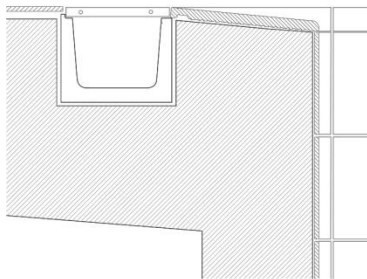


53. Piscina Parque de Bombreros, Zaragoza

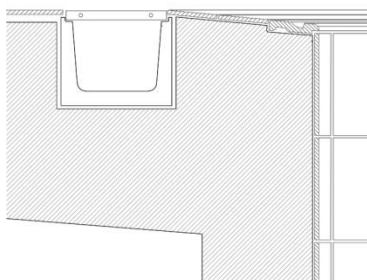
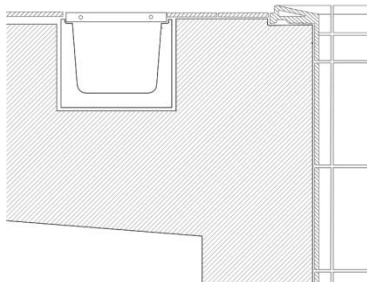
A continuación se muestran en detalle distintos tipos de rebosadero, en los que se aprecian las escasas diferencias entre los tres últimos. El borde redondeado del Munich, el resorte en el Barcelona que evita el retorno del agua o la acanaladura en el finlandés.



En cuanto al sistema constructivo de los rebosadero, actualmente existen piezas prefabricadas de diferentes casas comerciales que simplifican notablemente su ejecución. Evitando los complejos encofrados necesarios para su realización en hormigón. Así, podemos como la construcción de un rebosadero Finandés se simplifica utilizando el sistema 9 de Rosa Gres, gracias a la pieza prefabricada de hormigón que se muestra en el detalle.



55. Sistema 9 de Rosa Gres para rebosadero Finandés



54. Rebosaderos Wiesbaden, Munich, Barcelona y Finandés

El dimensionamiento del rebosadero, se debe realizar en función del volumen de agua que se prevea que va a circular por él, para ello se tendrá en cuenta el volumen de agua desplazado por cada bañista, el oleaje y el caudal de renovación. Un cálculo habitual es considerar el caudal rebosado como el resultante de multiplicar la superficie de la lámina de agua por 2 cm. Normalmente el ancho del aliviadero suele estar entre los 20-30 cm y al igual que en el caso de los verticales sus dimensiones deberán garantizar que el agua captada no retorne al vaso. El canal perimetral contará con una serie de perforaciones donde irán ubicados los puntos de desagüe. Para que el agua circule hasta esos puntos se deberá dotar a todo el canal de una pendiente interior en torno al 3-4 %. Estos rebosaderos estarán cubiertos por una rejilla antideslizante que soporte el peso de los bañistas evitando que puedan sufrir lesiones o

caídas, a la vez que permite la captación del agua que rebose los límites de la piscina. Lo más frecuente es encontrar en nuestras piscinas estas rejillas construidas en material plástico de color blanco y con superficie antideslizante. Estos elementos presentan una elevada resistencia mecánica y a los agentes químicos y atmosféricos.

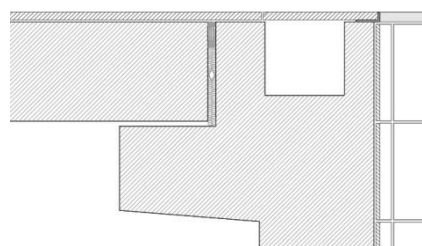
El interés en el campo de la arquitectura por restar presencia visual al rebosadero y resolver de la manera más limpia posible el encuentro entre la superficie del agua y el pavimento de las playas de la piscina ha logrado resultados interesantes en algunos proyectos de piscinas. Así, encontramos soluciones en las que el rebosadero queda totalmente **oculto** bajo el suelo de las playas.



56. Piscina en Laracha, C. Quintáns, A. Raya y C. Crespo

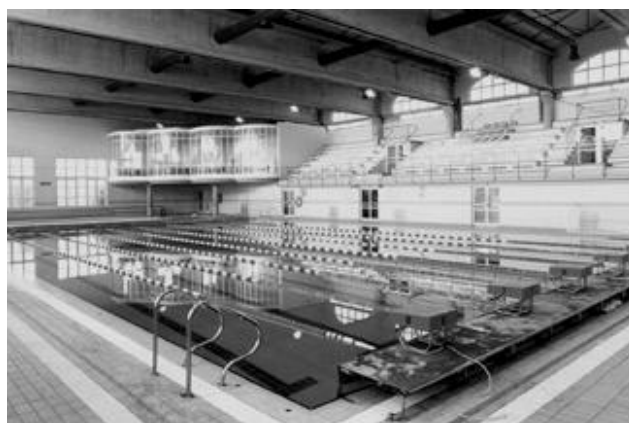
En el ejemplo de la imagen se utiliza un entarimado de listones de madera como pavimento que cubre el canal de desagüe, pero permite que recoja el agua que rebosa del vaso por los huecos que quedan entre los elementos de madera. De esta manera se consigue que el suelo de las playas llegue hasta la superficie del agua. Como resulta obvio el nivel del agua quedará 3-4 cm por debajo de la cota del suelo. Para la construcción de este rebosadero no se recurre a piezas prefabricadas sino que se realiza todo

en hormigón. Un perfil en "L" anclado al muro recoge las tablas de madera del pavimento, evitando así que estas estén en contacto continuo con el agua. Soluciones similares podemos encontrar en otros ejemplos como la piscina municipal de Toro de Vier Arquitectos o la piscina ya mencionada para la Ertzaintza en Iurreta de ACXT arquitectos.



57. Rebosadero oculto bajo entarimado de madera

Este tipo de solución es muy valorado arquitectónicamente y la podemos encontrar en proyectos de piscinas cubiertas que han prestado cuidado al detalle constructivo. Además esta solución absorbe el oleaje que se produce en el vaso, sin embargo no permite que sea homologable para realizar competiciones oficiales, ya que para ello ahora las federaciones se obligan a recurrir al **rebosadero Finlandés**.



58. E.M. El Olivar, J.M. Pérez Latorre, Zaragoza.

Debido a la gran variedad de soluciones posibles para cada uno de los elementos constructivos del vaso, será imprescindible conocer el uso que se le pretende dar a la piscina para escoger la más adecuada.

Así, en la imagen anterior se muestra la Piscina Ana Carmen Muñoz de Zaragoza del E.M. El Olivar, que fue homologada en el año 2000 para la realización de campeonatos nacionales oficiales. A día de hoy, a pesar de la gran cantidad de instalaciones de este tipo con las que cuenta la ciudad, sigue siendo la única piscina cubierta de 25 metros capacitada para albergar este tipo de competiciones.

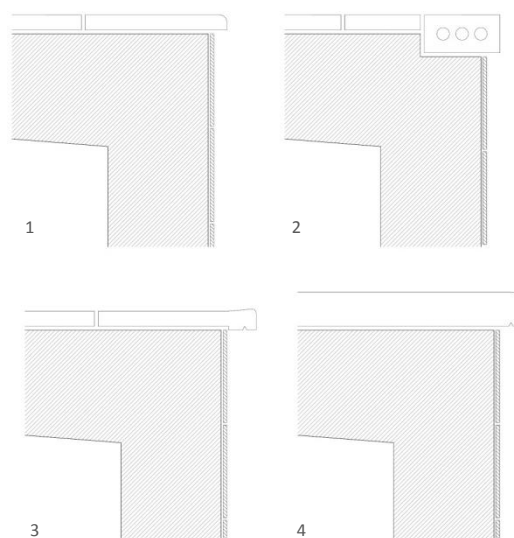
### 3.1.5. El borde del vaso

El bordillo de la piscina se encuentra en una situación límite entre el interior del vaso y las playas exteriores, por tanto será siempre un encuentro entre dos partes diferenciadas al que se deberá prestar especial atención para resolverlo de la mejor manera posible. Existen múltiples posibilidades de diseño como ya se ha podido ir viendo hasta ahora, pero irá siempre ligado al modo de construcción del vaso y sobre todo al sistema de recirculación de agua elegido, en función de si se instalan bocas de captación puntual o rebosaderos continuos horizontales o verticales.

Algo que se debe tener siempre en cuenta para el elemento de borde es que deberán ser antideslizantes y carecer de aristas o irregularidades que puedan dañar al usuario. Además su diseño será tal que evite la posibilidad de que quede agua retenida en ellas. Se puede resolver con multitud de materiales distintos, en función del revestimiento elegido para el vaso o el pavimento elegido para las playas. Lo más

habitual es que la pieza de borde de continuidad a uno de estos dos planos, pero puede ser una pieza independiente a distinto nivel que el suelo de las playas o que sobresalga del plano del muro.

Si volvemos la mirada hacia las primeras piscinas cubiertas, según el modelo seguido en los apartados anteriores, podemos apreciar la evolución de las piezas de borde a lo largo de la historia y su relación con los distintos tipos de rebosadero. En las primeras piscinas, el agua no llegaba a la pieza de borde, ya que el vaso tenía los elementos de captación de agua para su renovación en el muro perimetral. Lo más frecuente en estos casos era rematar el borde con una **albardilla**. Normalmente esta pieza enrasaba con el pavimento de las playas, dando continuidad a éstos y sobresalía respecto al muro del vaso. Las formas que presentaba eran variadas, siendo frecuente recurrir a piezas con el canto redondeado. Se utilizaban para la realización de estas piezas diferentes materiales, que garantizaran una superficie antideslizante, como piedra, ladrillo y hormigón.



59. Albardilla de granito (1), de ladrillo refractario (2), prefabricada (3) y de hormigón (4).

En el detalle anterior se aprecian algunas soluciones más frecuentes a las que se recurría en estos primeros casos. La siguiente imagen muestra una albardilla de piedra en un vaso revestido con azulejo cerámico.



60. Albardilla tradicional de piedra 1896.

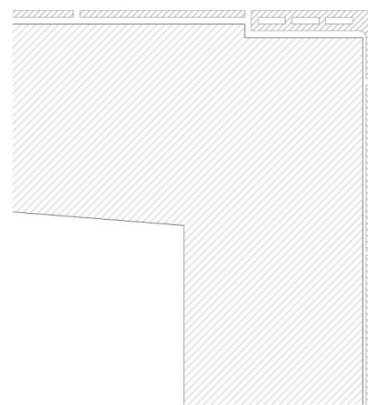
El tipo de soluciones anteriores servían tanto para los primeros vasos revestidos con cerámica o con acabado de pintura directamente sobre el armazón constructivo del vaso.

El primer cambio en cuanto a las piezas de borde se refiere, surge con la aparición del rebosadero continuo vertical. A partir de este momento, la albardilla se convierte en una **pieza cerámica en L**. Esta pieza ya no sobresalía respecto al plano del muro interior del vaso ni respecto al pavimento de las playas. En cuanto a la materialidad, lo más habitual era que diese continuidad al suelo de las playas, siendo normalmente de cerámica, cambiando el tono o el material en el surco del rebosadero en el muro.



61. Chadderton Pool, Manchester 1937.

La Chadderton Pool fue una de las primeras en probar la acanaladura continua, pero en este caso no recorre todo el perímetro del vaso, sino que se combina con el sistema anterior de captación puntual en algunas zonas. Se aprecia la solución con la pieza de borde en L que da continuidad al pavimento de las playas y con el cambio cromático a partir del surco del rebosadero.

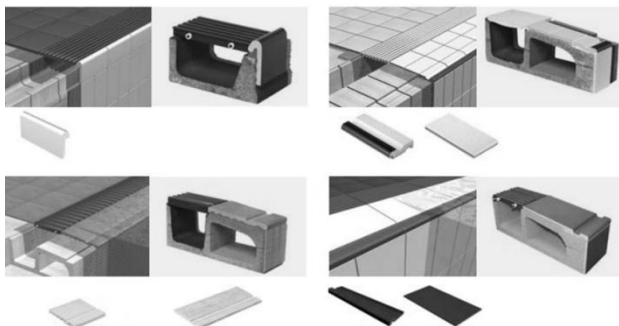


62. Detalle de borde de pieza cerámica en L

Este tipo de solución se mantuvo sin grandes cambios hasta la aparición del rebosadero horizontal, a partir de ese momento aparecen multitud de soluciones en función del tipo de rebosadero.

En la actualidad, con los rebosaderos horizontales, es más frecuente la pieza de borde vaya ligada al plano interior del muro del vaso y a su revestimiento y no al pavimento de las playas como veíamos en las primeras piscinas.

En las piscinas con revestimiento cerámico de plaquetas de gres, que son las más habituales se recurre a piezas prefabricadas en continuidad con las paredes del vaso. Según el tipo de rebosadero esta pieza será horizontal o vertical. En caso de piezas horizontales se deberá conseguir una superficie antideslizante con el tratamiento adecuado. Existen multitud de variantes y la posibilidad de fabricar piezas especiales que se adaptan a las necesidades concretas de cada caso y con todas las variaciones de colores deseadas.



63. Piezas de borde Rosa Gres para rebosadero horizontal

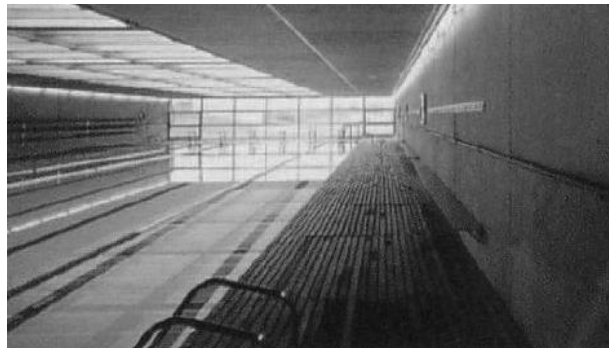
En el caso de recurrir a un revestimiento con mosaico vítreo, se deberá resolver el rebosadero de manera que no exista una superficie horizontal recubierta con el material de las paredes del vaso, ya que éste resulta resbaladizo. Por tanto en caso de optar por este material los rebosaderos de tipo Finlands, Múnich, Barcelona o similares quedarían descartados, debiendo realizar soluciones del tipo que se muestra en el siguiente detalle.



64. Borde para mosaico vítreo de Rosa Gres

Este tipo de solución no resulta adecuado para piscinas dedicadas a la práctica de la natación y queda más reservado para vasos de ocio ya que no disipa el oleaje producido.

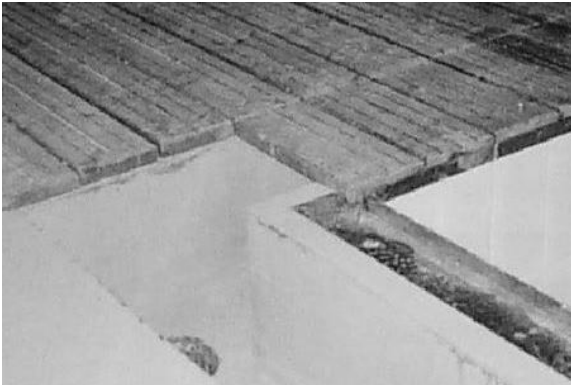
Es cierto que el mosaico vítreo es un tipo de revestimiento más usado para piscinas exteriores y de ocio y no es frecuente encontrarlo en piscinas cubiertas deportivas. Sin embargo podemos encontrar ejemplos muy dignamente resueltos, como el caso de la piscina para la Ertzaintza en Iurreta de ACXT arquitectos.



65 Piscina en Iurreta, ACXT arquitectos

Esta piscina resuelve el rebosadero de la misma manera que la piscina en Laracha, ocultándolo bajo un entarimado de madera que constituye el pavimento de las playas. Por tanto, la madera también puede representar un material propicio para la resolución del borde de la piscina, que en este caso sería en continuidad al pavimento de las playas y no de las paredes del vaso. Ha sido fundamental para esto los avances en el tratamiento de la

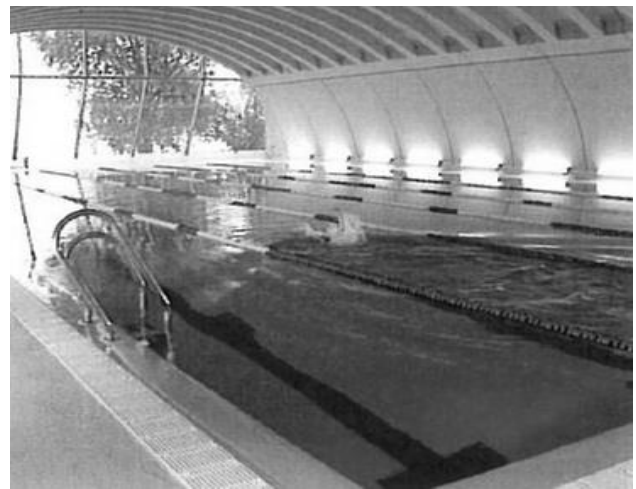
madera y la posibilidad de acceder a maderas de gran dureza que evitan el astillado de la misma y los consecuentes riesgos para los usuarios. Éstas serán maderas tropicales con características similares a las usadas para exterior.



66. Piscina en Laracha, C. Quintáns, A. Raya y C. Crespo

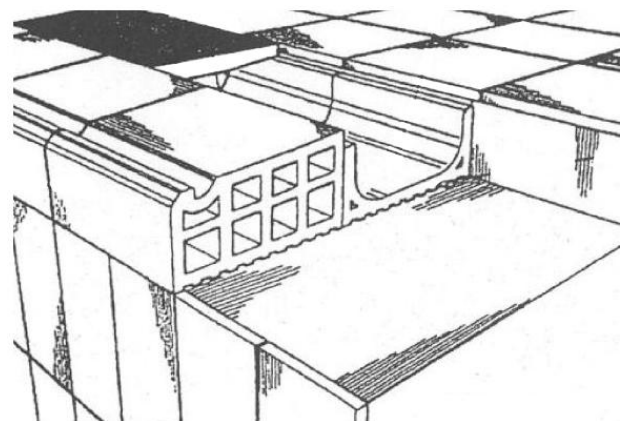
A pesar de la elevada resistencia a la humedad de estas maderas, en el detalle vemos como se evita el contacto continuo de la madera con el agua mediante un perfil metálico en "L" que recoge los listones del pavimento y es la pieza de borde real en este tipo de soluciones.

Por último, en las piscinas revestidas con material sintético el borde se resuelve con la propia lámina, que se pliega según la forma adoptada por la coronación del vaso hasta el encuentro con la acanaladura. De esta manera no existe pieza de borde como tal. Es importante en este caso que la lámina de material sintético sea antideslizante ya que normalmente existe cierta superficie horizontal de dicho material que puede ser pisada. La piscina del Colegio Vizcaya en Zamudio es un ejemplo de vaso de piscina revestido con PVC, en la imagen se aprecia la lámina de este material, que es continua y reviste todo el vaso incluyendo el borde hasta la acanaladura.



67. Piscina Colegio Vizcaya en Zamudio, ACXT arquitectos

En el campo de las piezas de borde de piscina se han realizado numerosas investigaciones a lo largo de la historia para tratar de resolverlo de la manera más sencilla, limpia y segura posible. Además de la gran cantidad de piezas de revestimiento diferentes que ofrecen las casas comerciales existen algunas patentes interesantes. como la pieza que vemos a continuación que trata de resolver tanto la construcción como el acabado con un solo elemento.



68. Sistema patentado para construcción de bordes



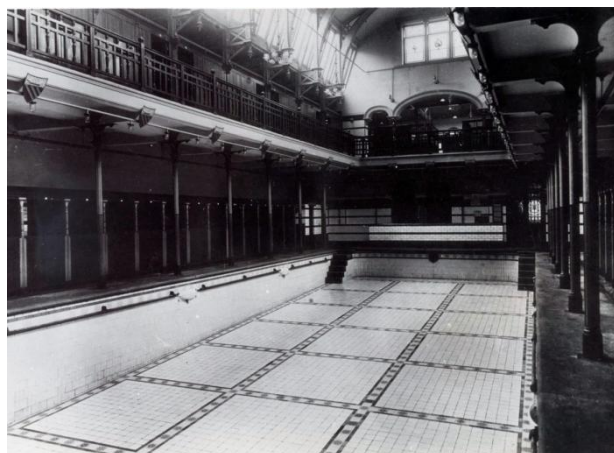
Esta patente se solicita en Teruel en el año 2005 y se compone de dos piezas porcelánicas adosadas. Una de ellas resuelve el borde y su superficie exterior es esmaltada de manera que tendría el mismo acabado que las placas que revisten el resto del vaso. La superficie superior es estriada y por tanto antideslizante. La segunda pieza es una pieza en U que resuelve el canalón, presentando una altura menor que la otra pieza para alojar la rejilla de protección.

### 3.2 Playas y zonas de pies descalzos

Estas zonas se caracterizan por ser áreas muy transitadas y que por su proximidad a la piscina estarán siempre mojadas. La buena elección del pavimento de estas zonas y la correcta evacuación del agua es fundamental para el buen funcionamiento de la instalación. El pavimento elegido deberá ser resistente, higiénico y sobre todo antideslizante. Además deberá garantizarse en todo momento la evacuación de agua para evitar que se formen charcos en la superficie, para ello se dará a estas zonas de una pendiente mínima en torno al 2% que conduzca el agua hacia los puntos de desagüe establecidos.

Hasta el siglo XX, en las primeras piscinas, era frecuente resolver el suelo de las playas con piezas de **granito**, que revestían el suelo de todo el recinto y conformaban también la pieza de borde o albardilla. Un material pétreo con un acabado rugoso y que confería una superficie antideslizante. Sus principales inconvenientes eran que conformaba una superficie con acabado abrasivo y que no resultaba especialmente higiénica.

Con la entrada del nuevo siglo el acabado de estas zonas cambió, solo se mantuvo en granito la pieza de borde o albardilla.



69. Leaf Street Swimming Baths 1860



70. Durham City Swimming Baths, 1932

Así, se eliminan las superficies de granito y se opta por colocar  **baldosas cerámicas antideslizantes**  menos abrasivas que el granito y más higiénicas. Se conseguía esta superficie antideslizante con un esmalte moteado o proyectando sobre ella elementos abrasivos.

Además, se aprecia como ya desde los inicios se trataba la evacuación de agua en estos lugares para evitar contaminar el agua del vaso. Para ello se colocaban unas canaletas longitudinales que recorrían las playas ya fuese por el centro de las mismas o por el perímetro exterior y el pavimento se inclinaba hacia ellas.



Es interesante también observar la evolución de estas zonas anexas al vaso. En los casos más antiguos las playas tenían un ancho mínimo para permitir la circulación y el acceso a las cabinas de cambio de vestuario, que se encontraban a pie de piscina. Con el paso del tiempo estas zonas fueron ganando algo de superficie y permitían la estancia de usuarios fuera del vaso. Así, podemos observar casos en los que se empezaron a incluir elementos accesorios para los usuarios, como los bancos que vemos a continuación, un elemento imprescindible hoy en día en piscinas cubiertas.



71. Perth Swimming Baths, 1912

Volviendo al material usado para el pavimento de las playas, el momento en el que se produce el principal cambio es con la aparición del **gres cerámico**, al igual que sucedía en el campo del revestimiento del vaso. El gres mejora las características resistentes respecto a los materiales anteriores y además presenta la gran ventaja de que conseguir una superficie antideslizante más eficiente, con tratamientos o acanaladuras en su superficie vista. A partir de su aparición el gres se convierte en el material más usado en la construcción de piscinas cubiertas, tanto para el revestimiento del vaso como para el

pavimento de las playas, ya que se resuelven ambos elementos con un mismo acabado. Así la solución más habitual que encontramos hoy en día en las piscinas cubiertas es un acabado de baldosa antideslizante de gres tanto para el piso de las playas como para el revestimiento del vaso, si bien se establece una diferenciación cromática entre ambos. Normalmente, el cambio de tono se produce en el rebosadero horizontal, pero en otras ocasiones es en la esquina entre el muro del vaso y la pieza de borde donde se cambia el tono, como es el caso de la siguiente imagen.



72. Piscina en San Fernando de Henares, Mansilla y Tuñón

A pesar de las ventajas que presenta este material, frente a los usados con anterioridad, la investigación en el campo de los materiales ha dado a luz soluciones recientemente a soluciones más apropiadas para pavimentar estas zonas. Así, unos pavimentos muy indicados son los llamados **pavimentos de seguridad**, que son suelos fabricados a base de PVC de alta calidad con abrasivos incorporados en todo su espesor. Estos suelos son totalmente impermeables y pueden presentar mejores condiciones antideslizantes que las baldosas de gres, en función del material abrasivo que incorporen y su grado

de aspereza. Además de esto otra de sus grandes ventajas es la eliminación total de juntas, que garantiza las condiciones higiénicas de este suelo. Esta ausencia de juntas es una notable mejora respecto a los sistemas anteriores, ya que desaparecen los lugares más propicios a la acumulación de gérmenes y bacterias. De esta manera se consigue un suelo continuo, más higiénico y de fácil limpieza que es la opción más adecuada para el pavimento de las playas de piscinas cubiertas que se conoce hasta el momento. Podemos encontrar numerosos ejemplos entre las piscinas de reciente construcción en los que se ha aplicado esta técnica para resolver el pavimento de las zonas mojadas de acceso a duchas y piscinas.

