

# Fuentes y estanques ornamentales. Directrices y especificaciones de proyecto y construcción

*Fountains and ornamental ponds. Guidelines and specifications of project and construction*

Carlos de la Fuente Borreguero

## Resumen

La principal función de la fuente y el estanque ornamental es proporcionar belleza a través del equilibrio y la armonía de sus componentes, de su integración en el entorno y de su correcto funcionamiento, de modo que preste el nivel de servicio deseado. Conseguir estos objetivos implica identificar los factores que condicionan la calidad del proyecto y la obra resultante. En este artículo se identifican estos factores, aportando unas directrices y especificaciones que podrán ser de gran utilidad para que los proyectistas y constructores de fuentes y estanques ornamentales encuentren en cada caso la mejor solución.

## Palabras clave

Fuente ornamental, surtidor de agua, cascada, ría, proyecto, nivel de servicio.

## Abstract

*The main function of the fountain and the ornamental pond is the relationship between the function of the source and the harmony between the components, the integration in the environment and the correct functioning, the way to obtain the desired level of service. Achieving these objectives implies identifying the factors that condition the quality of the project and the resulting work. This article identifies these factors, including guidelines and specifications, which are very useful for planners and builders of ornamental ponds and fountains.*

## Keywords

*Ornamental fountain, water spout, waterfall, estuary, project, level of service.*

Recibido / received: 12/07/2019. Aceptado / accepted: 21/10/2019.

Carlos de la Fuente Borreguero. Doctor, ingeniero eléctrico, Máster de Postgrado en Ingeniería Ambiental para Profesionales Relacionados con la Obra Civil y la Industria e ingeniero técnico industrial. En la actualidad, trabaja como director de Gestión de Servicios de Luz Madrid UTE.  
Autor para correspondencia: Carlos de la Fuente Borreguero. E-mail: c.fuente@wanadoo.es.



Fuente de la Asamblea, en Madrid. Foto cedida por el autor.

## Introducción

La fuente ornamental ha de ser concebida como una manifestación artística, en el que la técnica se pone al servicio de la estética (se entiende por estética aplicada a fuentes ornamentales la conjunción de belleza, armonía y equilibrio entre sus componentes y sistema de funcionamiento, de modo que provoque sensaciones positivas en los ciudadanos, al ser percibidas por los sentidos). Una vez que se ha alcanzado la “idea” de la fuente que se quiere, su imagen será una composición, más o menos compleja, en la que pueden intervenir surtidores, láminas, cascadas, escorrentías, espejos de agua, efectos de sonidos, juegos de luces de color, etc., asociados a elementos tecnológicos, efectos musicales, escultóricos, arquitectónicos y constructivos. El agua en movimiento y sus efectos sonoros suele cautivar la atención y provocar efectos relajantes sobre las personas que disfrutan de su encuentro (González Fariñas, 2011).

En las ciudades y pueblos se localizan fuentes con una gran diversidad de tamaños: desde las pequeñas fuentes situadas en los jardines y reducidos espacios urbanos, que sirven como puntos focales destinadas a ser contempla-

das y que con frecuencia incorporan esculturas de piedra tallada o de hierro fundido; a fuentes de gran tamaño y vistosidad, como las situadas en puntos dominantes, con objeto de crear una conexión visual o relación axial entre vías principales o entre espacios abiertos (Douglas Aurand, 1990); o largas rías (láminas de agua construidas en el fondo de vaguadas, asemejando pequeños ríos, con formas y cauces supeditados al entorno y con frecuencia rodeados de sugestivas sendas botánicas), y canales de agua ubicados en los grandes parques. La idea conceptual debe ser crear una maravillosa atmósfera de belleza y solidez.

En algunos casos se opta por construir fuentes con criterios de diseño, elección de materiales y técnicas constructivas inadecuadas con objeto de reducir el coste, lo que da como resultado fuentes que no funcionan correctamente, y que crea una actitud negativa de los ciudadanos hacia ellas. En otros casos ha sido una mala conservación la que la ha llevado a su vandalización, lo que crea una impresión tan negativa como que la comunidad estaría mejor sin ella (de la Fuente Borreguero, 2014).