Otra posibilidad similar a la anterior que resulta más económica sería dar un acabado a la losa que conforma el forjado de las playas y las zonas de pies mojados con **pinturas de resina epoxy** antideslizante. Este material garantiza la impermeabilidad del suelo y presenta un buen comportamiento en mojado frente al deslizamiento. Para conseguir un correcto acabado y la formación de pendientes necesaria, se aplica sobre el forjado un mortero de hormigón pulido. Será sobre este mortero sobre el que se aplicará la pintura de resina epoxy, dándole una capa de imprimación previa. Lo podemos encontrar en algunos ejemplos tratados, la piscina en Zamudio de ACXT o las piscinas en Pinto de Ramón Araujo.



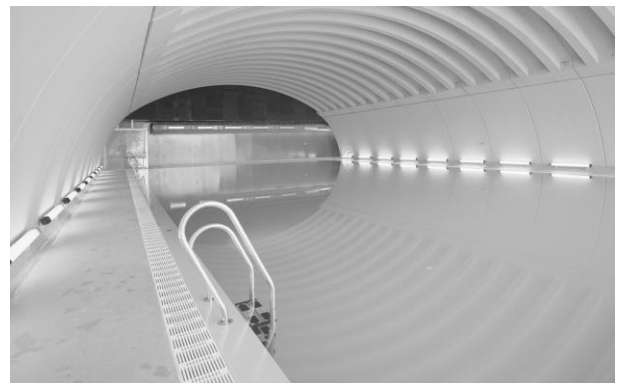
73. Piscina en Manlleu, RCR Arquitectos, 2006



75. Piscina en Pinto, Ramón Araujo



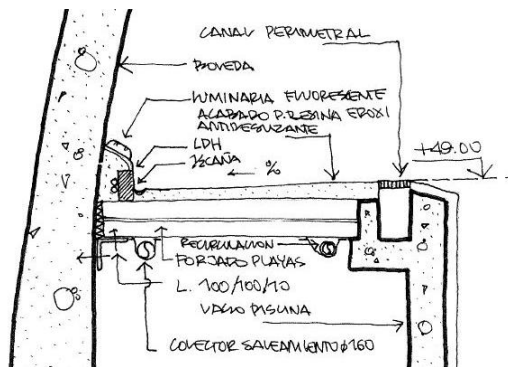
74. Piscina en Las Delicias, Alday Jover Arquitectos, 2008



76. Piscina en Zamudio, ACXT arquitectos

Cabe citar también soluciones particulares que optan por otro tipo de materiales menos comunes como la madera. Entre estas, destacan de nuevo los casos ya comentados en los que se trata el pavimento de las playas como un **entarimado de madera**. Estas soluciones optan por una serie de listones que dejan una separación entre ellos para permitir la captación del agua de esta zona. Así, bajo este plano de suelo deberá existir un sistema de desagüe con las acanaladuras y las pendientes pertinentes

Centrándonos en la **evacuación de agua** de las playas, éstas deberán presentar una pendiente mínima del 2% para evitar la formación de charcos. Será primordial en su diseño evitar el vertido de aguas externas al circuito de depuración de agua del vaso, por tanto se dispondrá de una canaleta propia para conducir el agua captada a la red de saneamiento.



77. Detalle de playas, canaletas y formación de pendientes de piscina en Zamudio, Javier Pérez Uribarri, ACXT arquitectos.

La zona exterior adyacente a la piscina ha ido ganando superficie como se ha visto en la evolución histórica. Así pues, si en las primeras piscinas era un mínimo pasillo evolucionó hasta ofrecer a los usuarios un **lugar de estancia** y un espacio donde poder realizar ejercicios previos o posteriores al baño, aunque como se aprecia en las imágenes de

la página anterior no se les da la misma importancia en todos los casos.

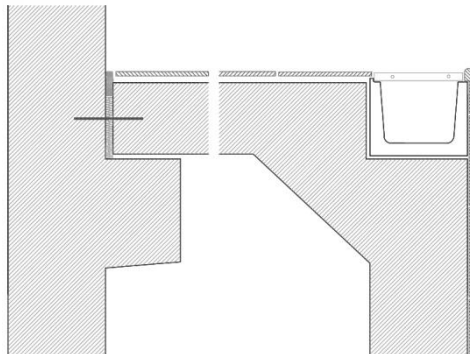
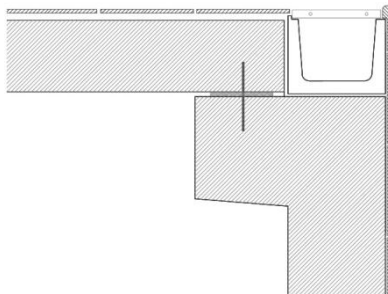
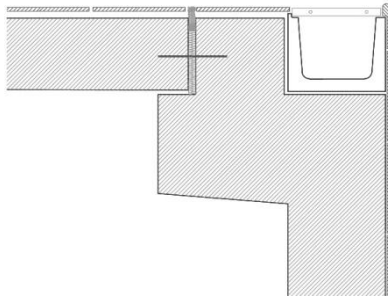
Como mínimo deberá presentar una anchura que permita la circulación de usuarios y la presencia de monitores y socorristas. A pesar de ello será recomendable, por la comodidad que ofrece al usuario, contar con espacio suficiente para la ubicación de elementos accesorios como los bancos perimetrales. Estos bancos fijos permiten al usuario depositar los objetos con los que accede hasta el recinto del vaso, además de servir como lugar cercano donde el usuario pueda sentarse a descansar al salir del agua o como elemento de apoyo donde realizar ejercicios previos a la actividad del baño. De esta manera son de gran utilidad y se han convertido en un elemento imprescindible en toda piscina cubierta para su correcto funcionamiento.



78. Piscina en Laracha, C. Quintáns, A. Raya y C. Crespo

En el caso de la piscina en Laracha desde la fase de diseño se consideró la necesidad de contar con un banco lateral fijo y el resultado es de integración total del elemento en el recinto del vaso.

En cuanto a la **construcción de las playas**, deberán separarse del vaso por una junta que equilibre la dilatación entre ambos elementos, que se podrá resolver como se muestra en los detalles que se incluyen a continuación.



79. Junta de dilatación para el borde del vaso

En cuanto al resto de zonas de pies descalzos las precauciones a tomar y los tipos de pavimento posibles a utilizar serán los mismos que los indicados para las playas. Será fundamental que exista una separación total de circulaciones entre zonas de pies húmedos y secos. Esto aparece regulado en la normativa, pero en ocasiones los vestuarios de la piscina sirven de uso para otras instalaciones anexas como gimnasios o polideportivos y se produce la mezcla de circulaciones.

Se incluye a continuación una imagen que muestra el pasillo que comunica los vestuarios con el vaso en la piscina del Colegio Vizcaya en Zamudio.



80. Piscina Colegio Vizcaya en Zamudio, ACXT arquitectos

Como se aprecia el pavimento es idéntico en esta zona que en las playas de la piscina, con un acabado de pintura de resina epoxy antideslizante y aparecen también los surcos perimetrales para recogida de agua. En todas estas zonas de pies húmedos deberá existir también una pendiente mínima del 2% que garantice la circulación del agua.

### 3.3. Elementos auxiliares

Los elementos auxiliares son aquellos que se incorporan como objetos externos y que dan al conjunto un mayor nivel de confort o aumentan sus posibilidades de uso. Así los elementos auxiliares más frecuentes en el tipo de piscinas que estamos tratando son las escaleras, los taburetes de salida o las corcheras de separación entre calles. Existen más elementos auxiliares, pero estudiaremos éstos que son los que aparecen habitualmente en el tipo de piscinas tratado.

Los elementos auxiliares han ido apareciendo como respuesta a la demanda de los usuarios, según los distintos usos que se les daba a las piscinas. Así, éstos fueron incorporándose a la construcción de las piscinas en diferentes etapas a lo largo de la historia.

Si observamos las fotografías de las primeras piscinas vemos como éstas no contaban con escaleras, ni corcheras ni taburetes de salida. Sin embargo en todas ellas aparecen unos asideros laterales que recorrían todo el perímetro para que los usuarios pudiesen agarrarse a ellos.



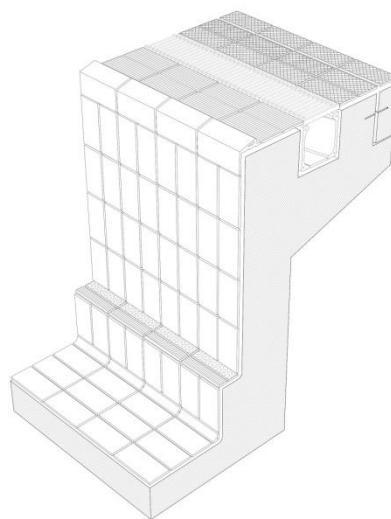
81. Reddish Swimming Baths, Manchester

Esto les permitía descansar sin realizar esfuerzo para mantenerse a flote, ya que los vasos solían tener una profundidad considerable y no contaban con el habitual escalón que se coloca actualmente adosado al muro interior para los vasos profundos.

El resto de elementos auxiliares con los que contamos hoy día como las escaleras, las corcheras de separación de calles o los poyetes de salida no estaban presentes.

Sí que se aprecia cómo en muchas de ellas a pesar de carecer de corcheras, ya se marcaban las calles en el fondo del vaso. Esto se realizaba como en la actualidad, con un cambio de color en las baldosas de revestimiento del vaso.

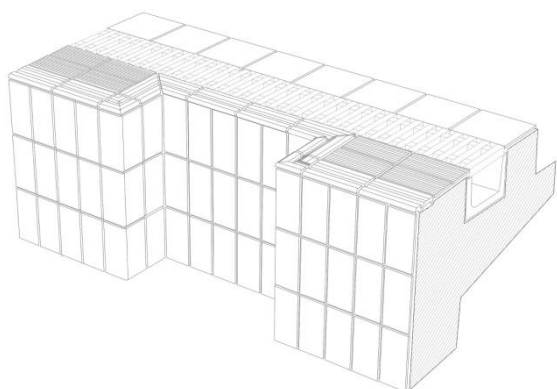
Con la evolución de las piscinas la barandilla perimetral desaparece, ya que resultaba un molesto para los nadadores. Además con la aparición de los muros desbordantes y las normativas que obligan a colocar un escalón a 1,20 metros para vasos profundos, resultaba un elemento innecesario.



82. Detalle de escalón con rebosadero horizontal

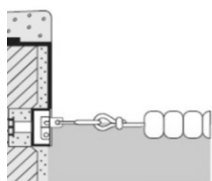
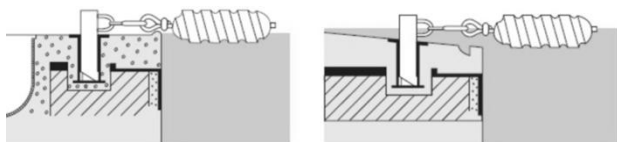
En cuanto a los elementos auxiliares que encontramos en las piscinas actuales el de mayor importancia es la escalera, ya que resulta imprescindible para facilitar la entrada y salida al vaso de los usuarios. En las primeras piscinas podíamos encontrar unas escaleras de obra en sus esquinas que se introducían en el vaso. Posteriormente, aparecieron las llamadas escalas, que se construyen con tubo de acero inoxidable y peldaños antideslizantes. La normativa regula el número de escaleras

según las dimensiones del vaso y también los peldaños que éstas deberán tener según la profundidad del mismo. La escala se coloca anclada al borde del vaso o al pavimento de las playas y a los muros perimetrales del vaso. Lo ideal es que en la construcción del vaso se prevea un retranqueo del muro en los puntos donde irá colocada para evitar que sobre salga y pueda crear molestias a los nadadores de las calles laterales.



83. Hueco en muro del vaso para escalera

Tras la escalera otro elemento imprescindible en las piscinas dedicadas a la práctica de la natación son las corcheras que delimitan las distintas calles. Para su colocación se deberán prever los anclajes necesarios en el borde de la piscina. El lugar de colocación del anclaje variará en función del sistema de rebosadero elegido.



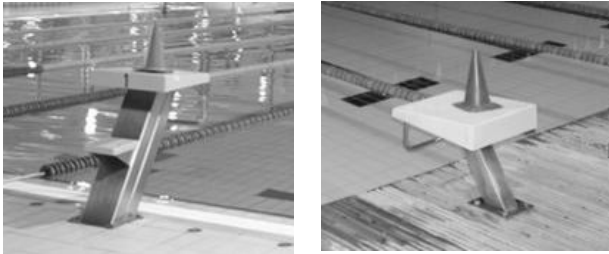
84. Posibilidades para anclaje de la corchera según el tipo de rebosadero elegido.

Finalmente cabría nombrar como elemento accesorio los taburetes de salida. Al igual que en los casos anteriores las primeras piscinas no contaban con ellos y se fueron instalando a medida que crecía el interés por la práctica deportiva de la natación. Estos elementos aparecen pues en las piscinas deportivas y la normativa establece que la distancia que debe haber entre el agua y su plano superior estará entre 50 y 75 cm.

Conseguir esa distancia en las piscinas con rebosadero vertical era relativamente sencillo ya que la superficie del agua ya se encontraba entre 20-30 cm por debajo del plano del suelo de las playas. Sin embargo, con la aparición del rebosadero horizontal, esto se complicaba y los taburetes cogen una altura excesiva. Por ello es frecuente encontrar en muchas piscinas una plataforma elevada, en el lado corto, donde están las banquetas de salida, para facilitar el acceso a éstas.



Esta plataforma es un elemento accesorio más, pero no es imprescindible y en la mayoría de piscinas actuales no la encontramos, ya que en muchas se opta por colocar banquetas de salida elevadas con un peldaño intermedio. También encontramos piscinas que aunque estén dedicadas a la práctica de la natación instalan las banquetas a menor altura que la indicada por la norma, quedando descartada la posibilidad de acoger competiciones.



86. Banqueta de 70 cm con peldaño en Piscina José Garcés y banqueta que no cumple normativa en Piscina en Laracha

Volviendo a los casos con plataforma elevada, como se aprecia en la imagen no afectaría al sistema de renovación de agua del vaso. La plataforma se coloca sobre el borde y el pavimento de las playas y el sistema del rebosadero se mantiene, ya que permite el paso del agua través de ella. Lo que sí que variará será el sistema de colocación de las corcheras ya que es la propia plataforma la que aloja los puntos de anclaje necesarios.

### 3.4. Zonas anexas

Se incluyen dentro de las zonas anexas una serie de servicios auxiliares que presenta una piscina para garantizar la seguridad e higiene de los usuarios y el buen funcionamiento de la instalación. En las piscinas actuales nos referimos a espacios como los vestuarios, las duchas, el botiquín o los almacenes de material. El diseño acertado de estos espacios es fundamental y se les deberá dar la importancia que merecen sin quedar renegados a un segundo plano.

Estas zonas han sufrido una notable evolución desde las primeras piscinas cubiertas, ganando protagonismo con el paso de los años. Así, podemos ver como en los inicios era frecuente que apenas contasen con unas casetas para el cambio de vestuario en un lateral de las propias playas de la piscina.

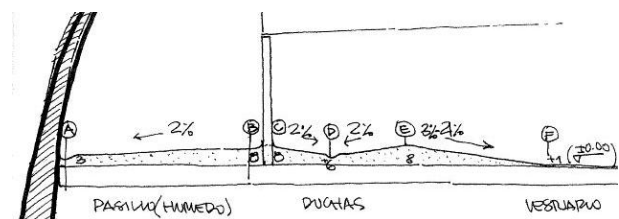


85. Cabinas laterales de vestuario Reddish Swimming Baths

Además de contar con estas cabinas de vestuario, estas piscinas solían tener un pequeño espacio con duchas comunes.

Posteriormente los vestuarios se convirtieron en cuartos específicos, a los que los usuarios accedían antes de entrar al recinto del vaso, para cambiarse. Así, los vestuarios hoy en día juegan un papel fundamental para el buen funcionamiento de la instalación.

En el diseño de los vestuarios se deberá prestar atención a aspectos como la capacidad y la distribución, pero también a la evacuación de aguas y la climatización. Una de las carencias más habituales de las piscinas actuales es la falta de espacio en los vestuarios momentos de máxima afluencia, por tanto se deberá valorar el número de usuarios de la instalación en hora punta. Además en su diseño se prestará especial cuidado al pavimento, debiendo ser higiénico y antideslizante, con el suelo dispuesto en pendiente para evitar la formación de charcos.



87. Croquis de formación de pendientes en vestuarios de piscina en Zamudio, Javier Pérez Uribarri, ACXT arquitectos

Todas las instalaciones deberán contar con vestuarios accesibles y que los recorridos desde la calle hasta estos y desde los vestuarios al vaso también lo sean. En cuanto a las características de los materiales, las paredes y suelos deberán ser resistentes al choque y lavables y para los elementos de mobiliario se evitarán todo tipo de ángulos vivos y aristas.

Las duchas son un elemento que en la actualidad aparece ligado a los vestuarios, frente a la situación anterior en la que existía un recinto para la ducha y otro para el cambio de ropa. El número de duchas deberá ser suficiente para dar servicio a los usuarios en las horas de máxima afluencia sin que se produzcan grandes esperas. La normativa regula el número necesario en función de los metros cuadrados que tenga la lámina de agua. Las duchas son un elemento que también ha evolucionado con el paso del tiempo. Así, las primeras piscinas contaban con un solo recinto con duchas colectivas separado de las cabinas de vestuario que sí que eran individuales. Posteriormente se mantuvo ese recinto con duchas colectivas pero se instalaba además alguna ducha individual, normalmente una o dos para los vestuarios de cada sexo.



68. Duchas colectivas, Reddish Swimming Baths

Hoy en día la opción mayoritaria es colocar alguna ducha colectiva en las propias playas de la piscina o justo antes del acceso al recinto del vaso y duchas individuales en los vestuarios. Pero las duchas individuales actuales son, constructivamente hablando, una especie de híbrido entre las duchas individuales y las colectivas. Así, se construye una hilera de duchas como si fuesen duchas colectivas y se les coloca a posteriori unas puertas que no llegan al suelo ni al techo y no presentan cercos. Tampoco se realizan tabiques separadores en obra. Esto simplifica la ejecución, ahorra espacio y resultan más económicas frente a la construcción de las duchas individuales cerradas tradicionales. El suelo deberá tener una pendiente del 2% hacia los sumideros que podrán ser un individuales para cada ducha o una rejilla corrida común para varias duchas.



69. Sistema actual para realizar duchas individuales

Además de los vestuarios para los usuarios lo más frecuente es que las piscinas cubiertas dispongan también de vestuarios de personal, para socorristas o monitores, aunque estos no son imprescindibles. En caso de contar con ellos, estos recintos deberán seguir las mismas recomendaciones que los vestuarios de los usuarios. Normalmente en las piscinas que tienen vestuario de personal se aprecia que se les presta menos atención, tienen dimensiones demasiado reducidas y en muchos casos no se realiza separación por sexos.



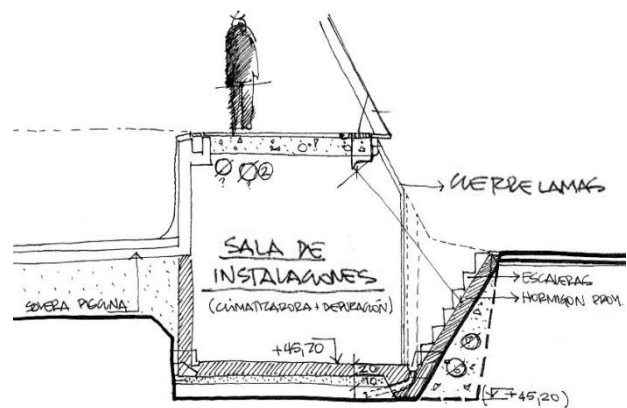
Otro elemento auxiliar que no aparecía en las primeras piscinas y en las actuales es imprescindible es el botiquín. Este recinto que apenas tiene protagonismo en la realización del proyecto, por sus escasas dimensiones, es lo que aparece regulado con mayor precisión en la normativa. Así, la norma establece desde las dimensiones mínimas que debe tener hasta cada uno de los elementos e instrumentos que deberá tener como mínimo la sala y el armario del botiquín. Normalmente se encuentra a pie del vaso de la piscina y debe contar con un lavabo y una camilla, además de espacio suficiente para realizar las curas y trabajos necesarios. En el proceso de diseño, se atención a este espacio, para tratar que tenga comunicación directa con el exterior para evacuación y emergencias, ya que si se analizan piscinas cubiertas actuales, este es uno de los principales déficits que se observan.



70. Botiquín piscina en Zamudio, ACXT Arquitectos

Otro de los espacios anexos con los que debería contar un vaso de piscina y que en algunos casos no se considera es un almacén de material. Resulta especialmente útil en piscinas de uso mixto, deportivo y educacional, como las que estamos tratando, para guardar todo tipo de material de aprendizaje o deportivo que pueda ser usado en la piscina.

Por último, se incluyen dentro de estos recintos auxiliares, los cuartos de maquinaria, instalaciones y mantenimiento. Aunque en el capítulo siguiente se tratarán temas más específicos, cabe reseñar aquí que será fundamental que estos recintos estén correctamente ventilados y comunicados directamente con el exterior, para facilitar las labores de mantenimiento y reparación en caso de avería. Es muy frecuente que estas salas se ubiquen bajo las playas de la piscina, o incluso bajo el vaso de ésta en caso de que la solera del fondo no esté apoyada en el terreno. Así, vemos en el siguiente croquis como se prevé un acceso desde el exterior al recinto de depuración e instalaciones que se ubica en este caso bajo las playas de la piscina. Además ese recinto no quedaría estanco sino que se cierra mediante una serie de lamas que permiten su ventilación.



88. Croquis sala instalaciones piscina en Zamudio, Javier Pérez

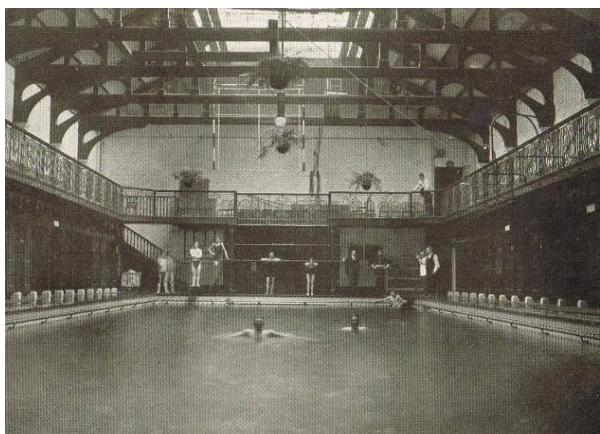
### 3.5. La cubierta

Una piscina, al igual que la mayor parte de instalaciones deportivas, requiere un espacio diáfano donde realizar la actividad sin obstáculos. Esto es sencillo de lograr en instalaciones deportivas al aire libre, pero en instalaciones cubiertas requiere de estructuras

considerables que permitan salvar grandes luces sin apoyos intermedios. Por ello el diseño de la cubierta y la tipología estructural será uno de los aspectos que más relevancia tendrán en la realización de una instalación de este tipo. La finalidad principal de la cubierta es crear un recinto interior donde ubicar el vaso de la piscina para que esta pueda ser utilizada durante todo el año independientemente de las condiciones atmosféricas.

En el tipo de piscina que estamos tratando, con vasos de 25x12,5 metros o 25x16 metros, las luces que deberá salvar la estructura están en torno a los 20 metros. Así, la estructura principal se colocará en la dirección del lado corto del vaso y salvará el ancho de éste más el ancho de las playas. Como veremos a continuación se han aplicado métodos muy diversos para la cobertura de piscinas cubiertas a lo largo de la historia, utilizando diferentes materiales y diferentes tipologías estructurales.

Las primeras piscinas cubiertas construidas a mediados del siglo XIX contaban con estructuras trianguladas para sujetar una cubierta a dos aguas sin apoyos intermedios en el recinto del vaso.



89. London Swimming Baths segunda mitad S. XIX



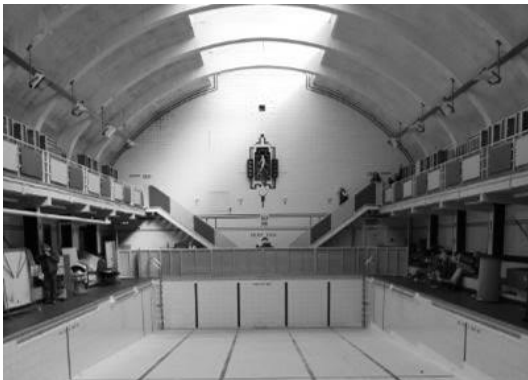
90. Redish Swimming Baths Manchester, principios S. XX

Estas cerchas planas eran metálicas y el principal problema que presentaban era su rápido deterioro debido a que no era un material apto para resistir la elevada humedad del recinto y las condensaciones que se producían en estos elementos estructurales.

En esta tipología inicial se incluía en la cubierta un lucernario longitudinal a lo largo de toda la nave, donde también se producían problemas de condensación.

A partir de 1930, se produce un cambio en las técnicas constructivas y en la tipología de las piscinas cubiertas. Esto se debe al aumento del tamaño del vaso para albergar competiciones deportivas y a las nuevas técnicas de construcción tras la aparición del hormigón armado. Así, El recinto del vaso aloja un mayor volumen de aire y la estructura deberá salvar luces mayores. Se utiliza el hormigón armado para construir grandes vigas en arco que conformarán la estructura de estos grandes recintos.

El cambio de material garantiza una mejor resistencia de los elementos estructurales frente a la humedad. El lucernario longitudinal en cubierta se seguirá manteniendo a pesar del cambio tipológico y material.



91. Chadderton Pool Manchester 1937.



92. The new Crewe Baths, 1938

Este modelo de piscina con el techo en bóveda fue el habitual a partir de 1930, ya que las luces a salvar eran considerables y las vigas en arco conseguían minimizar la cantidad de hormigón necesario al lograr un óptimo reparto de cargas.

Desde ese momento el hormigón se convierte en el material más utilizado en la construcción de piscinas cubiertas. Desbanca por completo al metal por su mejor comportamiento frente a las condiciones de humedad. A pesar de ello posteriormente con los avances en el campo de los materiales de construcción aparecen tratamientos que garantizan la resistencia del metal en ambientes húmedos, por lo que el hormigón y el metal convivirán hasta nuestros días en la construcción de piscinas cubiertas.

En cuanto a las soluciones iniciales de hormigón de cubierta en bóveda y las metálicas a dos aguas, van desapareciendo con la aparición del movimiento moderno en la arquitectura, en favor soluciones adinteladas de cubierta plana.

En el caso del hormigón, ésta pasa a construirse mediante pórticos tradicionales a base de aumentar el canto de las vigas. Un punto clave para la consolidación de esta tipología constructiva fue la aparición a mediados del siglo XIX del hormigón prefabricado. Esto simplificaba notablemente la ejecución y mejoraba los plazos de construcción.

Éste método ha llegado a nuestros días de manera que las cubiertas de piscinas con estructuras adinteladas de hormigón prefabricado sigue siendo uno de los métodos constructivos más utilizados en la actualidad para piscinas de tamaño medio, si bien la madera laminada le está ganando terreno.



93. Piscina en Manlleu, RCR arquitectos

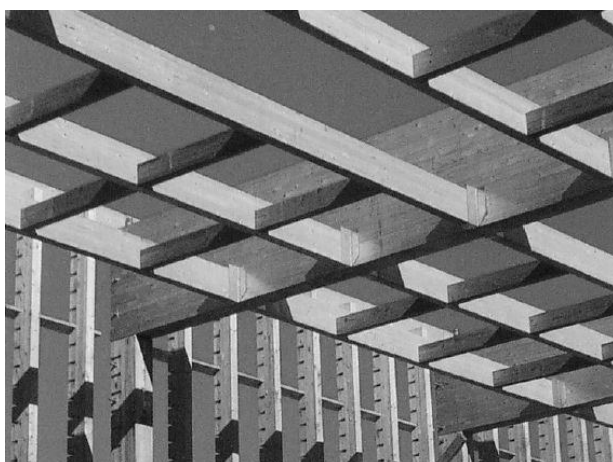
Como se aprecia en la imagen la piscina en Manlleu de RCR es un ejemplo de construcción adintelada con hormigón prefabricado. También lo es la Piscina en San Fernando de Henares de Mansilla y Tuñón.



94. Piscina Colegio Vizcaya en Zamudio, ACXT arquitectos

Pese a las grandes virtudes que ofrece el hormigón prefabricado para la construcción de este tipo de instalaciones, recientemente se está quedando en un segundo plano en favor de la madera laminada, que se ha convertido en el material por excelencia para la ejecución de la cubierta de las piscinas.

Las principales ventajas que ofrece la madera para la construcción de piscinas es que no le afectan los productos químicos como el cloro o la sal. Además crea una atmósfera más cálida que el resto de materiales y su mantenimiento es inferior.



95. Piscina en Laracha, C. Quintáns, A. Raya y C. Crespo

Estos materiales son válidos para piscinas en las que se salvan luces máximas del entorno de los 20 metros. Para piscinas de gran tamaño como son las de competición de altas prestaciones lo más frecuente es recurrir a materiales metálicos para resolver la estructura. Las luces a salvar son bastante superiores que las de las piscinas de uso mixto y se consigue una estructura más ligera y eficaz.

Los tratamientos actuales que mejoran el comportamiento del metal frente a la humedad y la correcta ejecución de la envolvente para evitar puentes térmicos que produzcan condensaciones en la estructura son fundamentales en este tipo de soluciones.

Podemos encontrar también piscinas de tamaño medio que optan por soluciones metálicas para la cubierta como las Piscinas Municipales en Pinto o La Piscina en Iurreta.

La cubierta de una piscina quizá sea su elemento más característico y ofrece múltiples posibilidades. Los párrafos anteriores muestran las soluciones más habituales a lo largo de la historia pero existen ejemplos de soluciones particulares muy interesantes.

## 4. Bienestar e higiene. Instalaciones, eficiencia energética y sostenibilidad

### 4.1. Tratamiento del agua

El agua es el elemento fundamental e insustituible de toda piscina y se deberá garantizar que se encuentra en condiciones para realizar el baño con las condiciones de seguridad e higiene establecidas por la normativa.

Es evidente que el agua estancada no tiene capacidad de autorregeneración y puede convertirse en caldo de cultivo de gérmenes y bacterias, sin embargo, el agua de la pileta no puede estar en constante renovación ya que supondría un importante coste económico y una gran carga medioambiental. Esto implica la necesidad de someter al agua a una serie de tratamientos que permitan su reutilización y garanticen su calidad y su aptitud para el baño sin ningún riesgo bacteriológico ni químico para el usuario.

Como hemos visto en apartados anteriores, ya en las primeras instalaciones existían una serie de tomas de captación en el vaso que conducían el agua a un circuito de recirculación. Es cierto que en la actualidad se evalúan multitud de parámetros, tanto físicos como químicos, para garantizar la calidad del agua y que en el pasado esto no se hacía. Sin embargo se tenía consciencia de la necesidad de garantizar la calidad del agua.



96. Sistema de recirculación, Reddish Swimming Baths 1905

Para esto se forzaba su circulación, ya que el agua estancada históricamente era considerada como agua sucia. Así, vemos en la imagen anterior los elementos puntuales de captación de agua en superficie, para eliminar posibles partículas en flotación y las tomas de impulsión en el fondo del vaso para garantizar el movimiento de todo el volumen de agua.

El agua captada pasaba por un sistema de filtros que eliminaban las partículas sólidas en suspensión y el agua se mantenía clara y limpia. Los filtros utilizados ya eran filtros de arena de funcionamiento y apariencia similar a los actuales.



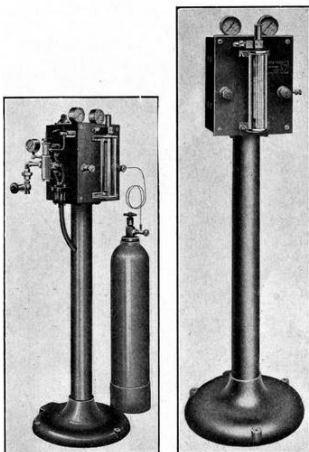
97. Filtros de arena, Reddish Swimming Baths 1905

De esta manera, en las primeras instalaciones, se realizaba un tratamiento físico del agua, pero el tratamiento químico de la misma tardaría algo más en llegar.

La primera piscina cubierta se construye en Londres en 1828, pero hasta finales del siglo XIX no se conocerían los efectos de los desinfectantes en el agua para su tratamiento. Es a principios del siglo XX cuando el agua comienza a recibir tratamientos químicos

además de físicos, tanto el agua de uso doméstico como la de las instalaciones acuáticas. El uso de los desinfectantes en el agua acaba con microorganismos y bacterias que el proceso de filtrado no eliminaba por su tamaño microscópico. Esto evitaba la expansión de enfermedades y mejoraba notablemente la calidad del agua. El método tradicional para desinfectar el agua consistía en la dosificación de ciertas cantidades de cloro y amoníaco.

En la imagen siguiente se muestran los aparatos instalados en los Sutton Swimming Baths para dosificar estas sustancias de manera automática tras el proceso de filtrado.



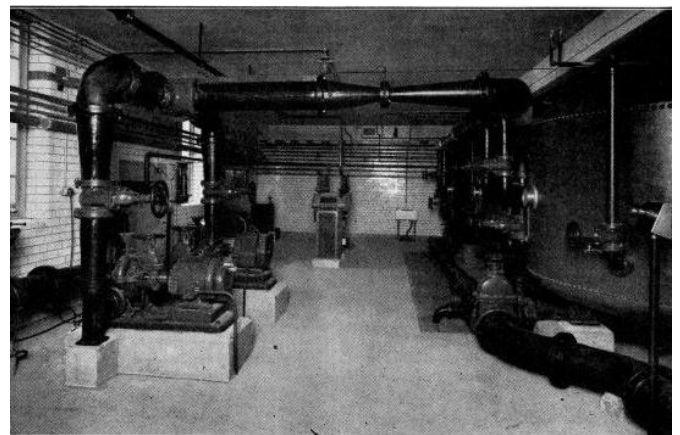
98. Aparatos de esterilización por cloro y amoníaco 1938

En la actualidad el tratamiento con cloro y amoníaco ha desaparecido ya que se comprobó que la mezcla de estas dos sustancias liberaba un humo muy tóxico y peligroso. Así, cesó el uso del amoníaco y la desinfección de piscinas se ha seguido realizando hasta nuestros días con sustancias cloradas.

A pesar de que el tratamiento por cloro sigue siendo el más usado en la desinfección del

agua de las piscinas en la actualidad, no deja de ser una sustancia nociva en dosis inadecuadas. Así, será importante realizar la dosificación exacta ya que un exceso de esta sustancia causaría molestias como picores o dificultades respiratorias a los usuarios.

Se han realizado numerosas investigaciones para buscar otros métodos alternativos que eviten el uso de cualquier sustancia nociva. Así, en la actualidad podemos encontrar tratamientos alternativos con ozono y rayos ultravioletas, pero no están muy extendidos. La primera instalación en instalar un método alternativo de esterilización con ozono fueron los Coatbridge Swimming Baths en 1938.



99. Planta de filtrado y ozono, coatbridge swimming baths 1938

En la actualidad, el agua de la pileta está sometida a un proceso continuo de regeneración artificial, basado en los siguientes aspectos:

- Filtración o tratamiento físico
- Esterilización o tratamiento químico
- Recirculación
- Renovación

El sistema de tratamiento más utilizado está basado en un circuito hidráulico en el cual el agua que contiene la piscina es recogida por los rebosaderos y conducida a un sistema de filtración por caída libre. Una vez en filtro el agua pasa por las distintas capas y es después de pasar por el filtro donde se ubican las bombas que recircularán el agua hacia el vaso. En este tramo final se suministra al agua las sustancias desinfectantes necesarias por medio de dosificadores automáticos. Generalmente el tratamiento de desinfección se realiza mediante la adición de sustancias cloradas. Antes de introducir el agua tratada en la piscina se calienta en un intercambiador.

El **tratamiento físico** del agua consiste en la filtración, recirculación y limpieza del vaso de la piscina, y tiene como objetivo eliminar las partículas en suspensión y la turbiedad del agua. La filtración consiste en hacer pasar el agua a través de un medio poroso, normalmente el agua entra en el filtro por la parte superior y desciende por gravedad atravesando el elemento filtrante, que generalmente será arena. Es frecuente que antes de llegar al filtro propiamente dicho el agua pase por un tamiz que actuará como prefiltro y eliminará las partículas y elementos de mayor tamaño como pelos o suciedad.

El **tratamiento químico** se hace necesario ya que el proceso de filtrado no es capaz de eliminar los microorganismos que puede transportar el agua como pueden ser bacterias y algas debido a su carácter microscópico. Este tratamiento de desinfección se realiza mediante sistemas de dosificación automática de una serie de productos químicos que no pueden ser añadidos directamente al vaso de la piscina. Los más comunes son los productos clorados por ser productos económicos y con gran

capacidad desinfectante. Existen otras alternativas menos agresivas basadas en el uso combinado ozono y rayos ultravioleta pero no acaban de despegar y se pueden considerar casos excepcionales los que utilizan estos métodos.

Será conveniente realizar el tratamiento físico antes de la desinfección para disminuir el consumo de desinfectante, ya que son productos peligrosos y molestos para los usuarios y los trabajadores de las piscinas.

La **recirculación** del agua deberá garantizar la renovación de agua de todo el volumen del vaso, consiguiendo una distribución homogénea y evitando zonas muertas donde pudiese quedar agua sin renovación o en régimen de estancamiento. Esta recirculación podrá ser de dos tipos, inversa o mixta. En la recirculación inversa el agua tratada se envía al vaso a través de difusores en el fondo y el agua es recogida por los rebosaderos de superficie, garantizando así la renovación de del agua superficial que es donde existe mayor nivel de contaminación. En el sistema de recirculación mixta el agua se devuelve a la piscina a través de difusores situados en las paredes del vaso y el agua se recoge por los rebosaderos y por el desagüe de fondo.

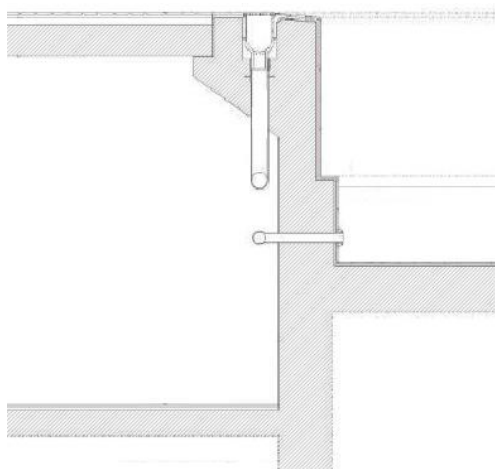


100. Piscina en Pontedeume, Vier arquitectos



La mayor parte de las piscinas del tipo que estamos tratando utilizan el sistema inverso, con las tomas de agua en el fondo y la captación por el rebosadero en superficie. Como se aprecia en la imagen anterior, las tomas se suelen integrar en las líneas de fondo que marcan las calles para ser menos visibles. En este caso concreto se colocan dos hileras de tomas de impulsión, en las marcas de las calles 2 y 5. La ventaja de esta solución es que evita impulsar agua desde las paredes y que se pueda generar alguna corriente direccional en la piscina que pueda molestar a los usuarios.

Así, es preferible la recirculación inversa frente a la mixta, sobre todo en piscinas dedicadas a la práctica de la natación, pero es muy frecuente encontrar soluciones de los dos tipos. Es cierto que en el caso de la impulsión mixta, se recurre en muchos casos a una solución intermedia en la que se realiza la impulsión desde las paredes del vaso pero a una profundidad considerable. De esta manera se impulsa el agua a una distancia muy cercana al fondo del vaso, para minimizar las corrientes que se puedan generar en superficie que puedan molestar a los nadadores. Este es el caso que se aprecia en el siguiente detalle.



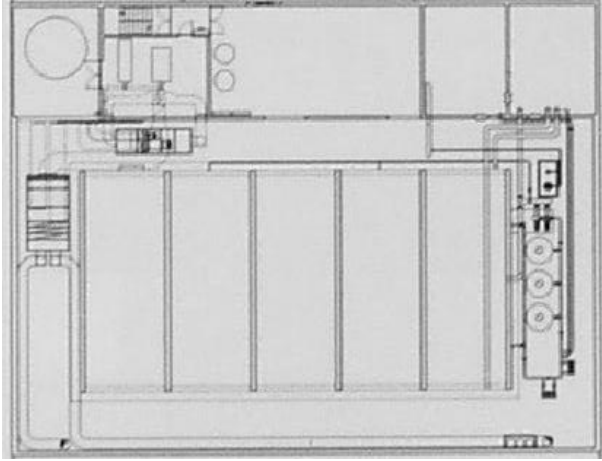
101. Piscina en San Fernando de Henares, Mansilla y Tuñón.

Estos sistemas deberán garantizar que se produce la recirculación del volumen total del agua de la piscina en un periodo determinado. El tiempo máximo va en función del uso de la misma, que varía desde los 30 minutos para vasos de chapoteo a las 8 horas para los de saltos. Para el tipo de instalaciones que estamos tratando se establece un periodo de 3 horas para las piscinas públicas y 4 horas para las semipúblicas.

La **renovación** implica la introducción de cierta cantidad de agua nueva desde la red de consumo al vaso de la piscina que normalmente se cifra en un 5% del total cada 24 horas. Este agua deberá ser potable y cumplir con la normativa higiénico-sanitaria de agua para consumo. Normalmente se debería realizar una renovación total del agua de la piscina una vez al año, así si existe un periodo de paro de la instalación es usual vaciarla para cambiar el agua y realizar labores de tratamiento y limpieza de las paredes y el fondo del vaso. Este aspecto no es aceptado en muchos casos por los gestores de las instalaciones por el gasto de agua que supone y se opta por procedimientos alternativos, como la introducción de una cantidad diaria de agua de la red de abastecimiento superior a la habitual.

En cuanto a los equipos para el tratamiento físico y químico no vamos a entrar a detallar todo lo necesario para el correcto funcionamiento de la instalación. Sí que hay que reseñar que es fundamental tener duplicidad de maquinaria para no tener que cerrar la instalación en caso de avería de algún equipo. En el proceso de diseño es fundamental contar con el espacio necesario para las instalaciones de tratamiento del agua, que será considerable.





102. Piscina en Laracha, C. Quintáns, A. Raya y C. Crespo

En la imagen se aprecia la planta sótano de la piscina en Laracha y todo el espacio reservado para la maquinaria tanto de tratamiento del agua del vaso, que aparece en el lado derecho de la imagen. Como vemos estas instalaciones requieren un espacio considerable y un buen lugar para colocarlas es bajo las playas. La zona del lado izquierdo alberga las máquinas para el tratamiento del aire del recinto.

En la imagen que se muestra a continuación vemos el espacio que queda bajo las playas de una piscina cubierta, que funciona como una galería de instalaciones. Por ella circulan los conductos de tratamiento de agua y aire.

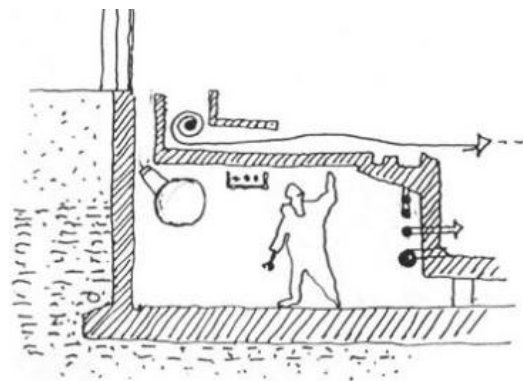


103. Piscina municipal en Pinto, Ramón Araujo

Es importante destacar también que en caso de existir varios vasos en una piscina climatizada, cada uno de ellos deberá recibir el tratamiento de limpieza, desinfección y climatización de manera independiente.

#### 4.2. Condiciones ambientales y climatización

Las condiciones ambientales del recinto de la piscina son determinantes para el bienestar y el confort del usuario. Para garantizar el confort y las condiciones ambientales que requiere el recinto del vaso, es necesario dotar al edificio de una serie de maquinaria que hacen que las piscinas cubiertas sean los equipamientos deportivos más complejos, en cuanto a instalaciones se refiere. Al igual que en el apartado anterior no se profundiza en la maquinaria necesaria para garantizar estas condiciones.



104. Piscina municipal en Pinto, Ramón Araujo

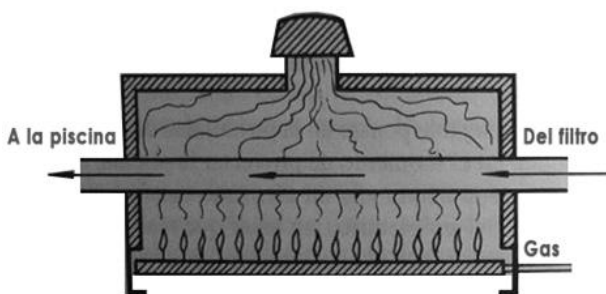
Las instalaciones de climatización tienen la función de climatizar el agua de la piscina y su entorno inmediato. Esto permite el uso de la instalación al margen de las condiciones climáticas. Los principales factores que se deben controlar para garantizar las condiciones de confort son la temperatura del aire, la humedad relativa, la velocidad del aire y la temperatura del agua del vaso.

Estos parámetros deben oscilar entre unos valores que dependen del tipo de piscina ya que los valores óptimos varían en función del nivel de actividad.

El cálculo y funcionamiento del sistema de climatización es especialmente complejo en el caso de las piscinas cubiertas. Los aspectos que deben tratarse para mantener la calidad del aire interior son la deshumidificación del aire ambiental, la calefacción del aire, la extracción del aire viciado, la recuperación de calor del aire extraído y la renovación del aire extraído con aire exterior.

Estos conceptos son relativamente nuevos, ya que en las primeras instalaciones no se prestaba tanta atención al confort de los usuarios y a las condiciones ambientales. Así, en este aspecto, las piscinas cubiertas también han sufrido una importante evolución.

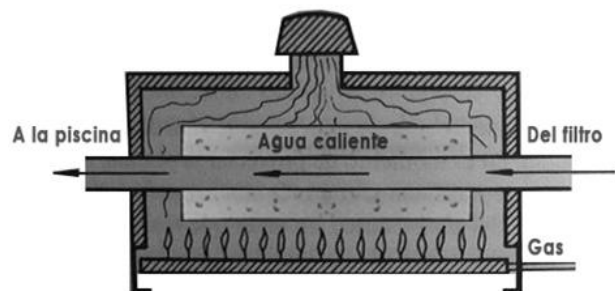
Prestaremos atención en primer lugar a la adecuación de la **temperatura del agua** del vaso, que es lo que supone la mayor parte del gasto energético en las piscinas. En las primeras instalaciones climatizadas se realizaba la climatización del agua por **calefacción directa** a gas, según se muestra en la siguiente imagen. Este es el método más elemental y antiguo para calentar el agua del vaso.



105. Calefacción directa de agua del vaso

Este método consiste en que el agua una vez filtrada, pase por un tubo a través de la caldera, que era una caja metálica en la que había un quemador a gas. El principal problema era que su rendimiento era muy bajo, ya que se producían condensaciones al entrar el agua fría por el tubo y goteaban sobre el quemador.

Tras este primer método, económico de instalar pero con elevado coste energético y de mantenimiento, se evoluciona a la llamada **calefacción indirecta**. Se coloca entre el filtro y el vaso, como en el caso anterior, pero se diferencia en que el agua fría no es calentada directamente por los quemadores. En este caso el conducto atraviesa una masa de agua previamente calentada. Este sistema conseguía evitar las condensaciones y aunque su instalación es más costosa, se amortizaba en poco tiempo por su mayor eficacia.

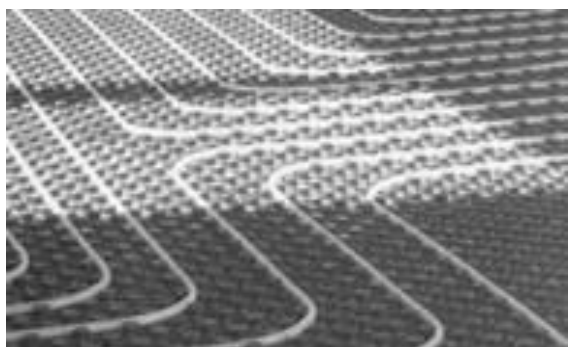


106. Calefacción indirecta de agua del vaso

Estos métodos tradicionales de calentamiento del agua directamente se vieron superados con la aparición de los **climatizadores**, que presentaban gran eficiencia concentrando las ventajas de los dos métodos anteriores. El climatizador se sigue colocando en el mismo punto, entre el filtro y las bocas de impulsión. Destaca por su elevado rendimiento y su menor coste de mantenimiento.

Hoy en día el climatizador sigue siendo el método más usado para el calentamiento de agua en las piscinas. Si bien en la actualidad se combina con sistemas de climatización por **energía solar** que calientan agua en un circuito cerrado y funciona como un intercambiador con el agua que se recircula de la piscina. Así, se consigue un importante ahorro energético ya que el agua se precalienta mediante energía solar y el aumento de temperatura que se deberá realizar en el climatizador será menor.

Se ha experimentado en busca de nuevos métodos, como el calentamiento directo a través del propio vaso. Este método consiste en un **sistema radiante** de tuberías con agua sobrecalentada empotradas en el armazón constructivo del vaso. Ha resultado ser un método directo y eficaz, pero no han llegado a ser una opción común debido a que se resolvía empotrando los tubos en el vaso y resultaban de difícil acceso para posibles tareas de reparación o mantenimiento.