Una vez construida la fuente ornamental se requiere que funcionen co-

rrectamente todos los sistemas que la integran: juegos de agua, iluminación y estaciones de tratamiento; según las características definidas para cada sistema y horario establecido, proporcionando el nivel de servicio deseado (de la Fuente Borreguero, 2018). El nivel de servicio puede mermar a lo largo del tiempo, a causa del envejecimiento propio de los componentes, fallos, averías y de la acción de agentes externos (climáticos, vandalismo, obras en la vía pública). El objeto de los planes de mantenimiento es minimizar sus consecuencias y mantener la calidad del servicio.

Para conseguir que la fuente ornamental sea de alta calidad y cumpla los objetivos marcados, es primordial redactar un buen proyecto y efectuar su construcción sin mermar la calidad prevista, lo que implica identificar correctamente todos los factores y aspectos determinantes del mismo, con objeto de integrarlos adecuadamente. En el artículo se aportan unas directrices y especificaciones que podrán ser de gran utilidad, para que los proyectistas y constructores de fuentes ornamentales encuentren en cada caso la mejor solución.

En el artículo se emplea únicamente la expresión fuente ornamental,



Figura 1. Fuente de la Rosaleda del parque de El Retiro en Madrid.

aunque en la mayoría de las ocasiones lo indicado también pueda aplicarse a los estanques ornamentales. Se ha recurrido a este recurso para que el texto resulte sea más ágil y fluido. La diferencia entre estanque y fuente ornamental es que el estanque no dispone de surtidores ni elementos ornamentales de agua en movimiento (Federación Española de Municipios y Provincias, s.f.).

#### Condiciones de un buen proyecto

Al iniciar el proyecto de una fuente ornamental es preciso plantearse las siguientes cuestiones:

- *Razones para su construcción:* a las razones ornamentales, que se le suponen, en ocasiones hay que sumar otras, como, por ejemplo, servir para delimitar espacios proporcionando un efecto barrera; crear un espectáculo de agua, luz y sonido que sirva de punto de atracción; en edificios singulares servir para incorporar un elemento moderno y elegante que aporte la presencia y el brillo del agua y refresque el ambiente; emplearse como hábitat para poblaciones piscícolas; servir de estanque para la práctica del modelismo naval; etc. (Douglas Aurand, 1990).
- *Exigencias estéticas:* si las exigencias estéticas son muy elevadas, si se re-

quiere la incorporación de elementos esculturales o arquitectónicos o si debe servir para modificar la distribución espacial, el proyecto formal debe ser abordado por un profesional especializado en estos retos artísticos y/o arquitectónicos, dejando para los ingenieros el diseño de las instalaciones y la responsabilidad de poner la tecnología al servicio del hecho artístico, con garantías de éxito (González Fariñas, 2011).

- *Cuál será su emplazamiento:* es necesario estudiar muy bien el entorno donde se ubicará la fuente, con objeto de plantear una solución en la que todos los elementos que la componen están armoniosamente integrados y en la que el diseño del vaso y de los juegos de agua (surtidores de agua iguales, con funcionamiento simultáneo y que son alimentados por una misma bomba) se adecúen al emplazamiento (Douglas Aurand, 1990). Es muy distinto proyectar una fuente para una rotonda, una plaza, un parque, el interior de un centro comercial o edificio. Para la integración de la fuente con el entorno se tendrá en cuenta su forma, tamaño, calidad del diseño, materiales de construcción, etc., de modo que cuando esté parada su apreciación

estética sea satisfactoria, como sucede con la fuente de la Figura 1. Al igual que en los demás procesos de creación artística, sólo el buen hacer del diseñador o proyectista podrá dar en cada caso con la solución más adecuada. El estudio de las formas arquitectónicas y la correcta conjugación de juegos de agua y luz, serán los responsables del efecto final de la fuente ornamental y su integración en el entorno (Velasco Ferrer, s.f.). La forma del vaso no sólo incide en su aspecto estético, sino que también afecta, y a veces de forma notable, en su funcionamiento.