107. Calentamiento directo por radiación en el fondo del vaso

Así, a pesar de las investigaciones y los avances producidos, la climatización del agua se sigue realizando de manera muy similar a la que se realizaba en los inicios, durante el proceso de recirculación. El sistema principal, aunque más eficiente, sigue funcionando con las fuentes de energía tradicionales, ya sea

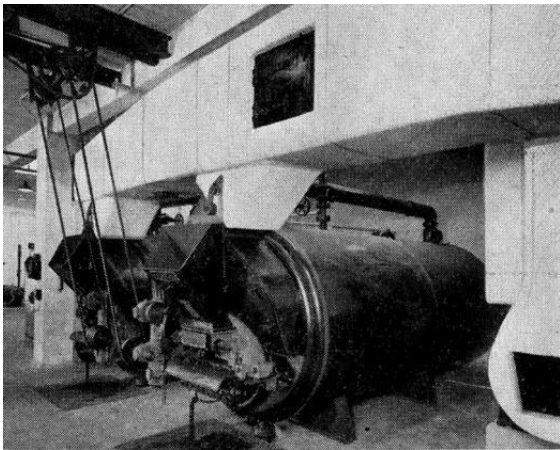
gas o electricidad y las energías alternativas solo se utilizan como sistemas de apoyo. El principal inconveniente para utilizar sistemas exclusivamente solares, ha sido la dificultad y el coste que suponía hasta hace poco acumular la energía producida. De esta manera una instalación media podía resultar prácticamente autosuficiente en días soleados, pero no contaba con reservas de energía para días de menor captación solar y requería de sistemas de energías convencionales para un servicio adecuado.

Con un sistema u otro lo que se trata es de conseguir la temperatura adecuada para el uso de la instalación dentro de las condiciones de confort. La temperatura del vaso dependerá sobre todo del tiempo de permanencia y podrá oscilar entre los 24°C y los 30°C, si bien para un vaso con un uso mixto, deportivo y de enseñanza, como los que estamos tratando, lo normal es que el agua este entre 26°C y 28°C. Valores de temperaturas de agua mayores se utilizan únicamente en vasos infantiles, ya que además de repercutir negativamente en el coste resulta más difícil garantizar las condiciones de higiene, pues el agua cálida es un medio ideal para la proliferación de gérmenes.

En cuanto a la **climatización del aire** se tratará de conseguir un sistema que garantice que el interior del recinto mantenga unas condiciones confortables para los usuarios. En las primeras piscinas la climatización del aire del recinto se realizaba mediante radiadores dispuestos en posiciones adecuadas por convección directa.

El agua del vaso también emitía calor al ambiente, ya que en las primeras piscinas y hasta la segunda mitad del siglo XX, se

calentaba ésta por encima de la temperatura del aire del recinto. Así, la propia lámina de agua actuaba como una superficie radiante que emitía calor al ambiente. Las temperaturas habituales que se mantenían en el recinto utilizando estos sistemas de calefacción estaban en torno a los 20°C, una temperatura muy baja en comparación con las que se mantienen actualmente, como veremos a continuación. El agua del vaso se encontraba normalmente en 24-26 °C en las instalaciones de principios del siglo XX.



108. Planta de calderas, Sutton Swimming Baths 1938

Las grandes calderas se utilizaban para producir el agua caliente se ubicaban según la organización inicial de las piscinas en cuartos anexos al recinto del vaso, en el extremo opuesto al acceso. Posteriormente a partir de los años 30 se comenzaron a incluir sótanos en estos edificios para albergar los recintos de instalaciones.

En cuanto a la renovación del aire, en los inicios se realizaba por ventilación natural. Como los laterales del recinto del vaso estaban ocupados por las zonas de vestuario y no era posible realizar en ellos aberturas, se ubicaban una serie de ventanas altas en los dos extremos del recinto, sobre el acceso y las

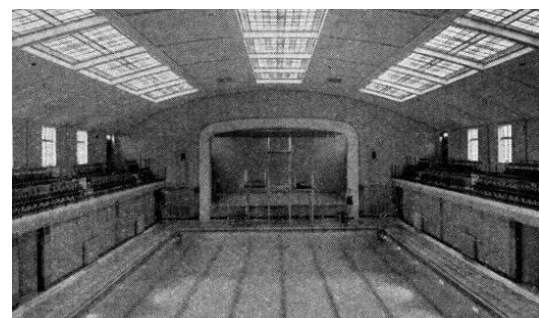
salas de calderas, que tenían menor altura que el recinto del vaso. La ventilación así conseguida era escasa y existía una elevada humedad en el recinto del vaso.

Con la llegada de las nuevas tipologías de piscina y el aumento del tamaño del recinto del vaso, se consiguieron abrir huecos en la parte superior de las paredes laterales. Esto mejoraba notablemente la tasa de renovación de aire en el recinto y disminuía la humedad.



109. Durham City Swimming Baths, 1932

A finales de los años 30 las instalaciones más avanzadas tecnológicamente comenzaron a contar con equipos de ventilación. Así, vemos en la imagen siguiente un caso pionero en el que aparecen unos ventiladores de extracción situados en el techo en un extremo del recinto



110. Sutton Swimming Baths 1938

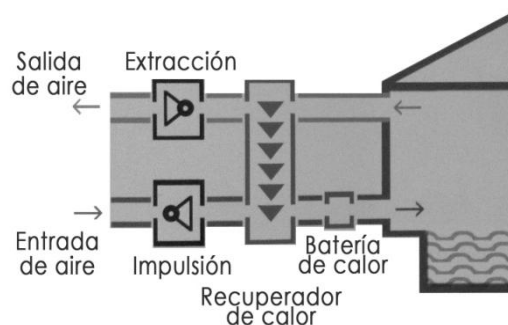
Por el otro extremo se introducía aire exterior bajo la tribuna de espectadores que previamente atravesaba un filtro y se hacía pasar por un intercambiador de calor. Así se conseguía una mayor reducción de la humedad que mediante la ventilación natural. Además se controlaba la temperatura y las condiciones del aire introducido.

Este método directo no se puede aplicar en las instalaciones actuales, ya que para cumplir las condiciones de humedad establecidas por la normativa supondría un consumo de energía muy elevado. El volumen de aire que sería necesario sustituir para lograr el grado de humedad exigido sería muy grande, de 4 a 6 renovaciones por hora para todo el recinto.

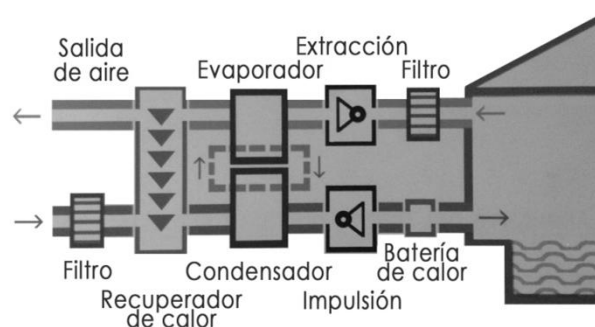
Un primer avance se produjo con la aparición de los sistemas **recuperadores de calor**, que recuperaban calor del aire que se extrae del recinto trasasándolo al aire que entra del exterior produciéndose así una ganancia térmica en este y reduciendo el coste energético.

La gran revolución en este aspecto se produjo con la aparición de los **deshumidificadores**. Estos sistemas permiten reducir la humedad del aire del recinto y evitan la necesidad de introducir cantidades tan elevadas de aire exterior para conseguir valores de humedad aceptables. A partir de su aparición solo se introduce en el recinto el aire exterior que se precise por razones higiénicas. Así, se reduce notablemente la energía consumida en su calentamiento. Hoy en día el tratamiento del aire se realiza por la llamada bomba de calor deshumectadora. La clave está en que extrae el calor del aire del recinto provocando la condensación de su exceso de humedad. Después, recupera ese calor extraído y se devuelve al recinto.

Parte del aire extraído tiene que ser renovado por aire exterior, pero el volumen es muy inferior al de los sistemas anteriores.



111. Esquema de tratamiento sin deshumidificador



112. Esquema de tratamiento con deshumidificador

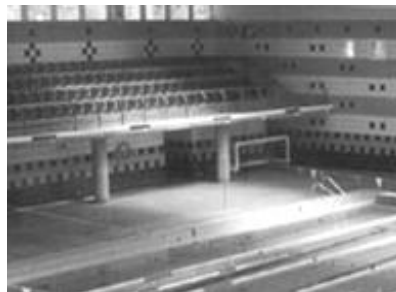
En cuanto a los valores que deben oscilar la temperatura y la humedad se establecen las siguientes condiciones. La **temperatura** del ambiente deberá estar siempre 2°C por encima de la del agua, lo que significa que normalmente estará entre 28°C y 30°C en el tipo de piscinas tratadas.

La **humedad relativa** como es obvio es bastante elevada en este tipo de ambiente. El principal condicionante es la gran superficie de agua en contacto con el aire del recinto que se encontrará a una temperatura elevada, lo que supondrá un alto nivel de evaporación. Así, la humedad relativa oscilará entre el 65% y el 80%, siendo en valor ideal el 70%. Valores superiores al 80% producen

sensación de falta de oxígeno al usuario por la elevada presencia de vapor de agua, además aumentan el riesgo de condensación en la estructura y puntos fríos con el consecuente riesgo de deterioro de los elementos constructivos. Valores inferiores al 65% producirían sensación de descenso térmico en los bañistas y no son aceptables.

Como se aprecia, las condiciones anteriores tratan de lograr el **bienestar** de los usuarios del vaso de la piscina. Los usuarios que se encuentren fuera del vaso, como socorristas, instructores y espectadores deberán adaptarse a esas condiciones ambientales, poco favorables para ellos. Debido a los elevados valores de temperatura del aire y de humedad relativa.

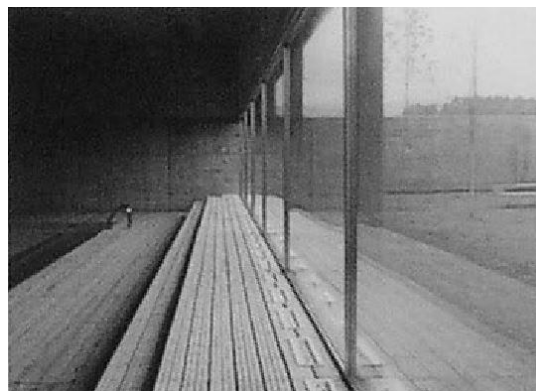
Una solución a este problema que garantizaría el confort para todos, sería la **diferenciación espacial** de los distintos usos, creando por ejemplo un cuarto de vigilancia desde el que el socorrista tuviese total control visual de la instalación o un espacio adyacente para los nadadores que realicen ejercicios físicos o de calentamiento fuera del agua con condiciones de humedad y temperatura inferiores al recinto del vaso. Esta diferenciación espacial supondría un importante ahorro energético en la instalación si al realizarla se consigue reducir el volumen del recinto y por tanto el volumen de aire a mantener en condiciones extraordinarias. Este sería el caso de las piscinas que cuentan con gradas para espectadores, ya que estas no suelen estar aisladas de las condiciones ambientales del vaso. Como esta grada se encuentra normalmente elevada y a cierta distancia del vaso, aunque no se llegase a aislar por completo, se podría impulsar el aire con mayor velocidad y a menor temperatura para mayor confort del público.



113. Disposición de graderío en piscina cubierta

En cuanto a la manera de **introducir el aire** existen dos combinaciones con las que se consigue el confort de los usuarios y que garantizan la ventilación de la lámina de agua. Una de ellas es impulsar el aire seco y caliente desde las zonas inferiores. De esta manera, como el aire caliente tiende a ascender se producirá una recirculación lógica del aire al situarse los puntos de extracción del aire más saturado de humedad en la parte superior.

Otra opción, aunque quizá sea menos eficaz sería impulsar el aire desde el techo con los impulsores apuntando hacia el suelo. En este caso las entradas de aire deberían situarse al nivel de la lámina de agua para que ésta esté siempre ventilada. Además se debe considerar que si existen zonas o puntos fríos dentro del recinto se deberán situar puntos de impulsión en sus proximidades para evitar que se produzcan condensaciones.



114. Piscina en Laracha, C. Quintáns, A. Raya y C. Crespo



115. Piscina Colegio Vizcaya en Zamudio, ACXT arquitectos

En las dos imágenes anteriores se aprecian las rejillas de impulsión al pie del paño acristalado para evitar esas condensaciones.

En cuanto al mantenimiento de las condiciones ambientales en el recinto del vaso, se debe prestar especial atención a las piscinas con **cubierta translúcida**. En este tipo de instalaciones es especialmente difícil mantener el rango de temperaturas establecido sobre todo si en el exterior hace frío, ya que se produce una gran pérdida energética a través de la superficie de cubierta, con elevada transmitancia térmica.

Durante los días soleados ocurre lo contrario y presentan grandes ganancias caloríficas, eso es un aspecto positivo por el ahorro que se puede producir en esos días en la climatización del aire, pero en ocasiones se produce un efecto invernadero que obliga a abrir para eliminar el exceso de calor. Además, se deberá prestar especial atención a la evaporación que el sol produce de las sustancias cloradas, ya que éstas pasan al ambiente y es frecuente que la piscina se quede sin cloro.

### 4.3. Orientación e iluminación

En todo equipamiento deportivo es fundamental contar con unas buenas condiciones visuales. Para esto el cuidado de la iluminación tanto natural como artificial se hace imprescindible para el buen funcionamiento de la instalación. En el caso de las piscinas cubiertas ocurre lo mismo, se deberá garantizar la correcta visión de los usuarios dentro del vaso, así como de los socorristas, monitores y posibles espectadores, desde fuera de éste.

Las primeras piscinas cubiertas se iluminaban en su mayoría a través de la cubierta, mediante **luz cenital** y los laterales del recinto del vaso eran ciegos. La luz atravesaba unos planos de material translucido de manera que el sol no incidía directamente en el recinto.



116. Old Gala Club Swimming Pool.

Con este método se conseguía una iluminación bastante uniforme en todo el recinto del vaso y se evitaban los molestos brillos y reflejos causados por la incidencia directa de la luz.

Estos medios de iluminación natural ya desde los inicios se acompañaban de un sistema de iluminación artificial mediante lámparas tradicionales, colgadas directamente del techo o ubicadas en la zona de las playas.





117. Perth Swimming Baths, 1932

Según fue evolucionando el diseño de las piscinas la iluminación cenital fue quedando relegada a un segundo plano, trasladándose las aberturas a los laterales del recinto. En un primer momento se combinaban estas aberturas laterales de tamaño medio con grandes superficies translucidas en el plano de cubierta. Con el paso del tiempo, la superficie lateral acristalada fue ganando en superficie hasta convertirse en grandes cristaleras. Hoy en día la iluminación natural en las piscinas se produce a través de **grandes ventanales** y en todo caso se incluye algún lucernario en cubierta que permita entrar algo de luz cenital. El motivo principal es que se puede conseguir un mayor control de la radiación solar incidente.

Así, hoy en día la iluminación en el recinto del vaso es fundamental, tanto para los atletas o usuarios, como para los espectadores. También para que los socorristas puedan garantizar la seguridad y poder detectar con rapidez a los bañistas con dificultades. Para esto además de una correcta iluminación se deberá revestir del fondo del vaso con piezas de colores claros.

Para ello, en la fase de diseño se deberá tener en cuenta la ubicación y orientación de ventanales y lucernarios. Lo ideal es que el eje longitudinal de la piscina coincida con la dirección este-oeste para un máximo aprovechamiento de la luz solar. En el caso de disponer en el techo de lucernarios, estos permitirán la entrada de luz de manera difusa, evitando causar reflejos y que la luz incida directamente sobre la lámina de agua.

La entrada de luz natural directa puede causar molestias por brillo, deslumbramiento o reflejo, por tanto se deberá minimizar la incidencia directa del sol en la zona de baño y en las playas de la piscina. Además de impedir la correcta visibilidad la luz directa podría alterar la composición físico-química del agua y favorecer la aparición de algas y otros microorganismos. Sin embargo es muy frecuente que en las piscinas cubiertas incida el sol directamente en el agua en diferentes momentos del día según la orientación de los ventanales, por la falta de elementos de **control solar** adecuados. Una solución acertada es recurrir a celosías que tamicen la luz y eviten la entrada de luz directa a través de estos paños de vidrio. A continuación vemos dos ejemplos en los que se colocan celosías en los ventanales según la orientación de éstos para evitar la incidencia de luz directa en el vaso.



118. Piscina en Laracha, C. Quintáns, A. Raya y C. Crespo





119. Piscinas en San Fernando de Henares, Mansilla y Tuñón

En las piscinas cubiertas con gradas, lo más frecuente es situar una gran superficie acristalada en el lado opuesto a la tribuna de espectadores para introducir la mayor cantidad de luz del exterior, algo que normalmente crea brillos y reflejos en la superficie del agua dificultando la visión de los espectadores.

Aunque como decimos la evolución ha sido en favor de la iluminación lateral, encontramos en nuestra arquitectura algunos ejemplos interesantes en los que se opta por la iluminación a través del plano de cubierta. Uno de ellos es el que se muestra a continuación, donde toda la cubierta es un plano de luz, un lucernario casi coincidente con las dimensiones del vaso.



120. Piscina en Iurreta, ACXT arquitectos

En el caso anterior, se evita el efecto invernadero ya que se dispone la cubierta de vidrio en dos capas, creándose así una cámara aislante. Esta reducirá las pérdidas de calor a través de la cubierta y evitará el efecto invernadero. Además tendrá un papel fundamental para evitar las condensaciones en la superficie de vidrio interior. A pesar de esto la incidencia solar directa no queda totalmente resuelta ya que la doble piel de vidrio que conforma la cubierta no presenta elementos de protección.

Este es un tema que también requiere especial cuidado en el caso de cubiertas traslúcidas, ya que la gran luminosidad puede llegar a resultar molesta a los usuarios, conociéndose casos en los que los socorristas deciden llevar gafas de sol en el interior de la instalación.

Así, aunque la entrada de luz natural es fundamental, se debe tener especial cuidado con el diseño y la orientación de las superficies vidriadas y también de los lucernarios de cubierta evitando el exceso de luz en el recinto.

En cuanto a la **iluminación artificial**, será imprescindible disponer de un equipo que garantice un cierto nivel de iluminación con la uniformidad adecuada para una correcta visibilidad para los momentos en que la iluminación natural no es suficiente. Lo ideal es que la iluminación artificial sirva solo como iluminación de apoyo en momentos puntuales o durante las horas nocturnas, es decir que en un día soleado no sea necesario recurrir a la iluminación artificial, con el consiguiente ahorro energético.

Se deberá prestar especial atención a sus puntos de colocación, así como a su inclinación para evitar deslumbramientos y reflejos a todos los usuarios.

Si la **iluminación es directa**, que es lo más frecuente, se deberá prestar especial atención al deslumbramiento de los usuarios al nadar de espalda. Esto se podrá evitar colocando un gran número de focos de poca potencia repartidos por todo el techo de la instalación, pero no es lo más habitual, ya que elevaría el coste inicial y el de mantenimiento.

Lo normal es colocar un número más reducido de luminarias potentes, evitando colocarlas de manera cenital sobre el vaso de la piscina. Así, lo más habitual es colocarlas en dos filas en los laterales del vaso o en todo su perímetro, como se muestra en las siguientes imágenes.



121. Piscina en Pontedeume, Vier arquitectos



122. Piscina en Laracha, C. Quintáns, A. Raya y C. Crespo

En estos caso sería importante estudiar el ángulo de incidencia de la luz para evitar las posibles molestias por deslumbramiento. Una solución muy habitual hoy en día para evitar estos problemas es recurrir a sistemas de **iluminación indirecta**.



123. Piscina en San Fernando de Henares, Mansilla y Tuñón

Así, es muy frecuente encontrarnos casos en los que se utilizan sistemas de iluminación convencionales, pero que las luminarias enfoquen hacia el techo en lugar de hacia el vaso. Así se evita la penetración de la luz directa en el vaso y los problemas derivados de ello. Como inconveniente hay que citar que estos sistemas son menos eficientes y requieren de un mayor número de luminarias y mayor potencia luminosa.

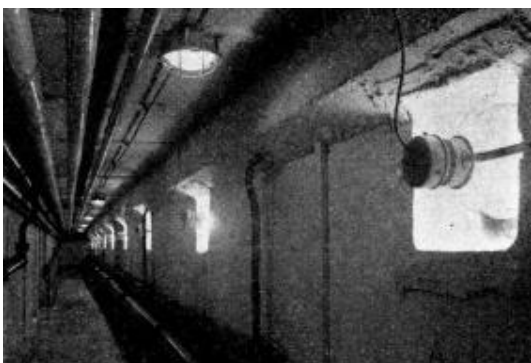


124. Piscina municipal en Pinto, Ramón Araujo

El revestimiento de las superficies en estos casos tendrá que ser de un material con elevado coeficiente de reflexión para garantizar la correcta difusión de la luz, especialmente el techo del recinto. Como vemos en las imágenes anteriores tanto en la

piscina de San Fernando de Henares como en la de Pinto, se cumple esta condición. En un caso el plano de techo es de material metálico rugoso, pero con gran reflexión de la luz y en el otro se utilizan placas prefabricadas de hormigón, con su acabado característico liso y de color claro que también garantiza la correcta difusión de la luz.

Según el uso del vaso es posible que se requiera de una correcta iluminación de la masa de agua. En estos casos se deberá optar por la iluminación directa de gran potencia y estudiando muy bien el ángulo de incidencia de la luz en el agua para asegurar su difusión en la masa de agua. En caso de optar por la iluminación indirecta, se podrá recurrir a un sistema de iluminación subacuática. Esto implica la colocación de una serie de aparatos luminosos en los laterales de la piscina. Se colocan normalmente en el lado largo de la piscina, así la luz deberá atravesar la distancia menor y se evitan además los deslumbramientos a los usuarios al realizar el viraje. Esta iluminación subacuática puede ser directa mediante focos sumergidos empotrados en la pared o a través de un diafragma lateral, en cuyo caso los focos son exteriores al vaso, ubicados en cuartos de instalaciones que quedarían bajo las playas de la piscina, adjuntos a los laterales del vaso.

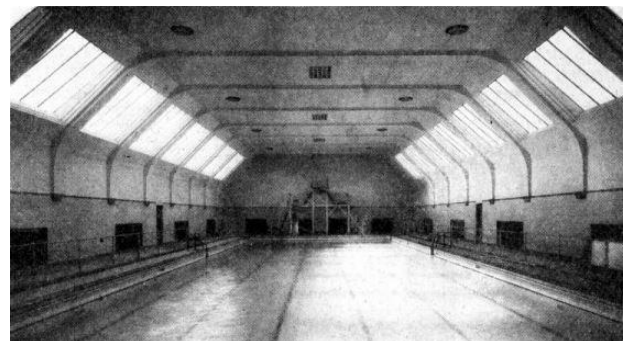


125. Sutton Swimming Baths, 1938

La imagen anterior muestra la iluminación del vaso mediante focos ubicados en una zona seca a través de diafragma, algo común en las piscinas deportivas de 1930. Las zonas bajo de las playas ya eran usadas como galerías de instalaciones, similares a las piscinas actuales.

#### 4.4 Tratamiento acústico

A lo largo de la historia no se ha prestado especial atención a los efectos del sonido en el diseño de piscinas cubiertas. Así, es difícil encontrar instalaciones que se preocupen por el bienestar de los usuarios y trabajadores de la instalación en este aspecto. El principal problema que presentan las piscinas cubiertas es que presentan amplias superficies de materiales lisos con poca absorción que parecen insustituibles.



126. Thornaby-on-tees-swimming-baths 1937

Este es el caso de los pavimentos de la zona de playas, de las superficies vidriadas y del revestimiento de las paredes del recinto, además la propia superficie de la lámina de agua resulta un elemento con nula absorción acústica. La elección de materiales se ve muchas veces condicionada, al buscar las soluciones más higiénicas y de fácil limpieza, lo que nos lleva a acabados lisos y poco absorbentes. En la imagen anterior se aprecia

todo esto y también el gran volumen de aire encerrado en el recinto que es otro factor negativo para la mejora de las condiciones acústicas.

La contaminación acústica dificulta la comunicación entre los usuarios ya que la onda sonora no es atenuada en el primer impacto y permanece en el ambiente un tiempo más largo. En la actualidad es un tema que está siendo tratado, ya que era una de las grandes asignaturas pendientes de los recintos deportivos en general y de las piscinas cubiertas en particular. Así, se trata de sustituir en la medida de lo posible las superficies duras y lisas por revestimientos porosos. Así se disminuye la reverberación y el tiempo de permanencia de la onda sonora en el ambiente.



127. Piscina en Manlleu, RCR Arquitectos

Las zonas donde se aplican estos revestimientos son fundamentalmente en los techos y en las zonas altas de las paredes. Estos son los lugares donde resulta más conveniente aplicar materiales porosos, ya que están más alejados del agua y de los usuarios. Así, en el caso de la imagen anterior se coloca un falso techo Ecophon de alta absorción acústica. Ésta es la solución más común hoy en día en piscinas que buscan

cierto acondicionamiento acústico en el recinto del vaso. Con un falso techo acústico bajo que reduce notablemente el volumen de aire del recinto y mejora la acústica del mismo. En este caso los laterales son completamente vidriados pero son habituales las instalaciones en que el acabado acústico se aplica también en la parte alta de las paredes. A pesar de ello, se siguen manteniendo superficies higiénicas y poco porosas en los pavimentos de las playas y las zonas bajas de las paredes.

El pavimento de las playas es un elemento que históricamente se ha constituido con materiales lisos y de baja absorción, pero como hemos visto en ejemplos anteriores, es posible convertirlo en una superficie más que contribuya a la absorción acústica.



128. Piscina en Laracha, C. Quintáns, A. Raya y C. Crespo

Éste es el caso de las soluciones que optaban por un pavimento a base de listones de madera. Este acabado, proporciona una absorción notablemente superior a los pavimentos habituales cerámicos o de PVC. En el caso concreto de esta piscina, se colocan también en el falso techo y en la parte alta de las paredes tableros contrachapados de 2 cm de espesor que también mejoran la acústica del recinto frente

a los acabados habituales. Así, aunque no son paneles acústicos propiamente dichos, presentan un coeficiente de absorción sonora mayor que los materiales más comunes en estos recintos, como la cerámica, el vidrio o el hormigón. A continuación vemos dos casos en los que la absorción acústica de sus materiales de acabado es prácticamente nula. Lo único que contribuye a reducir la reverberación es el apantallamiento del plano del techo.



129. Piscina en San Fernando de Henares, Mansilla y Tuñón



130. Piscina Colegio Vizcaya en Zamudio, ACXT

#### 4.5. Consumo energético y medidas de ahorro

Las piscinas climatizadas resultan ser el equipamiento deportivo con mayor consumo energético, por tanto desde la fase de diseño deberán considerarse todos los aspectos posibles para minimizar el gasto durante toda

su vida útil. La mayor parte de esa energía va destinada al calentamiento del aire interior y del agua, concretamente el 95%. El 5% restante se destina a la iluminación y a producir la fuerza motriz que garantiza la circulación del aire y el agua.

Del 95% destinado a la climatización y al calentamiento del agua, un 60% va destinado a calentar el agua del vaso, un 30% a calentar el aire del recinto y un 10% a la producción de agua caliente sanitaria. Analizando estos datos se aprecia que es fundamental aplicar todas las estrategias posibles para minimizar el consumo energético destinado a calentar el agua del vaso, pues es con diferencia lo que más recursos consume.

Se incluyen a continuación una serie de medidas y recomendaciones para aumentar la eficacia de la instalación.

En primer lugar es fundamental el **control y mantenimiento de la maquinaria** para evitar un gasto excesivo de energía. El sistema de producción de calor deberá contar con máquinas actuales que presenten un rendimiento aceptable. Normalmente, el rendimiento está en torno al 75%-80%, pero si no se mantienen los aparatos limpios y bien regulados podría descender hasta el 50% e incluso a cifras menores. Una reducción del rendimiento del 10% produciría un aumento del consumo energético del 15% aproximadamente.

Otro aspecto importante para el ahorro es el correcto **control de la temperatura del aire**. Se recomienda mantener la temperatura del aire entre 2 y 4°C por encima de la del agua. Para minimizar el consumo energético interesa que esta diferencia sea la menor posible, ya que un ligero aumento de la temperatura aumenta

considerablemente la evaporación del vaso y el usuario no nota excesiva diferencia. Cada grado de diferencia en la temperatura del aire supone un aumento del consumo energético del 2,5% del total.

También se deberá **controlar la temperatura del agua del vaso**. Ésta depende del tiempo de permanencia de los usuarios en el agua. Así, la temperatura adecuada dependerá del uso de la piscina en concreto. Normalmente se establece una temperatura del agua entre 26°C y 28°C, pero para algunos usos son bien toleradas temperaturas de 1 o 2°C inferiores. Cada grado de diferencia en la temperatura del agua supone un 5% de la energía total consumida.

Con el **control la temperatura del agua caliente sanitaria** se podría conseguir también un notable ahorro. Se considera suficiente para garantizar el bienestar y la higiene mantener la temperatura del agua en torno a 35-37 °C. Cada grado por encima que aumente esta temperatura supone un aumento del consumo energético y es frecuente en las instalaciones deportivas encontrar el agua caliente de las duchas muy por encima de esa temperatura.

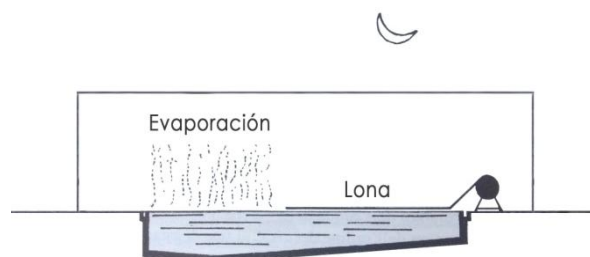
Una piscina cubierta es una instalación en la que existen conductos de agua caliente que recorren grandes distancias. El **aislamiento de los sistemas de tuberías** por los que circula este agua caliente puede suponer un ahorro de energía en torno al 3%.

La renovación del agua del vaso supone la extracción de agua que porta consigo una considerable cantidad de calor, por lo que se puede conseguir un importante ahorro utilizando un **recuperador de calor del agua**. Este calor del agua extraída del vaso puede

ser recuperado, al igual que el del agua de las duchas, para realizar un precalentamiento del agua de alimentación en un intercambiador de calor. Esta medida supondrá un ahorro energético del 2% aproximadamente.

De la misma manera se deberá realizar una **recuperación de calor del aire expulsado**. Así, un sistema análogo al descrito anteriormente puede aplicarse al aire expulsado del recinto de la piscina. Éste aire porta consigo cerca de un cuarto del calor producido por toda la instalación por lo que la magnitud del ahorro energético es considerable. La instalación de un intercambiador que permita precalentar el aire exterior introducido conseguirá una reducción del consumo del 10%.

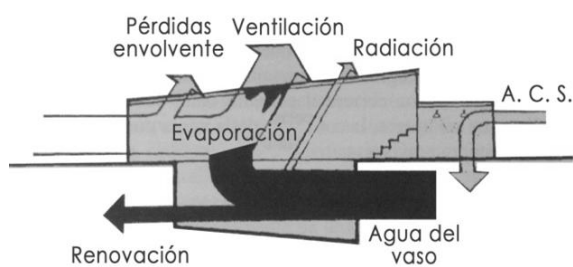
Una medida de gran sencillez que permitiría lograr un ahorro importante es la **aplicación de una cobertura al vaso**. El uso de un sistema que permita cubrir el vaso en los momentos en que no esté siendo utilizado permite limitar la evaporación y consigue reducir la pérdida de calor total del vaso en un 7%.



131. Cobertura nocturna del vaso

Mejorar las **propiedades térmicas de la envolvente** ayudará a reducir las pérdidas de calor a través de la misma. Un buen aislamiento en los paños opacos de los cerramientos del edificio tanto en paredes como en la cubierta será fundamental. Para las superficies vidriadas se optará en todo

caso por vidrios dobles con cámara. Estas medidas ayudarán a reducir las pérdidas de calor por transmisión a través de la envolvente, consiguiendo un ahorro energético que puede llegar al 10%.



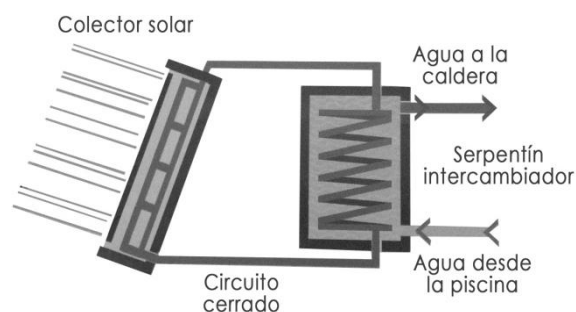
132. Esquema de gasto energético en piscina cubierta

En la fase de diseño de la instalación será fundamental **reducir el volumen de aire** del recinto del vaso al mínimo necesario. En el caso de las piscinas sin tribuna de espectadores, como los ejemplos que estamos viendo, será suficiente dotar al recinto del vaso de una altura en torno a los 4 metros. Las instalaciones que cuenten con gradas normalmente requieren de más altura para garantizar la correcta visión de los espectadores. Una medida de ahorro importante en estos casos será aislar la tribuna del resto del vaso. Esto puede reducir la cantidad de aire a mantener en condiciones de humedad y temperatura extraordinarias en torno al 10-15 % con el consiguiente ahorro energético.

También se deberá **reducir el volumen de agua** del vaso dando a este la profundidad adecuada al uso que se le va a dar. En un vaso de nado y enseñanza lo ideal es optar por un fondo uniforme con una profundidad en torno a los 1,5 metros. Esto supondría un 25% menos de agua a tratar si lo enfrentamos a un vaso de las mismas dimensiones en que tenga una profundidad de 2 metros. Para

vasos en los que se requiera una profundidad para realizar saltos o prácticas de buceo, se recurrirá a vasos con fondo de cuchara o vasos en pendiente. Así se minimizará el volumen de agua a la vez que se podrán realizar todas las prácticas requeridas.

Por último, la medida de ahorro más eficaz es el **uso de energía solar**. Esta medida de ahorro está muy implantada hoy en día, a pesar de que no es frecuente encontrar piscinas climatizadas que funcionen únicamente con sistemas de energía solar. Así, los sistemas principales de producción de energía siguen siendo los tradicionales de gas o electricidad. Sin embargo se utilizan los sistemas solares como apoyo. Su aportación variará según la instalación, superficie y orientación, pero puede suponer un ahorro entre el 15% y el 40% del total.



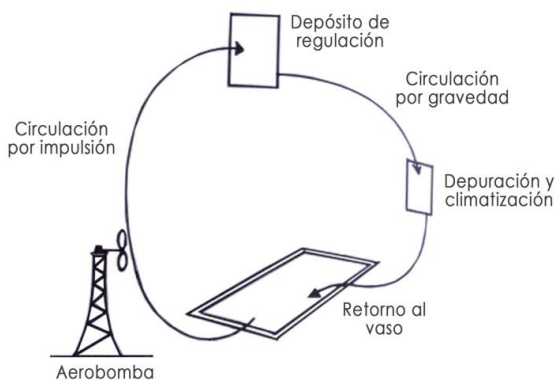
133. Captador solar para precalentamiento de agua del vaso

En este tipo de instalaciones los sistemas solares precalientan el agua hasta una determinada temperatura para que luego el aumento que tenga que hacer la caldera sea menor, con el consiguiente ahorro energético.

El principal problema Existen otros sistemas alternativos de energía que no acostumbramos a ver en las piscinas, pero que se pueden instalar para conseguir un

mayor ahorro, como es el caso de la **energía eólica**. Es posible crear un sistema mecánico que accione el bombeo del agua de la piscina mediante una instalación eólica. Así, se consigue que circule el agua por el circuito de recirculación sin la necesidad de consumir energía eléctrica. El porcentaje de ahorro total no es tan elevado como en los casos que reducen la energía necesaria para calentar el agua del vaso o el aire del recinto. El rendimiento óptimo de este tipo de sistemas se producirá en zonas donde sean frecuentes vientos constantes en torno a los 20 km/h.

Como se aprecia en la siguiente imagen el sistema impulsaría el agua captada del vaso hasta un depósito de regulación elevado y a partir de este circularía por gravedad. Así, el agua pasaría por el sistema de depuración y climatización antes de volver al vaso.



134. Esquema de instalación eólica en piscina cubierta

Además de estas consideraciones generales, se deberá prestar atención a los **avances tecnológicos** en los elementos auxiliares y en las instalaciones. Estos avances suelen ir ligados a un menor consumo de recursos.

En cuanto a la **iluminación**, utilizando la iluminación por LEDs se puede conseguir un ahorro importante de energía, en torno al 80% frente a los sistemas convencionales

La **elección de la maquinaria** más avanzada para las instalaciones de climatización y de depuración también supondrá un ahorro energético considerable.

Así, por ejemplo, la sustitución de los tradicionales filtros de arena de sílex por **filtros de vidrios** reciclados. El uso del vidrio como elemento filtrante reduce el mantenimiento y por tanto el consumo de agua en su limpieza.

Será imprescindible también para reducir la carga de trabajo del filtro el uso de un **prefiltro**. Éste dispositivo retiene gran parte de las impurezas presentes en el agua, así el filtro tarda más en ensuciarse y se reduce la necesidad de mantenimiento, lo que conlleva una reducción del consumo de agua.

También comienza a implantarse el uso de **variadores de frecuencia**. Estos permiten ajustar el caudal de recirculación de agua en la piscina reduciendo el consumo a la vez que se consigue aumentar la calidad de filtración y la durabilidad de los equipos utilizados. Normalmente se establece la necesidad de recircular el volumen completo del agua del vaso cada 3 o 4 horas para mantener la calidad de la misma si la piscina está muy concurrida, pero en momentos de poca afluencia el variador de frecuencia permitiría reducir ese caudal.

En cuanto a las **bombas** de recirculación, la elección de equipos que permitan adaptar su velocidad de trabajo a los requerimientos reales de cada momento logrará un ahorro en torno al 65% de energía eléctrica en su funcionamiento.

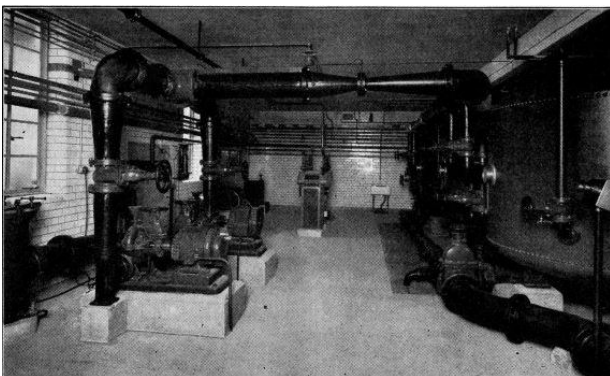
Los sistemas de **desinfección del agua alternativos** al cloro también son medidas de ahorro y sostenibles.



La desinfección por **electrólisis de sal** es un método novedoso que destaca porque parte de dos elementos naturales, el agua y la sal. El sistema funciona de manera que al diluir sal en agua y hacer pasar esta mezcla por unos electrodos, la sal se convierte en hipoclorito sódico. Esto es un desinfectante activo que destruye algas, bacterias y hongos. Sus ventajas son la producción del desinfectante in situ, lo que ahorra todo el proceso de compra, transporte y manipulación del cloro.

Otro sistema que permite la reducción del cloro necesario se basa en la desinfección por **luz ultravioleta**. Con estos sistemas se reduce la dosificación de cloro en un 30%, así al reducirse la presencia de subproductos derivados de la desinfección, el vaso contará con un agua de mayor calidad y permite ahorrar hasta un 50% del agua de reposición.

La desinfección por **ozono** es otro sistema alternativo al cloro que se combina habitualmente con la desinfección por luz ultravioleta. La investigación en estos métodos alternativos no es algo reciente, sino que comienza ya en la primera mitad del siglo XX. Así, en la siguiente fotografía podemos apreciar una planta de filtración y esterilización por ozono en una instalación del año 1938.



135. Coatbridge Swimming Baths 1938

Cabría citar también nuevas formas de producción de energías alternativas que están evolucionando en los últimos años como son la geotermia y la aerotermia. Éstas energías parecen ser el caminos a seguir para el ahorro energético en un futuro próximo.

La **energía geotérmica** es la que se consigue al aprovechar el calor interior de la tierra. La inversión inicial es alta porque normalmente la instalación tiene que alcanzar una gran profundidad para llegar a las capas internas, pero a largo plazo se rentabiliza con el menor gasto energético. En España existen piscinas municipales construidas en los últimos años que aprovechan la geotermia. Un ejemplo es la Piscina municipal de Orihuela donde la instalación desciende a 100 metros de profundidad para llegar a un estrato donde la temperatura es de 27-28 °C en invierno y se aprovecha para calentar agua del vaso.

Otro método de producción de energía de reciente aparición es la **aerotermia**, que consiste en aprovechar la energía térmica acumulada en el aire exterior. Esta energía puede ser extraída por las bombas de calor para la producción de calor o frío. La principal ventaja es que es una energía renovable e inagotable que se puede obtener en grandes cantidades. Así, se extrae el calor del aire para calentar agua, de manera que alrededor del 80% del calor generado es gratuito. Estos sistemas de producción no están muy extendidos ya que es un descubrimiento reciente y no se conocen ejemplos de aplicación en piscinas cubiertas.

Finalmente como avance tecnológico de reciente aparición que permite optimizar el consumo energético hay que citar los **sistemas domóticos de control**. Con ellos se facilita el

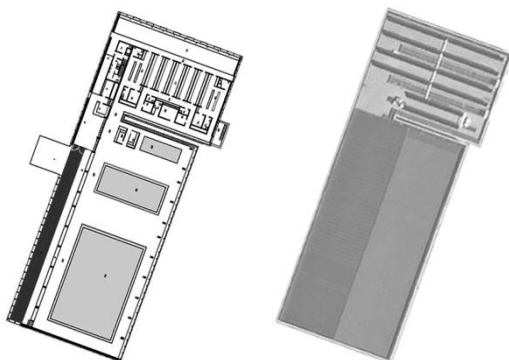
control de parámetros como la temperatura del aire y del agua, la humedad del ambiente, el nivel de iluminación o los niveles de CO<sub>2</sub>. La función de estos sistemas sería regular de manera automática las instalaciones del edificio y su mantenimiento para una mejor gestión energética.

La aplicación de las medidas de ahorro citadas junto a un acondicionamiento pasivo de los edificios adecuado, lograría reducir el elevado coste de mantenimiento que tienen normalmente las piscinas cubiertas. Aunque estas medidas suponen un aumento inicial en el presupuesto, se amortizan durante la vida útil de la instalación.

La instalación de las medidas anteriores es opcional. La única de obligado cumplimiento en España en la actualidad es la instalación de placas de captación solar. En 2006 entro en vigor la normativa que obliga a incorporar la energía solar para cubrir un mínimo de la demanda de A.C.S. El aporte varía entre el 30% y el 70% según la zona climática en la que se encuentre la instalación.

De los ejemplos estudiados, el único que cuenta con captadores solares es la Piscina cubierta en Manlleu, ya que los demás son anteriores a la entrada en vigor del CTE.

Uno de los principales inconvenientes de los colectores solares es el impacto visual en el medio. Como se aprecia en la imagen, en este caso concreto quedan ocultos, ya que se integran en una zona de la cubierta, sobre el volumen de menor tamaño de acceso y vestuarios.



136. Piscina en Manlleu 2007, RCR arquitectos

## 5. Aplicación a un caso concreto. Piscina del Colegio Vizcaya en Zamudio (ACXT)

### 5.1. Aspectos generadores del proyecto

Se realiza en esta última parte del estudio un análisis más profundo del funcionamiento y planificación de una piscina cubierta. Se escoge la piscina del Colegio Vizcaya como un ejemplo de interés arquitectónico y constructivo, en el que la aparente sencillez con la que se resuelve el edificio permite centrarnos en la esencia de este tipo de instalaciones.

Además de esto es un edificio en el que la sostenibilidad y la eficiencia energética están presentes desde la forma constructiva óptima para minimizar el consumo energético de las instalaciones hasta la elección de los materiales, duraderos, de bajo coste y de sencillo mantenimiento.

El proyecto surge de un concurso privado convocado por el colegio. Tres premisas iniciales condicionan todas las decisiones. En primer lugar una rápida ejecución para no poner en peligro a los alumnos con el desarrollo de las obras y evitar entorpecer el curso académico. En segundo lugar la búsqueda de una solución económica tanto para los elementos constructivos como los materiales de acabado. Por último se buscaba ampliar la zona de juegos existente utilizando la cubierta de la piscina como base.



137. Piscina Colegio Vizcaya en Zamudio, ACXT

Para cumplir los objetivos de economía y rapidez se recurre a una estructura de hormigón prefabricado. La decisión de enterrarla se deriva de la posibilidad de conseguir así unas condiciones idóneas de aislamiento térmico que ayuden a mantener una temperatura interior constante y a la vez permite colocar sobre la tierra que cubre el edificio la superficie de juegos superior.

El edificio enterrado se resuelve como si se tratase de la construcción de un falso túnel. Se utiliza el sistema en forma de bóveda típico de los túneles prefabricados de obra civil que permite realizar de una misma vez el techo y los muros perimetrales. Así, se reduce a solo dos semanas la construcción de la estructura.

En cuanto al programa de usos, la instalación es de carácter semi-público y solo podrán acceder a ella los usuarios del colegio. Por ello irá dirigida principalmente a personas en edad escolar y su uso mayoritario serán los cursillos de natación en horario de educación física o como actividad extraescolar. Esto explica las reducidas dimensiones del recinto del vaso. Éste no cuenta con gradas para espectadores y las playas laterales se reducen a dos pasillos mínimos, de 1,20 m. para permitir la circulación de los monitores y socorristas.

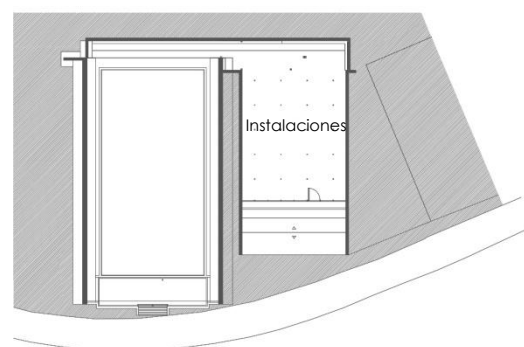
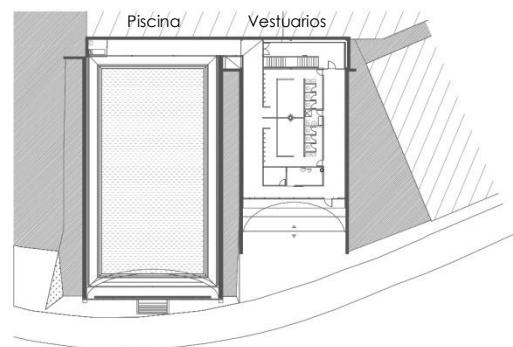
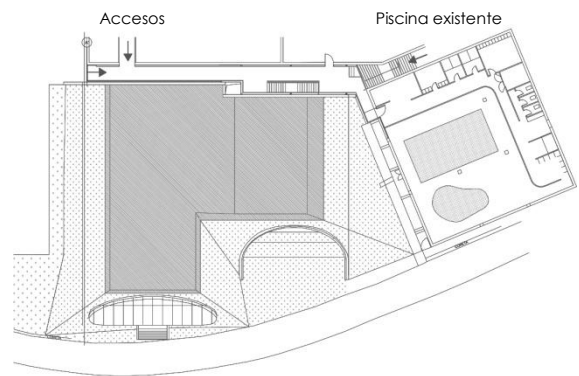
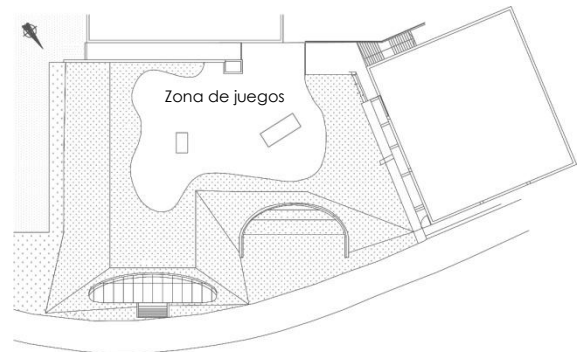
La instalación cuenta con los espacios básicos para su correcto funcionamiento, el recinto del vaso, la zona de vestuarios, un botiquín y los cuartos de instalaciones y mantenimiento. El vaso se encuentra en la bóveda principal, mientras que los vestuarios se ubican en una segunda bóveda, de dimensiones más reducidas en cuyo sótano está la sala de instalaciones. Ambas bóvedas se unen por un pasillo que sirve tanto para acceder a la piscina como para conectarla con los edificios existentes.

El colegio contaba ya con dos pequeñas piscinas en el edificio anexo del polideportivo, por lo que se descarta la construcción de un vaso principal y otro de enseñanza. La instalación tendrá un único vaso de 25x12,5 m y una profundidad entre 1,30-1,55 m. Será un vaso de uso polivalente para la enseñanza y la práctica de la natación. Estas profundidades son las idóneas para permitir el máximo de usos con el mínimo volumen de agua. Además de la práctica de la natación permiten realizar actividades acuáticas varias y rehabilitación.

En cuanto al diseño de los vestuarios, se han separado completamente los recorridos de pies mojados y de pies secos. Los aseos se disponen junto a la zona de pies secos. Las duchas son comunitarias y adoptan la forma de un ancho pasillo de obligado paso antes de entrar a la piscina.