Una vez abordadas las tres cuestiones anteriores se puede iniciar la redacción del proyecto. Al hacerlo hay que evitar caer en el uso abusivo de elementos tecnológicos visibles y aburridas repeticiones de surtidores y caídas de agua (González Fariñas, 2011), copiadas de cualquier fuente existente. Es preferible la originalidad, la creación como síntesis de lo conocido y de lo que la imaginación permita, siempre que la tecnología logre abordarlo y sea factible su construcción y puesta en servicio.

La fuente exige equilibrio y armonía en su composición, lo que implica una correcta relación entre las secciones de los diversos juegos o efectos de agua

que la integran, y un mínimo caudal en movimiento, convenientemente distribuido entre todos los surtidores. Por debajo de ese caudal mínimo el diseño no estaría satisfactoriamente logrado. Al margen del caudal, la sección de los surtidores o toberas incide, de modo esencial, en el grado de perfección de los efectos agua-color y en la eficacia y economía de la iluminación. La perfección en la geometría del agua exige "venas líquidas" de geometría adecuada, sin discontinuidades ni bolsas de aire que perturben su trayectoria, para que la iluminación se realice correctamente, empleando la mínima potencia luminosa. Se requiere, por tanto, una elección adecuada de los juegos de agua. Para ello, es necesario conocer todas las posibilidades que brinda la extensa gama de toberas existentes y la conjugación entre ellas, dimensionar correctamente la red de tuberías, elegir bombas apropiadas y plantear una buena iluminación de los juegos de agua. Todos estos aspectos han de ser tenidos en cuenta en la fase de diseño de la fuente ornamental, y sólo el buen hacer del diseñador podrá dar con la solución más adecuada en cada caso particular (Velasco Ferrer, s.f.)

En el proyecto de una fuente ornamental se tendrán en cuenta criterios de sostenibilidad y ahorro de agua, tanto en lo que se refiere al suministro, como a su funcionamiento y mantenimiento. Deben plantearse fuentes ornamentales con sistemas de recirculación o de circuito cerrado, teniendo que reponer únicamente el agua necesaria para su llenado tras una operación de limpieza con vaciado, las pérdidas por evaporación y las debidas a su funcionamiento, producidas fundamentalmente por la acción del viento. Hoy en día, en nuestro país y en otros muchos, no cabe plantearse construir una fuente ornamental con suministro continuo de agua, cualquiera que sea su origen.

También se considerarán criterios de sostenibilidad a la hora de proyectar las instalaciones eléctricas y de iluminación, seleccionando los receptores (bombas, proyectores, etc.) que satisfagan las necesidades previstas, con el menor gasto energético posible.

### Factores determinantes del proyecto

Al proyectar la fuente ornamental se debe considerar los factores que se in-



Figura 2. Fuente cibernetica en rotonda de la Av. Ramírez Betancourt, en Las Palmas de Gran Canaria.

dica a continuación, pues serán determinantes para la solución propuesta:

- Climatología de la zona.
- Emplazamiento.
- Servicios existentes.
- Presupuesto.
- Condiciones de explotación y mantenimiento.

### Climatología

Se debe tener en consideración la climatología de la zona donde está prevista su ubicación, aunque éste no sea uno de los factores más determinantes del proyecto.

Los climas cálidos, en principio no presentan ningún problema a la hora de construir y mantener una fuente ornamental. La evaporación del agua es proporcional a la temperatura ambiente, a la velocidad del viento y a la superficie ocupada por la lámina de agua. En zonas cálidas tienen una gran aceptación las fuentes transitables. En estas fuentes las personas pueden circular entre los surtidores, resultando muy agradable, en los calurosos días de verano, sentir el efecto refrescante creado por el microclima que forman.

En las zonas de climas fríos, donde las heladas en invierno son habituales, debe tenerse en cuenta este hecho, pues la fuente no puede funcionar cuando el agua está helada. Además de helarse el agua del vaso, que se detecta en una simple inspección visual, también se hiela el agua del interior de las toberas y tuberías. Este agua helada forma un "tapón" que puede romperse bruscamente, con la fuerza del agua impulsada al poner en funcionamiento la bomba, produciendo, en los primeros instantes, un surtidor de agua descontrolado, que puede salirse del vaso y formar placas de hielo en su entorno, que pueden resultar

muy peligrosas para los peatones y para la circulación.

### Emplazamiento

El emplazamiento de la fuente es, tal vez, el factor más importante a considerar en su diseño. Un buen diseño requiere estudiar todos los aspectos del mismo, con objeto de proponer, en cada caso, la solución más adecuada, pues un diseño plenamente acertado para un emplazamiento puede resultar un enorme fracaso en otro. Adecuar la fuente al entorno constituye, probablemente, el mayor reto. Requiere inspiración, sensibilidad plástica, conocimientos y trabajo. Los aspectos a considerar relacionados con el emplazamiento son los siguientes:

**Fuentes situadas en parques, jardines y áreas peatonales.** Si está situada en una confluencia de paseos, se debe buscar la simetría total para su observación desde cualquier punto, recurriendo a vasos de forma circular o polígono regular. Si se sitúa en un paseo, itinerario o parterre, su forma se debe alargar, adaptándose al entorno. Aparecen, entonces, otras formas geométricas, como el rectángulo, la elipse, etc. Cuando se sitúa en entornos irregulares, la definición de su forma y tamaño goza de mayores grados de libertad, para satisfacción del diseñador, condicionado únicamente por los aspectos funcionales que exijan su diseño y el presupuesto disponible.

Un diseño recurrente en los parques son las llamadas rífas, en las que las diferencias de nivel se resuelven con atractivos saltos o cascadas de agua, consiguiendo un elemento integrado en el parque, que dialoga con todos los demás componentes del mismo.

En los parques también son abundantes los estanques para poblaciones



Figura 3. Fuente en la glorieta de Alonso Martínez en Madrid.

piscícolas, que en multitud de ocasiones sirven también de hábitat a aves acuáticas.

Los vasos de las fuentes cuyo interior resulta visible y de fácil acceso, en particular los situados en paseos y áreas peatonales, por razones estéticas deben tener visibles los mínimos componentes de las instalaciones, dejando únicamente vistos, a ser posible, las toberas y proyectores. También, por razones estéticas, es preferible que el interior del vaso esté revestido de piedra o materiales cerámicos. La profundidad del agua será la menor posible, evitando que en el supuesto de que alguien caiga a su interior no tenga consecuencias, o resulten más leves (González Fariñas, 2011).

Los vasos de las fuentes situadas en áreas peatonales, en ocasiones adoptan formas que constituyen una continuación del pavimento que les rodea, haciéndose accesibles y siendo posible pasear por su interior, como ocurre con las fuentes transitables. Esta integración se consigue construyendo uno o varios vasos que alojan los componentes hidráulicos y eléctricos, que se cubren con losas iguales o similares a las del pavimento circundante, o con una rejilla metálica tipo trames, solución claramente más barata que cubrirle con losas, pero con resultados estéticos en absoluto comparables.

En cuanto a los juegos de agua, las fuentes ornamentales situadas en los parques, jardines y áreas peatonales admiten, en principio, todos los diseños imaginables, condicionados únicamen-

te por la forma y tamaño de los vasos, así como por las exigencias funcionales y de mantenimiento que impongan los juegos proyectados. Estos espacios son idóneos para ubicar fuentes cibernéticas (fuentes de gran dinamismo, concebidas para crear espectáculos de agua, luz con toda su diversidad de colores y en ocasiones música, en las que todos los surtidores de agua y proyectores de luz están gobernados mediante un software y sincronizados entre ellos), Figura 2, pues contemplar todos los escenarios que ofrecen requiere disponer de tiempo libre y ánimo sosegado.

**Fuentes situadas en plazas y glorietas.** Las fuentes situadas en el centro de plazas o glorietas, que sirven como elemento de articulación del tránsito de peatones y vehículos, tienden a adoptar formas circulares o de polígonos regulares, pues permiten una simetría total para su observación desde cualquier punto (Figura 3), al igual que sucedía con las fuentes situadas en la confluencia de paseos en parques. Cuando se sitúa en el centro de una plaza o glorieta, que no tiene la función de dirigir o articular el tránsito de vehículos o peatones, puede adoptar cualquier forma, quedando únicamente condicionada por aspectos funcionales y presupuestarios.