Bajo la zona de vestuarios se ubica el cuarto de instalaciones que albergará la mayor parte de la maquinaria de tratamiento de agua y de climatización del aire. Un segundo cuarto de instalaciones se ubica bajo una de las playas de la piscina. La característica más destacable de estos recintos es que están perfectamente ventilados y comunicados directamente con el exterior, de manera que se pueden realizar tareas de reparación y mantenimiento sin interferir en la actividad del edificio.

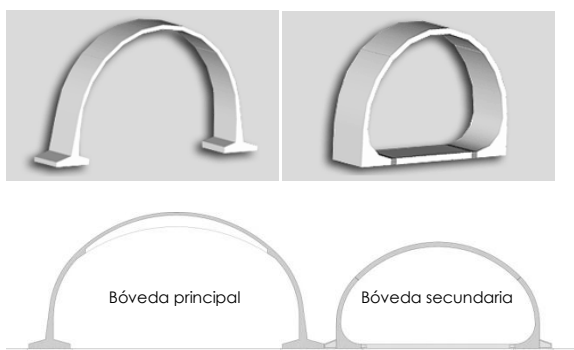
Finalmente como último componente del programa podemos citar la zona de juegos superior, que aunque pertenece más al colegio que a la piscina, se genera a partir de la construcción de ésta. Así, se crea una zona verde de juego, al mismo nivel que el patio del colegio, delimitada por una valla para evitar riesgos de caída por los taludes laterales del edificio semienterrado.



138. Plantas cubierta, intermedia, principal y sótano

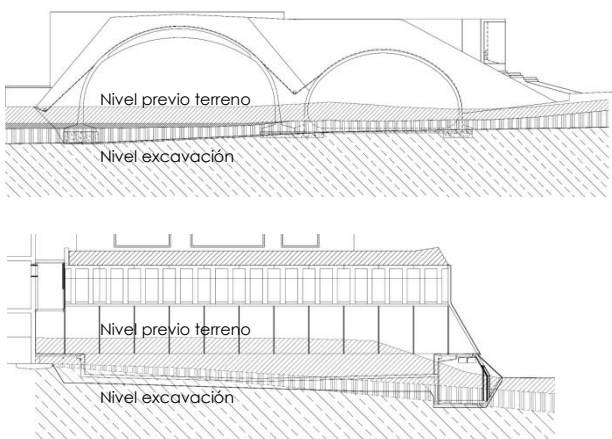
## 5.2. Tecnología y construcción

El proceso constructivo es sencillo. Se recurre para la estructura a una solución recurrente en túneles de carretera y ferroviarios. Esto consiste en crear una sección en arco usando tres piezas de hormigón prefabricado. La colocación sucesiva de esta sección tipo genera un espacio abovedado interior que acogerá todos los usos del edificio. Se generan dos bóvedas similares, una principal para el vaso y otra secundaria para los vestuarios e instalaciones.



139. Elementos constructivos de la bóvedas

El primer paso de este proceso consiste en excavar para generar el espacio que ocupará la nueva piscina y llegar al nivel base sobre el que apoyará la estructura. Una vez alcanzado ese nivel, se realizan unas zanjas de hormigón en masa que servirán de asiento para las piezas prefabricadas.



140. Secciones y movimiento de tierras



141. Proceso constructivo del elemento estructural

Ambas bóvedas se generan a partir de tres piezas que generan la sección en arco. Estas piezas encajan unas con otras a hueso, sin piezas de unión y una vez generada la bóveda se solidarizan terminando de hormigonar in situ las piezas de base que transmitirán las cargas al terreno. El diseño de éstas surge de la colaboración con Prefabricados Lemona que modifica la geometría de sus modelos básicos para la realización de túneles para adaptarse a las necesidades geométricas y dimensionales de este edificio enterrado. En primer lugar se realiza la bóveda que acogerá el vaso y en segundo lugar la de los vestuarios.

Existen algunas diferencias entre ellas, ya que esta segunda cuenta con una solera apoyada en el terreno que dará soporte a la planta de instalaciones. Esta solera realizada in situ solidariza toda la estructura.



Tras las dos semanas que lleva esta primera fase, se rellenan las juntas exteriores entre las piezas y se pasa a la construcción de los elementos interiores de las bóvedas.

Bajo la bóveda principal se coloca una capa de relleno que servirá de asiento para el vaso de la piscina y se pasa a la ejecución del mismo. El vaso se realiza completo de hormigón armado in situ, tanto la losa de fondo, como las paredes y el rebosadero. Previamente se colocan en la capa de relleno los tubos de desagüe e impulsión de agua y se al hormigonar el vaso se prevén los taladros necesarios .



142. Proceso constructivo del vaso de la piscina

En la imagen se aprecia como la realización del rebosadero in situ complica la labor de encofrado frente al uso de piezas prefabricadas. Una vez realizado el vaso se pasa a la ejecución del forjado de las playas. Este se compone de un forjado de chapa colaborante y no apoya en el terreno, sino que bajo el se deja una galería de paso para las instalaciones. El forjado se sostiene por un lado por una ménsula que sale de las paredes del vaso y por el otro mediante un perfil angular en "L" anclado a la bóveda estructural mediante unos anclajes especiales Hilti.

Paralelamente se trabaja en la bóveda secundaria. Sobre la losa que servirá de base para la planta sótano se coloca una estructura metálica que soportará el forjado intermedio. Esta estructura se compone de una retícula de 3x3 m de pilares metálicos cuadrados de 8x8 cm de sección hueca. Sobre estos finos pilares apoyan las vigas IPE 160 que soportan el forjado intermedio de los vestuarios de chapa colaborante.

Al igual que en la bóveda principal el encuentro de este forjado intermedio con las piezas de la bóveda se resuelve con un angular fijado con un anclaje especial Hilti.



143. Armado para losa de bóveda secundaria



144. Estructura metálica para forjado intermedio sobre losa

Con la estructura y los forjados ejecutados, se pasa a la fase de colocación de instalaciones y acabado interior. Para los pavimentos se recurre a un acabado de pintura con resina epoxi que se aplica directamente sobre el hormigón de formación de pendientes, al que se dará un acabado pulido. En cuanto al acabado del vaso se opta por una lámina de PVC, que al igual que sucedía con el acabado de los pavimentos, resulta una solución más económica y de rápida ejecución que los habituales revestimientos de gres. La lámina de PVC se fija con unos perfiles metálicos al borde del rebosadero. Para su correcta colocación es fundamental que el replanteo del vaso y la ejecución hayan sido de total precisión. Antes de colocar esta lámina se aplica al armazón del vaso una capa de producto impermeabilizante y posteriormente un enfoscado de mortero hidrófugo para pulir las irregularidades constructivas del hormigón.

Mientras se finalizan los trabajos de acabado e instalaciones se colocan las carpinterías de cierre del espacio interior. Estos elementos serán los únicos que tendrán presencia visual desde el exterior una vez se realice la fase final de relleno de tierras. Así, se mostrarán como dos ojos, uno de la piscina y otro de los vestuarios y serán la única evidencia de que existe una construcción bajo la colina.



145. Impermeabilización y aislamiento de las bóvedas

Como se aprecia en la imagen anterior, antes de proceder al vertido de tierra sobre las bóvedas de hormigón se deberá asegurar su aislamiento y estanqueidad. Para ello se realiza una impermeabilización de toda la estructura con una lámina de EPDM. Sobre esta capa impermeabilizante se colocará también una capa de aislamiento, a pesar del efecto bodega que ya crea el hecho de ser un edificio enterrado. Para ello se opta por el poliuretano proyectado para poderse así adaptar perfectamente a la curva de las bóvedas.

Finalmente se lleva a cabo el proceso de vertido de tierras con material de relleno seleccionado. Se colocan unos sistemas de drenaje enterrados para evitar que el agua filtrada desde la superficie llegue a las bóvedas y se realiza como elemento final la superficie de juegos sobre la piscina.

### **5.3. Instalaciones y sostenibilidad.**

El edificio se encuentra semienterrado bajo una capa de tierra de espesor variable entre 1 y 4 metros. Esto dota al diseño de unas condiciones inmejorables para el aislamiento térmico y la estabilidad de la temperatura interior durante todo el año por el efecto bodega. Esta es la principal ventaja de construir el edificio enterrado ya que se consigue un importante ahorro energético.

Por otra parte, de esta situación también surgen inconvenientes, como la falta ventilación y de luz natural. La falta de ventilación no preocupa demasiado, ya que una piscina cubierta necesita una tasa de renovación de aire muy elevada y la ventilación se realiza siempre de manera forzada con extractores e impulsores de aire.

En cuanto a la falta de luz natural sí que es una carencia que se aprecia en esta instalación y se requiere durante todo el día el apoyo de la instalación de iluminación artificial. Un único ventanal a norte en un extremo de la bóveda se abre al paisaje y capta la luz indirecta de esta orientación, pero no aporta un nivel de iluminación suficiente para todo el recinto.



146. Instalación en funcionamiento

No obstante esto también presenta aspectos positivos ya que nunca incide la luz de manera directa en la lámina de agua ni en las playas y se evita la posible aparición de algas y otros microorganismos. Por el contrario la radiación solar que recibe el recinto es nula y las instalaciones deberán realizar todo el trabajo de climatización.

La climatización y renovación del aire en el recinto del vaso se realiza mediante los métodos actuales con bomba de calor deshumectadora. El aire se impulsa desde la parte superior, en el extremo opuesto de la cristalera y el retorno se coloca en el extremo opuesto, empotrado en el pavimento, a los pies de la cristalera. Además otra rejilla de manera independiente se ocupa de climatizar la cristalera para evitar condensaciones impulsando aire hacia ella.

En la bóveda secundaria dos conductos impulsan aire a los vestuarios desde los pasillos laterales y el retorno se coloca en el centro, entre los dos vestuarios. El aire extraído no se expulsa al exterior, solo una pequeña parte. El resto se somete a un proceso de deshumectación y mezclado con cierta cantidad de aire exterior se calienta y se vuelve a introducir en el recinto.



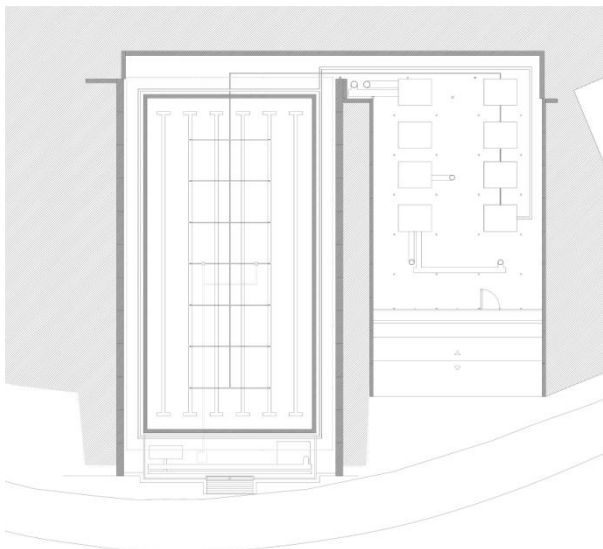
147. Iluminación y ventilación en bóveda secundaria

Un aspecto positivo que presenta el edificio es el volumen de aire a tratar. Tanto la bóveda principal como la secundaria tienen el tamaño preciso para poder desarrollar las actividades a las que están destinadas. Así, la zona del vaso presenta una altura máxima en el centro de 5,5 metros y la de los vestuarios de 4 metros, pero la geometría elegida reduce esa altura en los laterales y optimiza el volumen de aire.

El tratamiento del agua se realiza por los métodos habituales, filtrado con filtros de arena, desinfección por cloro y climatización con uso de energías tradicionales. La instalación no cuenta con elementos de captación de energía solar para reducir el consumo energético ya que el proyecto se ejecuta en 2002, antes de que entrase en vigor el CTE y la obligatoriedad de la instalación de placas solares.



La recirculación del agua se produce de manera que el agua captada por el rebosadero se conduce al sótano de la bóveda secundaria, allí pasa por las instalaciones de filtrado, desinfección y climatización para ser impulsada de nuevo al vaso. La impulsión se realiza mediante 14 boquillas situadas en el fondo del vaso a lo largo de las líneas que marcan las calles 2 y 5. Esta impulsión desde el fondo garantiza la recirculación de toda la masa de agua, sin zonas muertas dentro del vaso y evita la formación de corrientes.



148. Esquema de impulsión de agua

En los momentos de máxima afluencia deberá garantizarse la renovación total del agua del vaso cada 4 horas. Además de esto, cada día se deberá introducir una cantidad determinada de agua nueva, de la red y retirar la misma cantidad del agua del vaso. Este agua se retira mediante los desagües del fondo y se vierte a la red de saneamiento. El agua del suelo de las playas y de las zonas húmedas también se recoge mediante canaletas independientes y se conduce a la red de saneamiento.

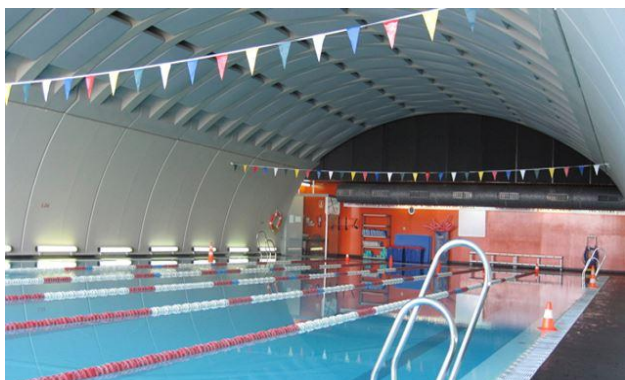
En cuanto a la iluminación como se ha dicho es uno de los puntos más delicados de los edificios enterrados. En este caso, un gran ventanal a norte en cada bóveda capta la luz del exterior pero resulta insuficiente y el sistema de alumbrado artificial está encendido de manera continua.

En el recinto del vaso se opta por un sistema de iluminación indirecta con dos líneas de fluorescentes situados en los pies de la bóveda. Las ventajas son que nunca existe deslumbramiento de los nadadores y arquitectónicamente resulta una solución muy integrada y colocada en el lugar preciso, acorde con el espacio interior. Por contra se necesitan colocar mayor número de elementos y de mayor potencia que si se optase por una iluminación directa y aún así el nivel de visibilidad para los usuarios resulta algo justo ya que el índice de penetración de la luz en la masa de agua es nulo. Sí que se produce una correcta difusión de esta en la superficie de la bóveda al presentar un acabado liso y de color claro.

En la bóveda secundaria la iluminación se realiza de manera directa desde cinco hileras de fluorescentes colocadas en el techo. Estos tienen menos potencia que los anteriores pero el espacio resulta mucho más iluminado. El inconveniente que presentan es que la integración de estos elementos en el espacio no es comparable a la que se produce en el recinto del vaso.

Tras este análisis de la instalación la valoración como edificio sostenible resulta dudosa. Por un lado la solución del edificio semienterrado presenta las ventajas de eliminar las puntas térmicas manteniendo la temperatura constante, pero por otro limita la captación de radiación solar.

En cuanto a los materiales elegidos para la construcción sí que lo podemos considerar un ejemplo sostenible por su economía, su escaso mantenimiento y por la elección de empresas de la zona para el suministro y ejecución. A pesar de ello, aunque los materiales y acabados elegidos en ese aspecto son positivos, se aprecia en las fotografías actuales de la instalación como la construcción en hormigón prefabricado necesita de superficies absorbentes para reducir la contaminación acústica y la reverberación del sonido. En este caso, el hecho de no haber previsto superficies absorbentes en el proceso de diseño ha supuesto la adición posterior de una serie de elementos que diluyen la potencia inicial que presentaba el elemento constructivo de la bóveda.



149. Instalación posterior de paneles acústicos

El punto débil en cuanto a la sostenibilidad del edificio viene al valorar las instalaciones, sobre todo en el caso de las instalaciones de tratamiento de agua.

El tratamiento del aire se realiza de la manera habitual hoy en día, mediante bomba de calor deshumectadora con intercambiador de calor. Éste sigue siendo el método que menor gasto energético requiere para garantizar los niveles de humedad y temperatura del aire interior.

El sistema de tratamiento del agua en cambio saldría peor parado de esta valoración debido a los avances que se han producido desde la construcción de la instalación. Tanto la climatización del agua, como los procesos de filtración y esterilización se realizan de la manera más tradicional y sin el apoyo de energías alternativas de ningún tipo. Sabiendo además, que la mayor parte de la energía consumida en las piscinas cubiertas se destina al calentamiento del agua del vaso, esto resulta un aspecto muy negativo.

El problema surge de las limitaciones presupuestarias iniciales, ya que la búsqueda de las soluciones más económicas a la hora de realizar el proyecto llevó al arquitecto a optar por los métodos tradicionales. El problema es que estos resultan más económicos en un principio, pero el mayor coste de su mantenimiento y el mayor gasto energético les penaliza a largo plazo.

El aspecto que más se echa en falta en este sentido es el sistema de apoyo solar para la climatización del agua, pero la ejecución del proyecto se realiza en 2002 antes de que se hiciese obligatorio la instalación de captadores solares en 2006. Además, se ubica en el norte de la península, donde la radiación solar y el número de días soleados es menor, y por tanto no es usual encontrar edificios anteriores a 2006 con instalaciones solares.

En cuanto a la orientación e iluminación, las cristaleras se orienta a noreste por lo que la captación solar es nula durante el día y esto también penaliza para el ahorro energético. Además la instalación luminosa está en funcionamiento de manera continuada y los fluorescentes podrían ser sustituidos por LEDs de bajo consumo.

En definitiva el punto de partida del proyecto es una estrategia que podemos considerar sostenible y enfocada al ahorro energético. Es cierto que en el resultado final esto se ha visto mermado por las soluciones elegidas para las instalaciones. Al final la correcta elección de la maquinaria, que es lo que va a consumir la energía en última instancia es fundamental para garantizar la eficiencia del edificio.

A pesar de ello no podemos pasar por alto que el edificio se construye en 2002 y desde entonces se han producido grandes avances tecnológicos, sobre todo en el campo del ahorro energético. Así, para ser un edificio construido a principios del siglo XXI cuando la fiebre por la construcción sostenible y las medidas de ahorro actuales no habían aparecido, podemos considerar el edificio y su estrategia de enterramiento, como un ejemplo de arquitectura sostenible en su época.



Así, cabría resaltar que la maquinaria de las instalaciones son un añadido y que la base arquitectónica se presta a ser una solución totalmente sostenible e incluso podría llegar a ser autosuficiente gracias al efecto bodega. Los ajustes de presupuesto iniciales y la ausencia de los últimos avances en sostenibilidad y medidas de ahorro energético, obligan al arquitecto a recurrir a sistemas convencionales.

Esto supone que aunque en la actualidad el proyecto vea mermada esa condición inicial de edificio sostenible, se podría realizar una actualización de la instalación. Así, recurriendo a las medidas citadas en el apartado 4.5. de este estudio, se lograría una notable reducción en el consumo energético del edificio.

#### **5.4. Documentación gráfica**

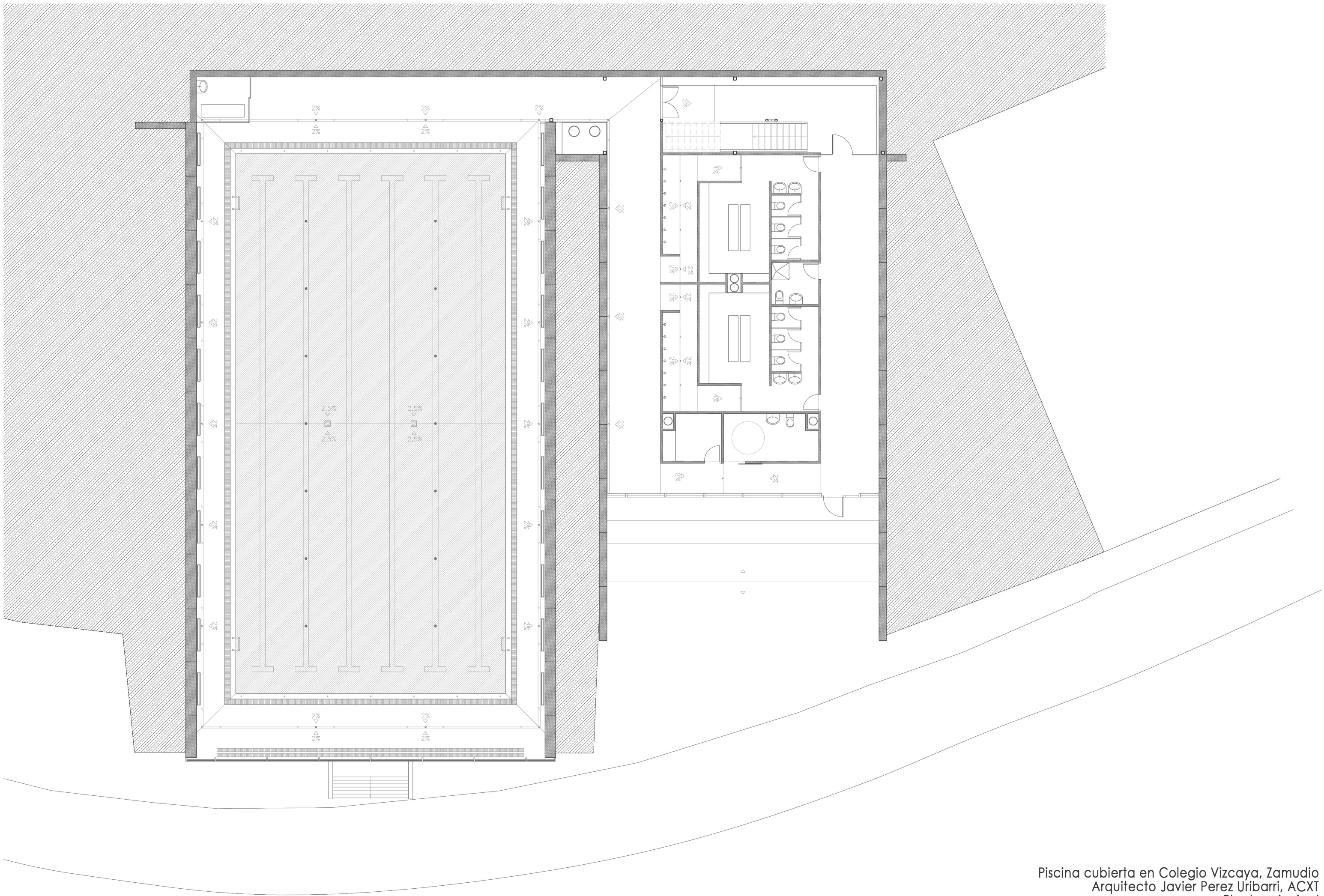
Como último apartado de este estudio se incluye la documentación gráfica de este proyecto. En estos planos se visualizan de manera directa todos los temas tratados a lo largo de este estudio aplicados a un caso real. En ellos se aprecian todos los aspectos que se deben considerar al realizar el proyecto de una piscina cubierta.

Para ello se incluyen las dos plantas del edificio, una sección transversal y dos secciones longitudinales, una por cada bóveda. Además de esto se realizan unos esquemas del funcionamiento de las instalaciones de tratamiento del aire y del agua. En al detalle constructivo se muestra a una escala ampliada el armazón del vaso y las playas.

Estos documentos finales han sido realizados a partir de unos planos básicos con las medidas definitivas facilitados por el arquitecto Javier Pérez Uribarri y los croquis constructivos. Los elementos que no aparecían definidos en dichos croquis se deducen tras los conocimientos adquiridos en la realización de los apartados anteriores del trabajo.