En las plazas o glorietas donde confluyen varias vías de importante tráfico, distribuido mediante una rotonda central con una fuente ornamental, esta debe diseñarse de modo que no suponga un obstáculo que impida a los conductores ver los movimientos que realizan

los vehículos más próximos. Por ello, la forma y tamaño del vaso deberá estar acomodado a la isleta, tendiendo, por lo general, a adoptar la misma forma, para evitar, en todo caso, que el muro lateral del vaso llegue hasta el bordillo que la delimita. Los diámetros de las toberas y la altura de los surtidores están muy condicionados por su ubicación y por el tamaño del vaso, de forma que permitan su óptima visión, tanto para los peatones como para los pasajeros de los vehículos que circulan por la zona. Se debe estudiar la influencia que la acción del viento puede ejercer sobre los surtidores, pues cuando su velocidad alcanza valores elevados puede provocar que el agua se derrame fuera del vaso, y producir situaciones molestas para las personas y bienes, así como pérdidas de agua que pueden llegar a ser cuantiosas. Estas fuentes requieren un control de su funcionamiento en función de la velocidad del viento (de la Fuente Borreguero, 2018).

Hay que ser muy cuidadosos al instalar fuentes cibernéticas o de escenarios cambiantes en estos emplazamientos, pues su funcionamiento puede distraer a los conductores de los vehículos y provocar accidentes. De instalarse estas fuentes, se procurará que un mismo escenario permanezca inalterable durante varios minutos, huyendo de variaciones rápidas que son las que más distraen a los conductores.

#### Servicios existentes

Antes de iniciar la redacción del proyecto de una fuente ornamental hay

que asegurar la disponibilidad en el entorno de los siguientes servicios:

**Red de suministro de agua**, en cantidad y calidad suficiente. Lo ideal es disponer de una tubería de agua potable, perteneciente a la compañía abastecedora o de una red de riego. No obstante, como el agua potable es un bien escaso, sobre todo en determinadas partes de nuestro territorio, se debe estudiar la posibilidad de consumir agua procedente de suministros alternativos, como pozos, manantiales, agua reutilizada convenientemente tratada. En estos casos se deberá realizar un estudio sobre la calidad del agua a utilizar, en particular el de su contenido de nutrientes, al objeto de prevenir procesos de eutrofización de la lámina de agua (Ayuntamiento de Madrid, 2006).

**Red de saneamiento**, que permita realizar el vaciado completo de la fuente, lo que requiere verificar su trazado, profundidad y diámetros de los tubos.

**Suministro de energía eléctrica**, con potencia suficiente para atender las necesidades de las bombas de recirculación y/o instalación de alumbrado de la fuente ornamental. El suministro desde la red de la compañía distribuidora de energía es una buena garantía de continuidad y mantenimiento de los parámetros de tensión y frecuencia. También se puede estudiar la posibilidad de recurrir a suministros procedentes de energías renovables, como la solar o la eólica, y sistemas de acumulación de energía, por ejemplo baterías, para evitar que el funcionamiento de la instalación se vea afectado por la falta de continuidad en la generación de las fuentes renovables. Un buen proyecto de estas características será el que consiga la autosuficiencia energética, es decir, que toda la electricidad necesaria para el funcionamiento de la fuente ornamental sea de origen renovable.

La existencia de servicios en la ubicación prevista para la fuente ornamental puede suponer un condicionante en su construcción. La presencia de tuberías enterradas de gas, de abastecimiento de agua, colectores de aguas residuales, líneas eléctricas de alta o media tensión, instalaciones de comunicaciones, pueden suponer limitaciones en el diseño y construcción de la fuente, y en el supuesto de optar por su desvío o retranqueo un importante sobrecoste. También la existencia de

líneas eléctricas aéreas puede condicionar la solución propuesta, en particular la altura de los surtidores.

Para conocer los servicios existentes se solicitará, a las compañías titulares de los mismos y al ayuntamiento, los planos actualizados de todos ellos. En los planos debe indicarse la naturaleza del servicio, sus características, cotas que determinen su posición, profundidad, etc. y las normas que tienen establecidas para solicitar su desvío o retranqueo.