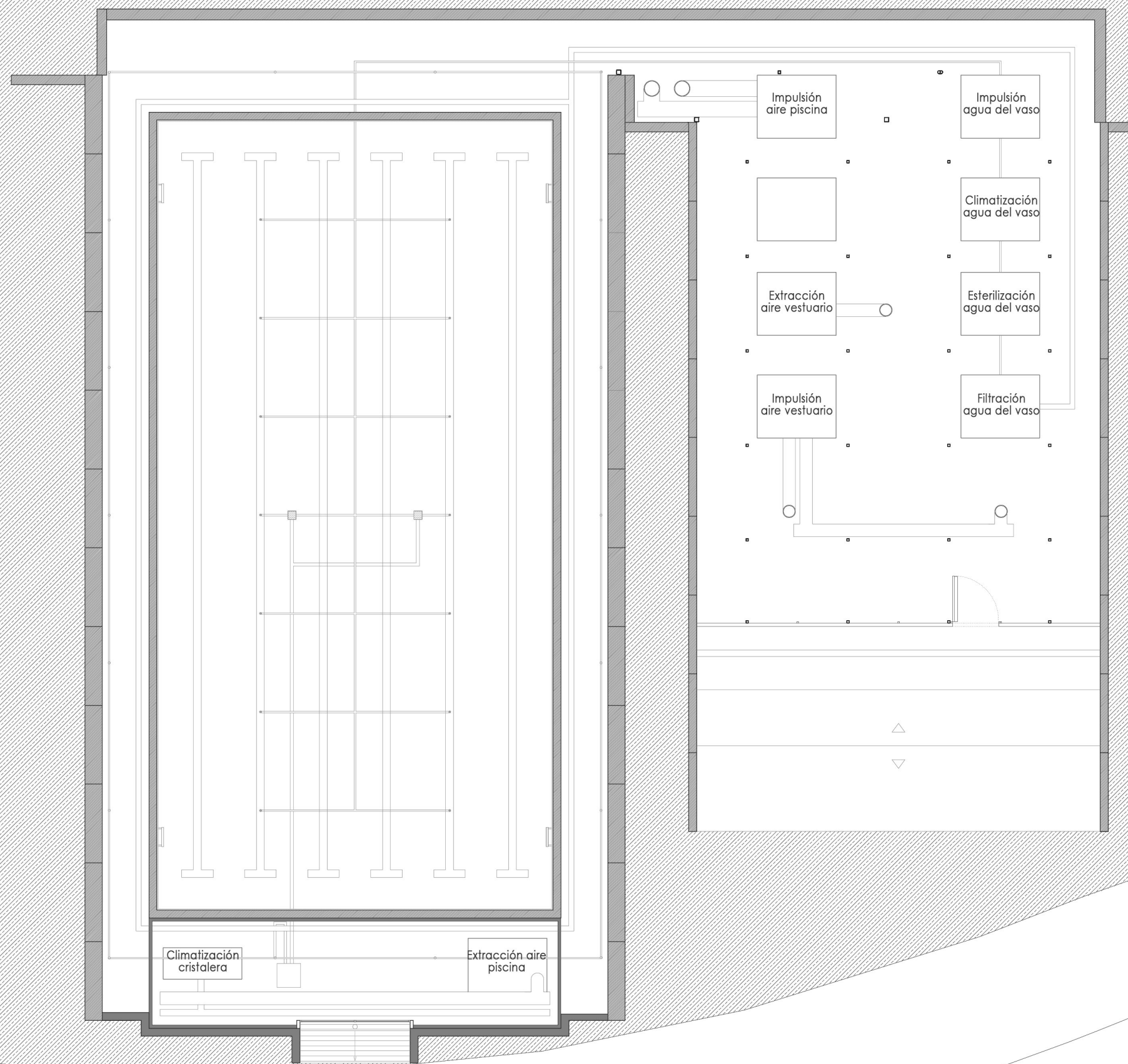




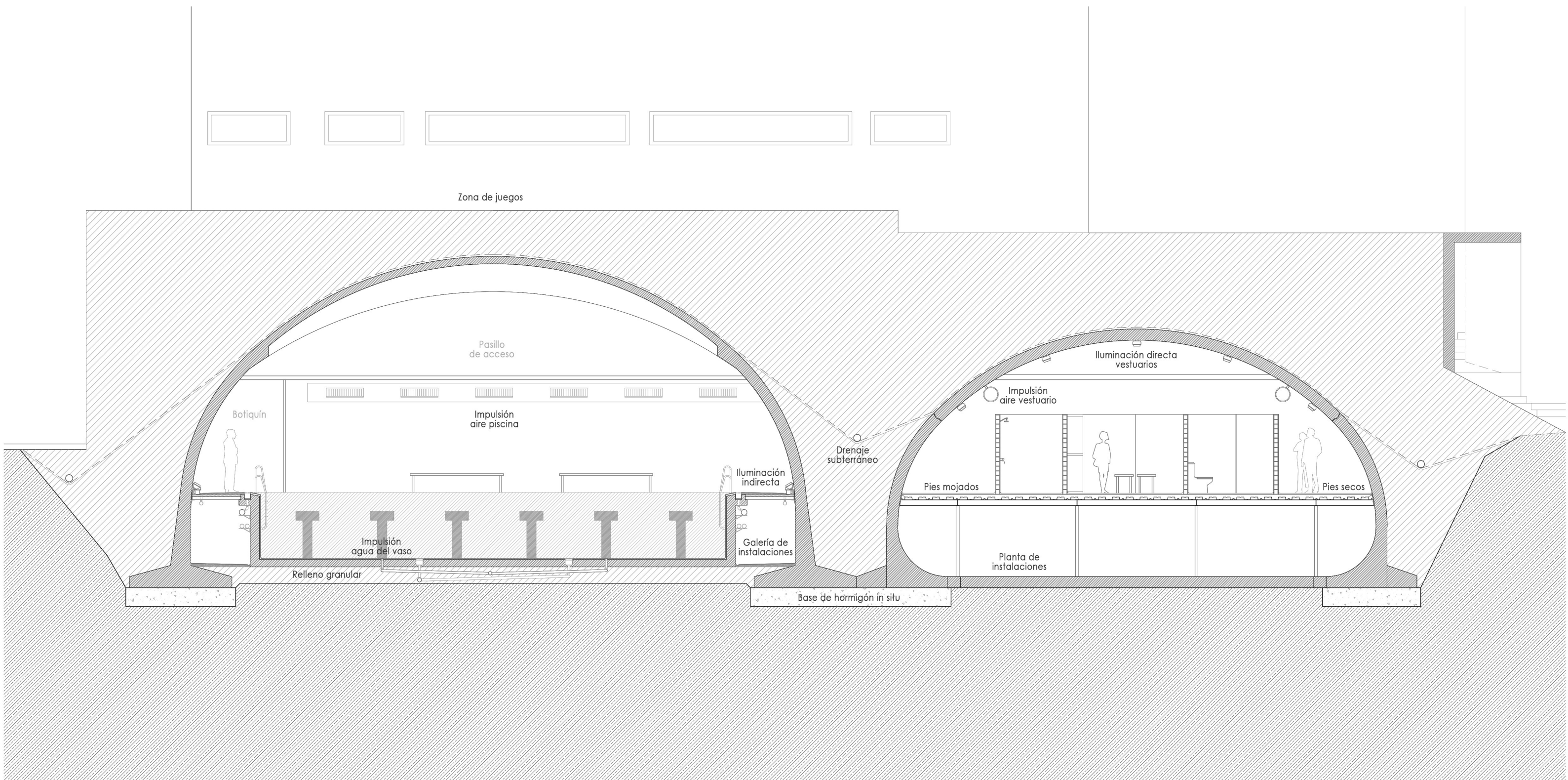


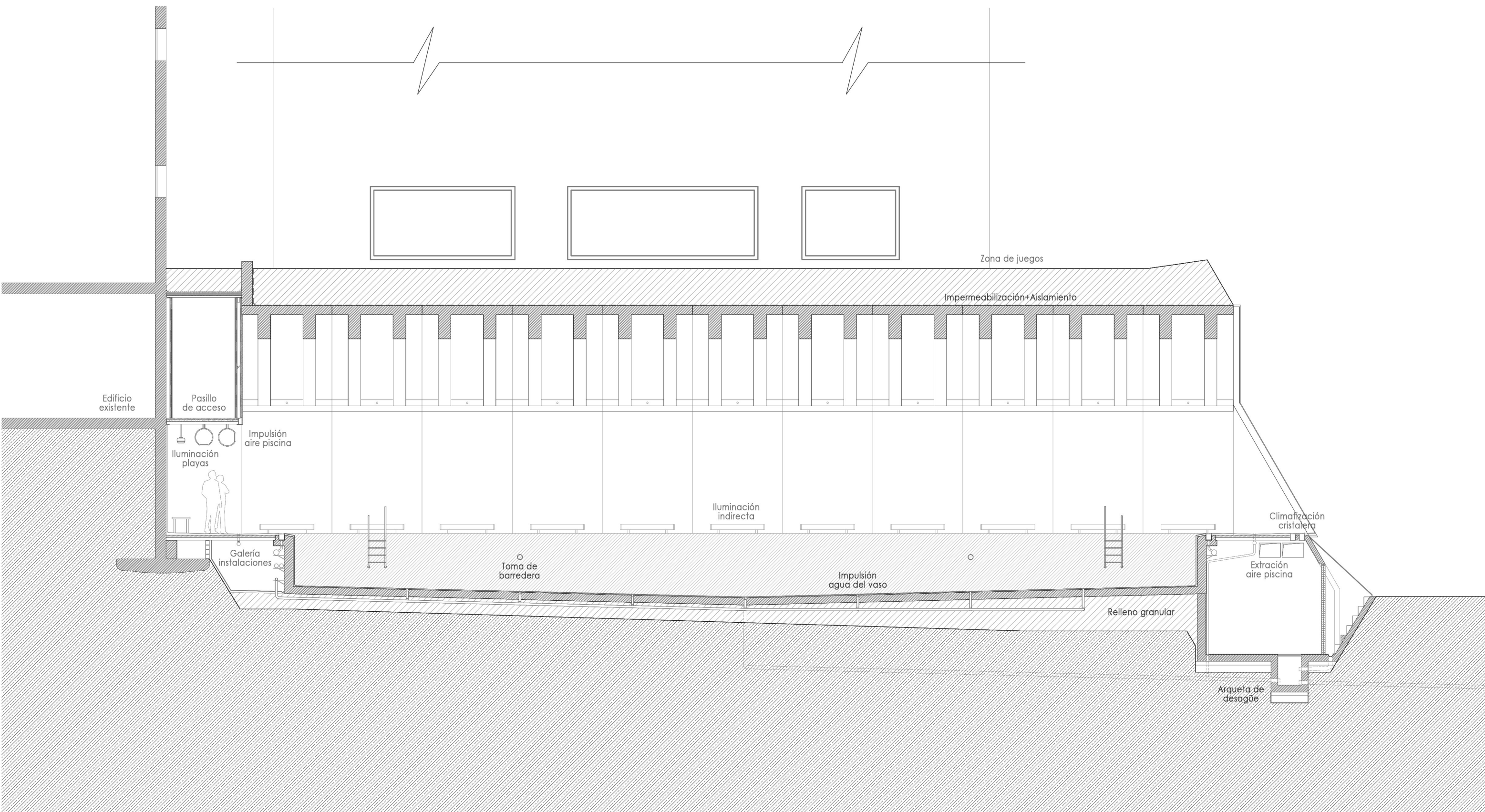
Piscina cubierta en Colegio Vizcaya, Zamudio  
Arquitecto Javier Perez Uribarri, ACXT  
Planta principal  
Escala 1/150





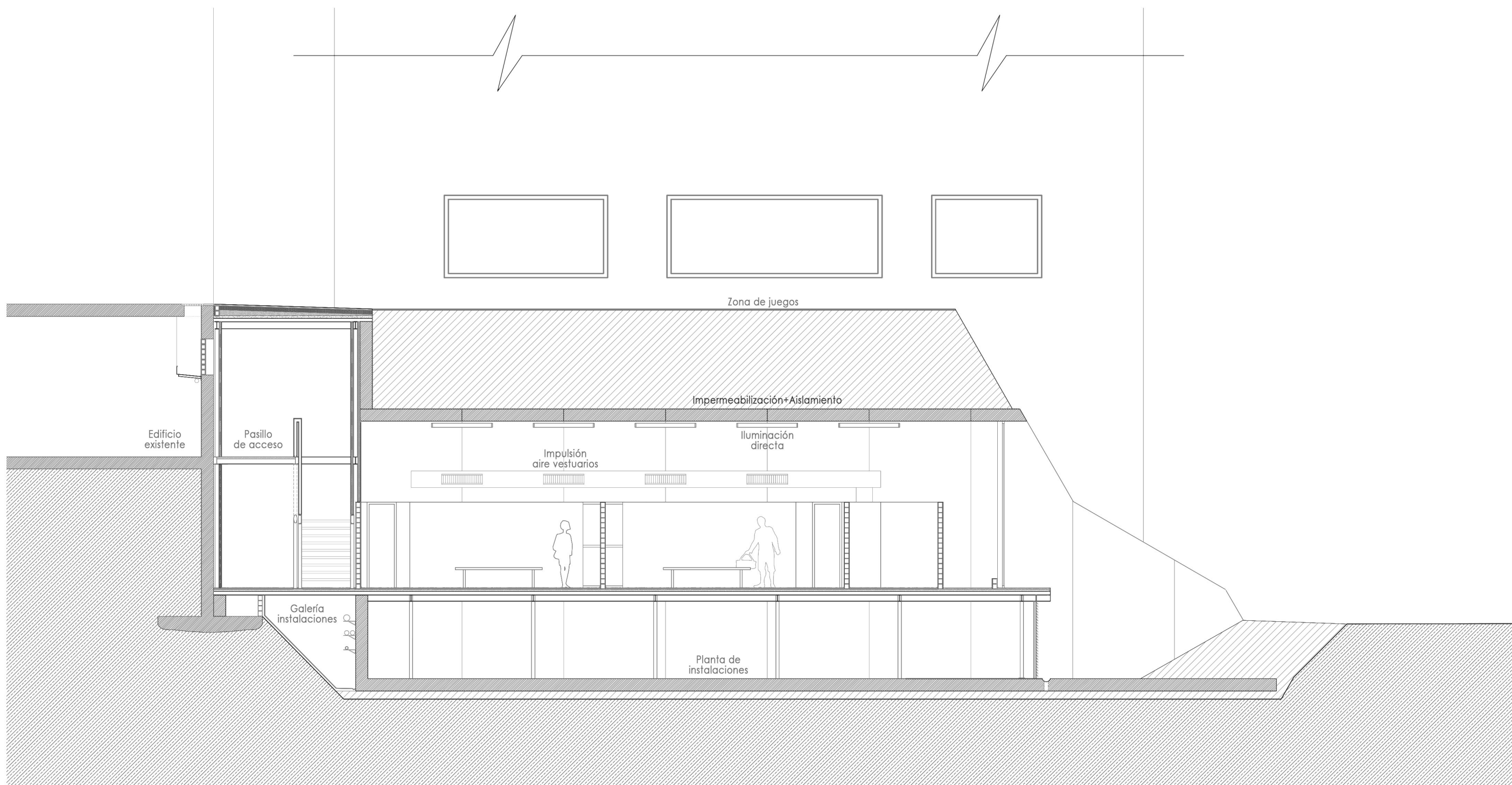






Piscina cubierta en Colegio Vizcaya, Zamudio  
 Arquitecto Javier Perez Uribarri, ACXT  
 Sección longitudinal piscina  
 Escala 1/100

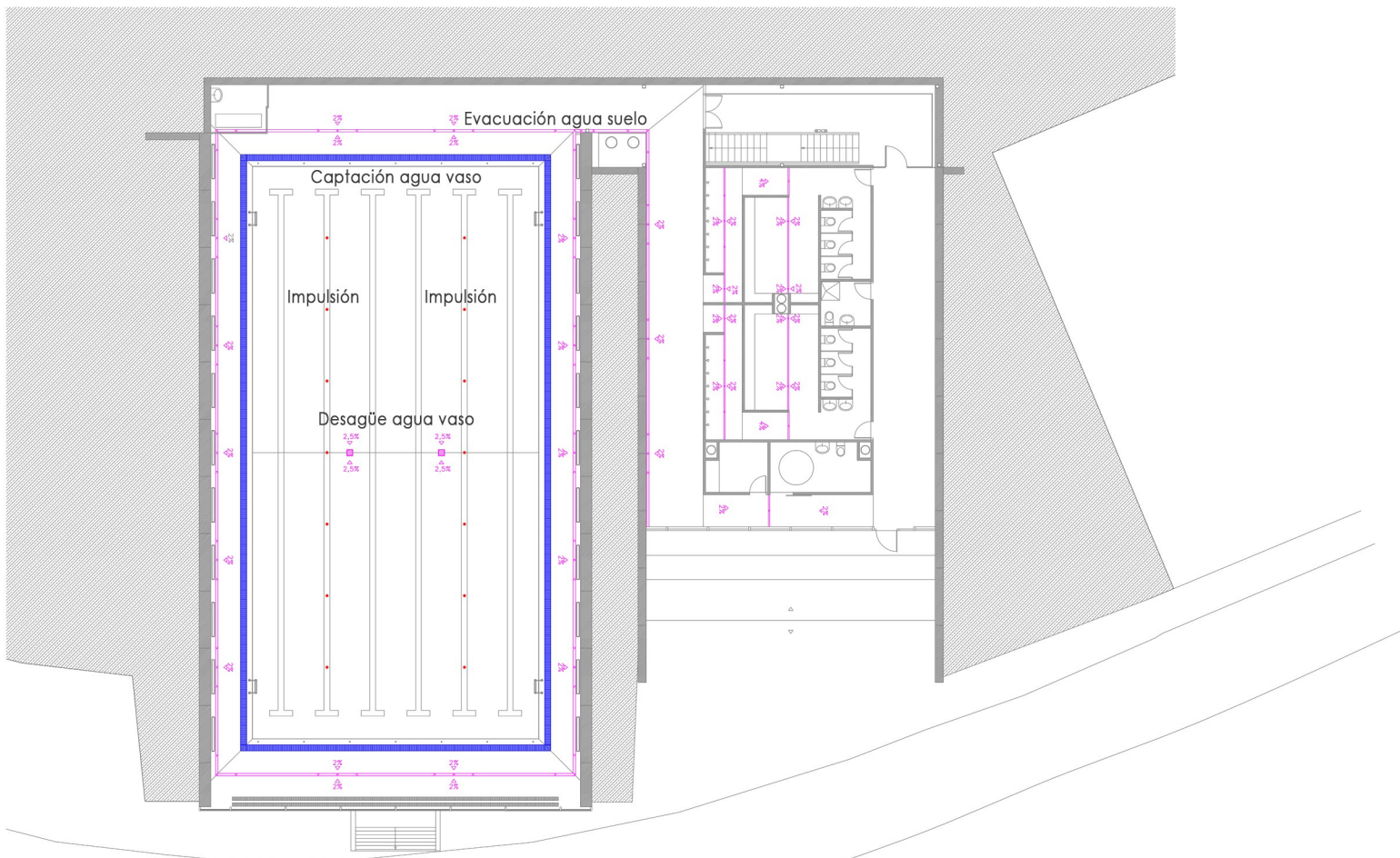




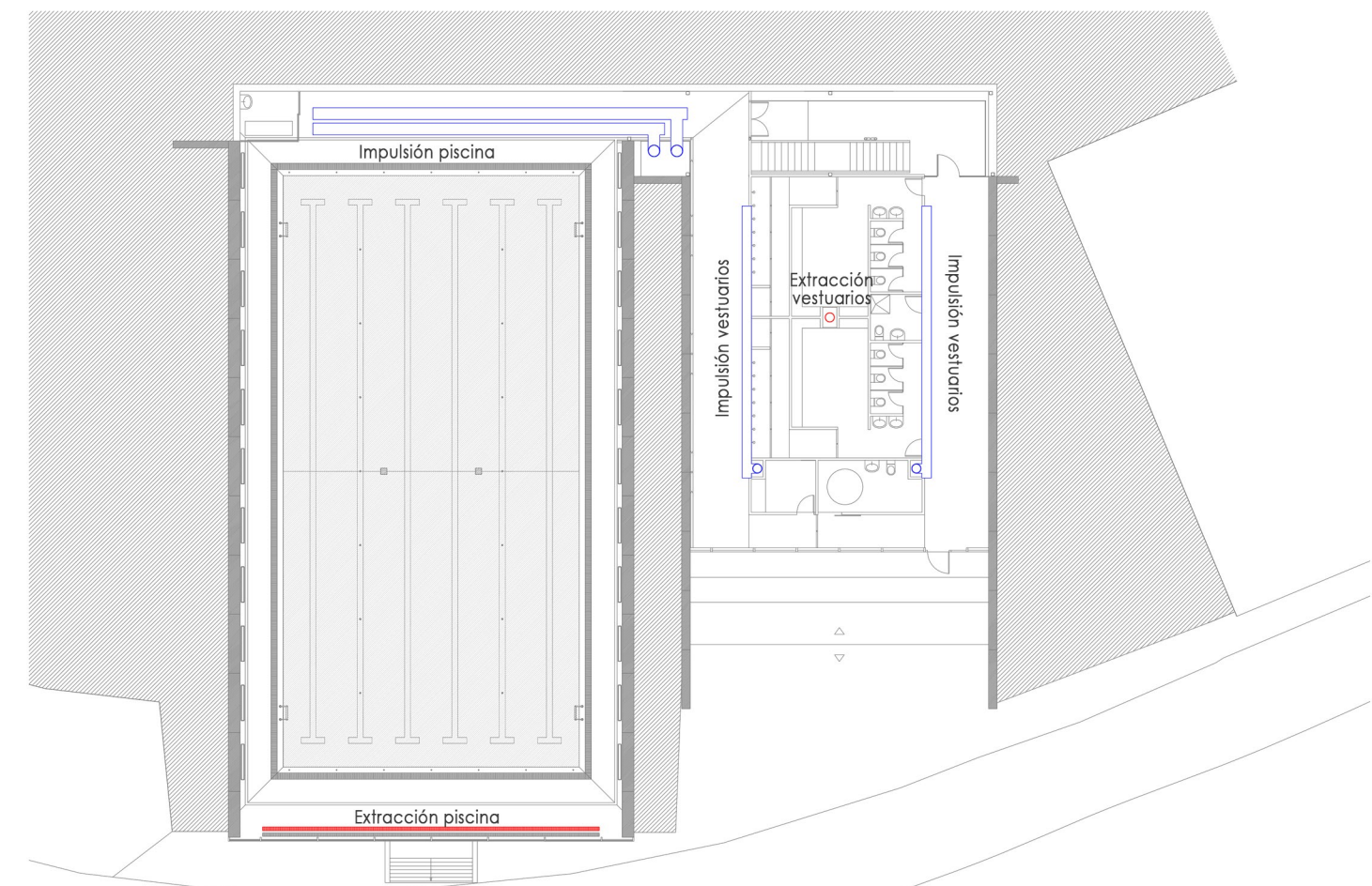


Piscina cubierta en Colegio Vizcaya, Zamudio  
 Arquitecto Javier Perez Uribarri, ACXT  
 Detalle sección transversal  
 Escala 1/30