#### Presupuesto

Antes de iniciar la redacción del proyecto de una fuente ornamental es preciso conocer la disponibilidad económica para su construcción, o al menos una orientación de la misma. De no ser así, puede darse el caso de completar el proyecto de una fuente cuyo presupuesto superará ampliamente la cantidad prevista para su construcción, con lo cual este proyecto no será viable y se deberá redactar uno nuevo. Esto supone un mal uso de los recursos técnicos y humanos de la oficina de proyectos, un mayor coste de la redacción del proyecto y riesgo de retrasar la fecha de su terminación.

#### Condiciones de mantenimiento y explotación

También es preciso conocer algunos aspectos referidos a las condiciones en que se realizará su mantenimiento y explotación, principalmente:

- Cómo se afrontarán los costes de los consumos de agua y de energía eléctrica, reparación y/o sustitución de equipos electromecánicos y de iluminación, personal de mantenimiento, etc.
- Época del año en que funcionará y horario.
- Nivel de preparación del personal que se encargará de su mantenimiento.

El proyecto debe incorporar el cálculo de los costes que supondrán su mantenimiento y explotación, lo que permitirá al titular de la instalación, o responsable de su puesta en servicio, consignar la partida presupuestaria necesaria. De esta manera, pueden hacer previsiones reales y evitar situaciones límite en las que las nuevas fuentes no funcionan, o lo hacen de forma muy reducida, al no poder afrontar a los gastos de mantenimiento y ex-

plotación (de la Fuente Borreguero, 2014). Algunos costes son fácilmente cuantificables, como el coste/hora del consumo de energía o el gasto anual de agua. Sin embargo, otros son de más difícil cuantificación, como los de reparación y/o sustitución de elementos y equipos averiados, costes que sólo empresas especializadas y con mucha experiencia en el mantenimiento de fuentes ornamentales podrán calcular con exactitud.

Esta previsión de los costes permitirá saber las necesidades económicas y de medios (humanos, maquinaria, etc.) que requiere las operaciones de mantenimiento, conocer los costes de energía eléctrica y consumo de agua y controlar si los costes reales se ajustan a las previsiones, y de no ser así poder analizar las desviaciones.

A la hora de proyectar una fuente ornamental conviene actuar con cierta medida y conocer la cualificación del personal encargado de su mantenimiento, de modo que no se proyecte una fuente que incorpore los últimos avances tecnológicos si el personal de mantenimiento no tiene la formación necesaria y tampoco se contempla contratar a empresas especializadas, que cuenten con personal debidamente formado.

#### Otros aspectos a tener en cuenta en la redacción del proyecto

Además de los factores expuestos, determinantes en la redacción del proyecto, se ha de tener en cuenta otra serie de aspectos que pueden influir enormemente en la calidad del proyecto y de la obra resultante. Se aportan, a continuación, otros aspectos a considerar y algunas sencillas recomendaciones a tener en cuenta:

- *Ubicación de los juegos de agua:* los juegos de agua se deben situar en la superficie del vaso teniendo en cuenta su tipología, altura y movimientos, cuidando que las distancias sean las adecuadas, a fin de evitar que el agua se derrame fuera del vaso y se produzcan salpicaduras que puedan afectar al entorno. Una regla básica es que el efecto de la salpicadura de un surtidor, en ausencia de viento, se extiende horizontalmente en un radio aproximadamente igual a la altura del mismo (González Fariñas, 2011). También puede limitarse la altura de los surtidores verticales a

la que impone la Normativa sobre Gestión Sostenible del Agua (Federación Española de Municipios y Provincias, s.f.), que no permite alturas superiores al 70 % de la distancia que hay desde la tobera al borde más próximo del vaso de la fuente. Para evitar las salpicaduras producidas por una cascada o salto de agua, se pude emplear la regla básica consistente en que la distancia del borde del vertedero a la pared interior del vaso de recogida del agua no sea inferior a la altura del salto.

- **Acción del viento:** se debe estudiar la presencia de vientos que puedan afectar al funcionamiento de los surtidores de agua. En caso de que les puedan perturbar, se dotará a la fuente de un control anemométrico de su funcionamiento, que actúe sobre la dinámica de los juegos de agua, de acuerdo con la velocidad del viento y programación prevista, modificando su altura o parándoles (de la Fuente Borreguero, 2018).