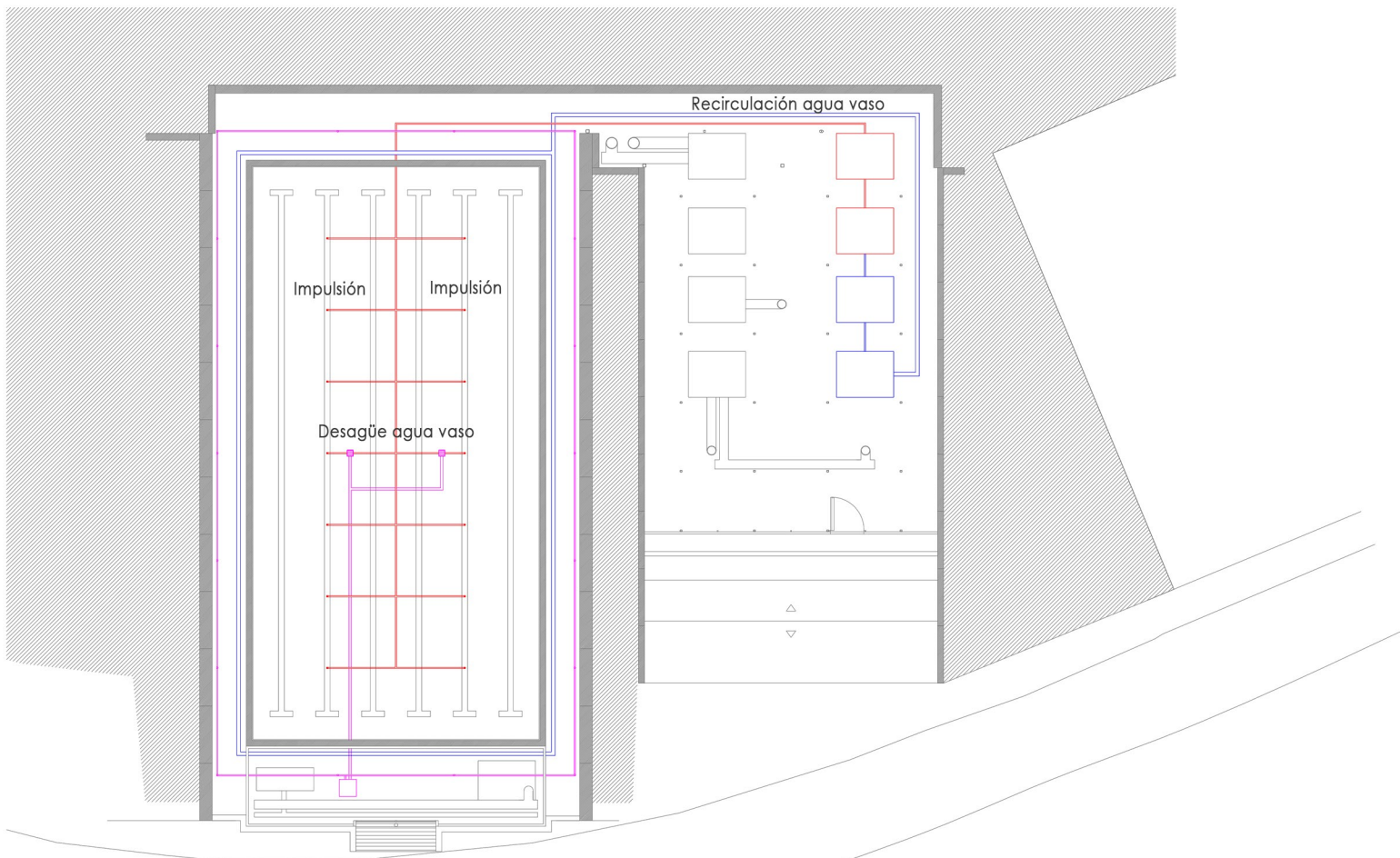




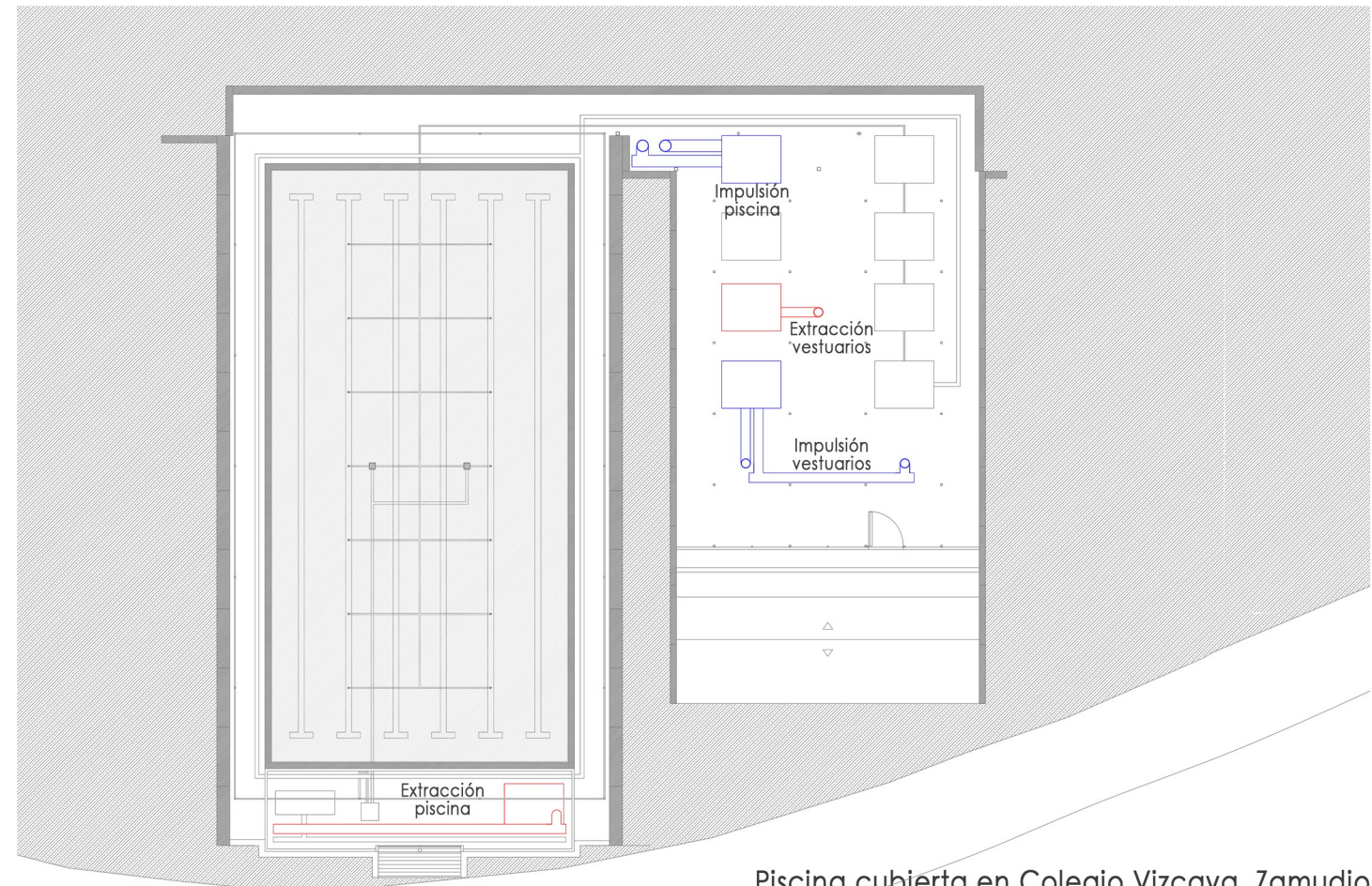
Agua planta principal



Aire planta principal



Agua planta sótano



Aire planta sótano





**Referencias bibliográficas**

Análisis Integral de Piscinas Climatizadas en Castilla-La Mancha. Francisco Manuel Tamara López

Arquitectura deportiva. A.A.V.V. Editorial Munilla-Leria. ISBN: 978848915850

Arquitectura Viva 127. Placeres del agua. Nuevos balnearios europeos, de la salud al hedonismo. ISBN:2910013667573

CSD/AENOR. Recopilación normas UNE sobre superficies deportivas, equipamientos deportivos y equipos de protección, instalaciones para espectadores, iluminación, equipamientos de las áreas de juego. Madrid: CSD y AENOR.

Detalles de Arquitectura 6. Piscina en Colegio Vizcaya, Zamudio. Javier Perez Uribarri, ACXT/IDOM. Editorial Munilla-Leria. ISBN:978-84-89150-70-6

El Croquis 161. Mansilla y Tuñón. Centro de natación en San Fernando de Henares. El Croquis Editorial. ISBN: 978-84-88386-71-7

El Croquis 138. RCR. Piscina en Manlleu. El Croquis Editorial. ISBN: 978-84-88386-47-2

Great Lengths: The Historic Indoor Swimming Pools of Britain. Ian Gordon, Simon Inglis. ISBN: 9781905624522

Historia y breve introducción del deporte en España. Madrid

<http://www.bathsandwashhouses.co.uk/archive/your-local-buildings/>

<http://www.bilbaoarchitecture.com/portfolio-items/piscina-colegio-vizcaya/>

<http://www.bluepoint.pl/index.php?nt=M&pgn=3>

<http://www.derelictlondon.com/public-pools-and-baths.html>

<http://www.efdeportes.com/efd66/natacion.htm>

<http://www.estudioaraujo.es/PiscinasPinto.html>

[http://www.ineqsport.com/sec2\\_piscinas.html](http://www.ineqsport.com/sec2_piscinas.html)

<http://patentados.com/invento/piscina-prefabricada.html>

<http://patentados.com/patente/sistema-construccion-bordes-piscinas/>

<http://patentados.com/patente/coronacion-de-piscinas/>

<http://www.planoyescala.com/2013/06/analisis-banos-reina-mora.html>

<http://www.rosagres.com/area-profesionales>

<http://www.swimmingpool.com/games-safety/history-swimming-pools>

<http://urbancidades.wordpress.com/2007/04/25/racionalismo-madrileno-las-piscinas/>

<http://www.vier.es/vier.htm>

Tectónica 6. Cubiertas (I) Planas. Piscina cubierta en Iurreta. Jesus M<sup>a</sup> Susperregui, Íñigo Ibarra y Juan Pablo Puy. ISBN:978-1-136-00600-5

Tectónica 6. Cubiertas (I) Planas. Piscina cubierta en Club de Campo de Zuasti, Francisco Mangado. ISBN:978-1-136-00600-5

Tectónica 9. Acero I. Piscinas Municipales en Pinto, Madrid. Ramón Araujo. . ISBN:978-1-136-00600-5

Tectónica 11. Madera (I) revestimientos. Piscina en Laracha, A Coruña. Carlos Quintáns, Antonio Raya y Cristobal Crespo. ISBN:978-1-136-00600-5

Tectónica 36. Arquitectura textil.. Cubierta Textil para las piscinas del río Spree en Berlín. Wilk-Salinas Architekten con Thomas Freiwald. ISBN:978-1-136-00600-5

Piscinas cubiertas y al aire libre. Normativa, funcionamiento y mantenimiento. Cuadernos técnicos de gestión deportiva. Gabriel Rodríguez. ISBN:8461129598

Piscinas-Carpetas Técnicas. Biblioteca de detalles. A.A.V.V. Ediciones Trazos. ISBN:978-84-95000-69-9

Piscinas Privadas. AA.VV. Ediciones Trazos. ISBN:978-84-95000-67-5

Piscinas Públicas 1. Ediciones Trazos. A.A.V.V. ISBN:978-84-89432-02-4

Piscinas Públicas 2. Ediciones Trazos. A.A.V.V. ISBN:978-84-89432-02-4

Progettare la piscina. Pianificazione, tipologie, tecnologie, normativa. Emanuela Bartolucci. Alinea Editrice. ISBN:88-8125-317-8

Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión. B.O.E. 224. Ministerio de Ciencia y Tecnología.

Real Decreto 865/2003, de 4 de julio, por el que se establecen los criterios higiénicosanitarios para la prevención y control de la legionelosis. B.O.E. 171. Ministerio de Sanidad y Consumo

Real Decreto 1341/2007, de 11 de octubre, sobre la gestión de la calidad de las aguas de baño. B.O.E. 257. Ministerio de Sanidad y Consumo.

Real Decreto 1751/1998, de 31 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias. B.O.E. 186. Ministerio de Ciencia y Tecnología.

Renovación del aire del Piscinas. Asociación Española de Electroquímica.

Swimming Pools: Their Construction, Mechanical Installation, Water Supply; Heating the Water; Various Types of Installation. John Kermott Allen, Alfred Grant King. ISBN: 9781168789242





## Índice de imágenes

1. Frigidarium de las termas de Caracalla. Recreación de Violet Le Duc.
2. Planta de las Termas de Clunia. Planos de Spanisharts.
3. Planta y secciones de baños árabes en Sevilla. Planos por Manuel Montero.
4. Greendwich Swimming Baths, 1905. Fotografía de Baths and Wash houses.
5. Coatbridge Swimming Baths, 1938. Fotografía de Baths and Wash houses.
6. Piscina La Isla, Madrid 1931. Fotografía de
7. Hidroterapia en una piscina cubierta. Fotografía de la Universidad de Almería.
8. Piscina en Club de Campo de Zuasti, Francisco Mangado. Fotografía de Tectónica 6 Cubiertas planas. Fotógrafo Cesar San Milán
9. Piscina en Velódromo de Berlín. Fotografía de Swimdaily.
10. Esquema tradicional de vaso principal y de enseñanza. Imagen de Progettare la piscina. Pianificazione, tipologie, tecnologie, normativa.
11. Esquema polivalente alternativo, vaso de 33 metros. Imagen de Progettare la piscina. Pianificazione, tipologie, tecnologie, normativa.
12. The new Crewe swimming baths, 1938. Fotografía de Baths and Wash houses.
13. Coventry Swimming Baths 1896. Fotografía de 28 days Later.
14. Coventry Swimming Baths 1896. Fotografía de 28 days Later.
15. . Slipper bath, Coventry Swimming Baths 1896. Fotografía de Baths and Wash houses.
16. Tornaby on Tees Swimming Baths 1937. Fotografía de Baths and Wash houses.
17. .Tornaby on Tees Swimming Baths 1937. Plano de Baths and Wash houses.
18. The new Crewe swimming baths, 1938. Fotografía de Baths and Wash houses.
19. The new Crewe swimming baths, 1938. Plano de Baths and Wash houses.
20. Organización de piscina desde segunda mitad S. XX. . Imagen de Progettare la piscina. Pianificazione, tipologie, tecnologie, normativa.

21. . Piscina en San Fernando de Henares, Mansilla y Tuñón. Fotografía de El Croquis 165.
22. Sección de pared de bloques de hormigón. Elaboración propia.
23. Sección de pared de hormigón armado. Elaboración propia.
24. Refuerzo de unión de muro en losa. Elaboración propia.
25. Detalle de junta de dilatación. Elaboración propia.
26. Detalle de junta de ejecución. Elaboración propia.
27. Detalle de junta muro-losa. Elaboración propia.
28. Juntas en vaso de bloques de hormigón. Piscinas editorial Trazos.
29. Construcción de vaso de hormigón armado. Piscinas editorial Trazos.
30. Construcción de vaso de hormigón gunitado. Piscinas editorial Trazos.
31. Sección de vaso de hormigón proyectado. Piscinas editorial Trazos.
32. Ejecución de solera con paneles de hormigón ya colocados. Fotografía de Rosa Gres.
33. Sistemas de paneles metálicos. Imágen de Myrtha Pools.
34. Piscina de paneles metálicos en Palau Sant Jordi. Fotografía de Lainformación.
35. Posibilidades para el diseño del fondo. Elaboración propia.
36. Piscina en Iurreta, J. M<sup>a</sup> Susperregui, Í. Ibarra y J. P. Puy. Tectónica 6. Cubiertas (I) Planas.
37. Piscina en Laracha. C. Quintáns, A. Raya y C. Crespo. Tectónica 11. Madera (I) revestimientos.
38. Toma de desagüe en fondo del vaso. Elaboración propia.
39. Pared de fábrica de ladrillo. Elaboración propia.
40. Disposición de encofrado para vaso de piscina. Imagen de Toledo Piscinas.
41. Croquis de piscina cubierta en Zamudio. Cedido por Javier Pérez Urbarri.

42. Revestimiento de pintura. Soho Pool Marshall, Londres 1931. Fotografía de Gigi Cifali.
43. Revestimiento cerámico. Forest Hill Pool, Londres. Fotografía de Gigi Cifali.
44. Comparación de azulejo y mosaico vítreo. Elaboración propia.
45. Revestimiento de plaquetas de gres. Elaboración propia.
46. Revestimiento con lámina de PVC. Elaboración propia.
47. Acabado de los distintos tipos de revestimiento. Elaboración propia.
48. Rebosadero puntual, Reddish Swimming Baths 1908. Fotografía de Host, 28 days Later.
49. Sistemas de captación puntual. Skimmer para captación de agua del vaso. Elaboración propia.
50. Rebosadero vertical in situ y prefabricado. Elaboración propia.
51. Piscina con rebosadero vertical en Zaragoza. Piscina Manuel Molinero. Fotografía E. W. Zaragoza.
52. Rebosaderos tipo Wiesbaden y tipo Finlandés. Imagen de Rosa Gres.
53. Rebosadero Wiesbaden en Zaragoza, Piscina Parque de Bomberos. Fotografía E. W. Zaragoza.
54. Tipos de rebosadero horizontal: Wiesbaden, Munich, Barcelona y Finlandés. Elaboración propia.
55. Sistema 9 de Rosa Gres para rebosadero Finlandés. Elaboración propia a partir de imagen.
56. Piscina en Laracha. C. Quintáns, A. Raya y C. Crespo. Fotografía Concello Laracha.
57. Rebosadero oculto bajo entarimado de madera. Elaboración propia.
58. Rebosadero Finlandés en Zaragoza, E.M. El Olivar, J. M. Pérez Latorre. Fotografía E. M. El Olivar.
59. Albardilla de granito, de ladrillo, prefabricada y de hormigón. Elaboración propia.
60. Albardilla tradicional de piedra. Fotografía de Baths and Wash houses.

61. Chadderton Pool, Manchester 1937. Fotografía de Jon Wild.
62. Detalle de borde de pieza cerámica en L. Elaboración propia.
63. Piezas de borde Rosa Gres para rebosadero horizontal. Imagen de Rosa Gres.
64. Borde de mosaico vítreo Rosa Gres. Imagen de Rosa Gres.
65. Piscina en Iurreta, J. M<sup>a</sup> Susperregui, Í. Ibarra y J. P. Puy. Fotógrafo Cesar San Millán.
66. Piscina en Laracha. C. Quintáns, A. Raya y C. Crespo. Fotografía Tectónica 11. Fotógrafo Leopoldo Alonso Lamberti
67. Piscina colegio Vizaya en Zamudio, ACXT arquitectos. Fotógrafo Agustín Sagasti.
68. Sistema Patentado para construcción de Bordes. J. C. Orta Sorribas, F. Ferrando Molinos.
69. Leaf street Swimming Baths 1860. Fotografía Manchester Evening News.
70. Durham City Swimming Baths, 1932. Fotografía de Gilesgate Archive.
71. Perth Swimming Baths 1932. Fotografía de We are Perth.
72. Piscina en San Fernando de Henares, Mansilla y Tuñón. Fotografía de El Croquis 165.
73. Piscinas en Manlleu, RCR arquitectos. Fotografía de El Croquis 138.
74. Piscinas municipales en Pinto, Ramón Araujo. Fotografías de Eduardo Sánchez y Ángel Luis Baltanás.
75. Piscina en colegio Vizaya en Zamudio, ACXT arquitectos. Fotógrafo César San Millán.
76. Detalle de playas de Piscina en Colegio Vizaya en Zamudio, cedido por Javier Pérez Uribarri.
77. Piscina en Laracha. C. Quintáns, A. Raya y C. Crespo. Fotografía de Vier Arquitectos.
78. Junta de dilatación en borde del vaso. Elaboración propia.
79. Piscina en colegio Vizaya en Zamudio, ACXT arquitectos. Fotografía de ACXT.
80. Reddish Swimming Baths, Manchester. Fotografía de Host, 28 days Later

81. Detalle de escalón con rebosadero horizontal. Adecuación de detalle tipo.
82. Hueco en muro de vaso para escalera. Adecuación de detalle tipo.
83. Posibilidades para anclaje de la corchera según rebosadero. Piscinas públicas editorial Trazos.
84. Banqueta de piscina José Garcés y Banqueta de Piscina en Laracha. Fotografías de Ayto. Zaragoza y Concello Laracha.
85. Cabinas de vestuario en Reddish Swimming Baths 1905. Fotografía de Host, 28 days Later.
86. Detalle de formación de pendientes en vestuarios, cedido por Javier Pérez Uribarri.
87. Botiquín de Piscina en colegio Vizaya en Zamudio, ACXT arquitectos. Fotógrafo César San Millán.
88. Sala de instalaciones de Piscina en colegio Vizaya en Zamudio, cedido por Javier Pérez Uribarri.
89. London Swimming Baths segunda mitad S. XIX. Fotografía de Baths and Wash houses.
90. Redish Swimming Baths Manchester, principios S. XX. Fotografía de, 28 days Later.
91. Chadderton Pool Manchester 1937. Fotografía de, 28 days Later.
92. The new Crewe Baths, 1938. Fotografía de Baths and Wash houses.
93. Piscina en Manlleu, RCR arquitectos. Fotografía de BG arquitectes.
94. Piscina Colegio Vizcaya en Zamudio, ACXT arquitectos. Fotografía cedida por el arquitecto.
95. Piscina en Laracha, C. Quintáns, A. Raya y C. Crespo. Fotografía Tectónica 11. Fotógrafo Leopoldo Alonso Lamberti
96. Sistema de recirculación de agua, Reddish Swimming Baths 1905. Fotografía de Host, 28 days Later.
97. Filtros de arena Reddish Swimming Baths 1905. Fotografía de Baths and Wash houses.
98. Aparatos de esterilización por cloro y amoniaco 1938. Baths and Wash houses.
99. Planta de filtrado y ozono, Coatbridge Swimming Baths 1938. Baths and Wash houses.

100. Tomas de impulsión en el fondo del vaso. Piscina en Pontedeume C. Quintáns, A. Raya y C. Crespo. Fotografía Vier Arquitectos.
101. Detalle de tomas de impulsión en paredes del vaso. Piscina en San Fernando de Henares, Mansilla y Tuñón. Fotografía de El Croquis 165.
102. Planta instalaciones Piscina en Laracha. C. Quintáns, A. Raya y C. Crespo. Plano de Tectónica 11 Madera Revestimientos.
103. Piscinas municipales en Pinto, Ramón araujo. Fotografías de Eduardo Sánchez y Ángel Luis Baltanás.
104. Croquis de galería de instalaciones de Piscinas municipales en Pinto, Ramón araujo.
105. Esquemas climatización del agua. Calefacción directa de agua del vaso. Piscinas públicas editorial Trazos.
106. Esquemas climatización del agua. Calefacción indirecta de agua del vaso. Piscinas públicas editorial Trazos.
107. Método alternativo climatización del agua. Calentamiento directo por radiación en el fondo del vaso. Fotografía de Ingeniería y Sostenibilidad para el Siglo 21.
108. Planta de calderas, Sutton Swimming Baths 1938. Fotografía de Baths and Wash houses.
109. Ventilación natural en piscinas . Durham City Swimming Baths, 1932. Fotografía de Baths and Wash houses.
110. Radiadores de calefacción y ventilación forzada. Sutton Swimming Baths 1938. Fotografía de Baths and Wash houses.
111. Sistemas de tratamiento del aire. Esquema de tratamiento sin deshumidificador. Imagen de Detalles de Arquitectura 6..
112. Sistemas de tratamiento del aire. Esquema de tratamiento con deshumidificador. Imagen de Detalles de Arquitectura 6.
113. Fragmentación de usos. Disposición de graderío en piscina cubierta
114. Climatización cristalera. Piscina en Laracha, C. Quintáns, A. Raya y C. Crespo. Imagen de Tectónica 11, Fotógrafo Leopoldo Alonso Lamberti.

115. Climatización cristalera. Piscina Colegio Vizcaya en Zamudio, ACXT arquitectos. Fotógrafo Cesar San Millán.
116. Iluminación natural. Old Gala Club Swimming Pool. Fotografía de Baths and Wash houses.
117. Iluminación artificial. Perth Swimming Baths, 1932. Fotografía de We are Perth.
118. Iluminación lateral. Piscina en Laracha, C. Quintáns, A. Raya y C. Crespo. Tectónica 11, Fotógrafo Leopoldo Alonso Lamberti.
119. Iluminación lateral. Piscinas en San Fernando de Henares, Mansilla y Tuñón. Fotografía de El Croquis 165.
120. Iluminación cenital. Piscina en Iurreta, ACXT arquitectos. Tectónica 6, Fotógrafo César San Millán.
121. Iluminación directa Piscina en Pontedeume, C. Quintáns, A. Raya y C. Crespo. Fotografía de Vier arquitectos.
122. Iluminación directa Piscina en Laracha, C. Quintáns, A. Raya y C. Crespo. Tectónica 11, Fotógrafo Leopoldo Alonso Lamberti.
123. Iluminación indirecta. Piscina en San Fernando de Henares, Mansilla y Tuñón. Fotografía de El Croquis 165.
124. Iluminación indirecta. Piscina municipal en Pinto, Ramón Araujo. Fotografías de Eduardo Sánchez y Ángel Luis Baltanás.
125. Iluminación subacuática. Sutton Swimming Baths, 1938. Fotografía de Baths and Wash houses.
126. Gran espacio sin tratamiento acústico. Thornaby-on-tees-swimming-baths 1937. Fotografía de Baths and Wash houses.
127. Techo acústico. Piscina en Manlleu, RCR Arquitectos. Fotografía de El Croquis 138.
128. Pavimento playas con absorción acústica. Piscina en Laracha, C. Quintáns, A. Raya y C. Crespo. Fotografía de Vier arquitectos.
129. Superficies sin tratamiento acústico. Piscina en San Fernando de Henares, Mansilla y Tuñón. Fotografía de El Croquis 165.



130. Superficies sin tratamiento acústico. Piscina Colegio Vizcaya en Zamudio, ACXT. Fotógrafo Cesar San Millán.
131. Sistemas de ahorro energético. Cobertura nocturna del vaso. Imagen de Progettare la piscina. Pianificazione, tipologie, tecnologie, normativa.
132. Sistemas de ahorro energético. Esquema de gasto energético en piscina cubierta. Imagen de Progettare la piscina. Pianificazione, tipologie, tecnologie, normativa.
133. Esquema de captador solar para precalentamiento del agua del vaso. Imagen de Detalles de Arquitectura 6.
134. Esquema instalación eólica en piscina cubierta. Imagen Piscinas Públicas, Editorial Trazos.
135. Coatbridge Swimming Baths 1938. Fotografía de Baths and Wash houses.
136. Captación solar. Piscina cubierta en Manlleu. RCR arquitectos. El Croquis 138 RCR.
137. Piscina Colegio Vizcaya en Zamudio, ACXT arquitectos. Fotógrafo Cesar San Millán.
138. Plantas cubierta, intermedia, principal y sótano. A partir de planos de Javier Perez.
139. Elementos constructivos de la bóvedas. Imágenes de prefabricados Lemona.
140. Secciones y movimiento de tierras. A partir de planos de Javier Perez.
141. Proceso constructivo del elemento estructural. Fotografía cedida por Javier Pérez.
142. Proceso constructivo del vaso de la piscina. Fotografía cedida por Javier Pérez.
143. Armado para losa de bóveda secundaria. Fotografía cedida por Javier Pérez.
144. Estructura metálica para forjado intermedio sobre losa. Fotografía cedida por Javier Pérez.
145. Impermeabilización y aislamiento de las bóvedas. Fotografía cedida por Javier Pérez.
146. Instalación en funcionamiento. Fotografía del Colegio Vizcaya.
147. Iluminación y ventilación en bóveda secundaria. Fotógrafo Cesar San Millán.
148. Esquema de impulsión de agua. Elaboración propia a partir de plano base.
149. Instalación posterior de paneles acústicos. Fotografía del Colegio Vizcaya.