- **Ruido:** se deberán evitar posibles molestias por el ruido ocasionado por el agua. El agua en movimiento produce sonido que puede resultar agradable o perjudicial (ruido), dependiendo de la situación de la fuente y del uso del espacio contiguo (Safe Rain, s.f.). El tenue sonido producido por el discurrir de pausadas láminas de agua, el espaciado sonido de goteo o el causado por surtidores de pequeño caudal y altura, produce sensaciones apacibles, sosegadas y de relajación, que invitan a detenerse a contemplar la fuente, a fijarse en el entorno y a meditar. Por el contrario, los surtidores de gran altura y caudal, como los que se emplean en amplias localizaciones exteriores, como plazas, parques, etc., y que llaman positivamente la atención por su magnificencia visual y por su impacto sonoro, en caso de haber edificios próximos pueden producir molestias por ruidos a las personas que les ocupan y perturbar su tranquilidad. Si se trata de edificios de viviendas, el ruido producido por el funcionamiento de la fuente, sobre todo cuando se abren las ventanas, puede llegar a ser molesto y perjudicial para la salud de sus moradores.

- **Volumen de agua del vaso inferior o depósito de aspiración:** al proyectar una

fuente ornamental o una ría, con vasos en cascada y sistema de recirculación, el vaso inferior o depósito de aspiración (o de compensación) se diseñará con capacidad suficiente para retener el caudal circulante o en movimiento, de modo que una vez parada la recirculación no se vaya por el rebosadero. También se diseñará de forma que se garantice el correcto funcionamiento de las bombas, asegurando que la profundidad del agua, en el punto de aspiración, sea la recomendada por los fabricantes. Con ello se evita que las tuberías de aspiración queden parcialmente vacías, o se produzcan remolinos que permitan la entrada de aire a las bombas, produciendo problemas de funcionamiento (Safe Rain, s.f.) y el tan temido efecto de cavitación.

- **Oleaje:** el agua en movimiento produce un oleaje que puede afectar al funcionamiento de las toberas, provocando fluctuaciones en la altura de los surtidores, o en el caso de los saltos de agua variaciones del caudal vertido. Salvo que se deseen estos efectos de surtidores fluctuantes o de caudal variable, será necesario instalar sistemas para reducir el oleaje (Velasco Ferrer, s.f.).
- **Alteración del efecto espejo:** en determinadas láminas de agua se pretende un efecto espejo, que puede verse alterado si existen surtidores inclinados. La alteración será mayor cuanto más se aleje de la vertical. Para reducir su efecto perturbador estos surtidores deben entrar en la lámina con un ángulo ( $b$ ) que debe estar en el intervalo siguiente:  $30^\circ < b < 90^\circ$ . Si el agua se desplaza en una determinada dirección, caso de una cascada o ría, y el surtidor entra muy horizontalmente, puede producir una ola estacionaria en la zona de entrada, con crecimiento del nivel aguas abajo del punto de impacto y decrecimiento del mismo agua arriba (González Fariñas, 2011).
- **Desvanecimiento de cascadas:** cuando al caudal de las cascadas es insuficiente para su altura se puede producir su rotura o disgregación, transformándose la lámina de agua que se vierte en un conjunto de pequeños e irregulares chorros, sin atractivo alguno. Para evitarlo es necesario que el espesor de la lámi-

na que se vierte esté en relación con la altura del salto de agua y que el vertedero esté muy bien nivelado, sin resaltes que perturben el fluir de la lámina.

- **Calidad del agua:** es muy importante mantener la calidad del agua dentro de unos determinados parámetros, lo que requiere retirar del interior de los vasos los elementos que puedan afectar a su limpieza y disponer de un sistema de tratamiento adecuado a sus características, que evite su descomposición y la aparición de malos olores, para mantener la calidad microbiológica en las mejores condiciones posibles, siempre dentro de los límites que la legislación vigente exija (España. Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad, 2007). Esto permitirá reducir el número de vacíos, para limpieza y reposición del agua de la fuente, con la consiguiente disminución del consumo de agua. Otro riesgo a valorar, cuando proliferan microorganismos en el agua, es la dispersión que de los mismos pueden realizar los surtidores, contribuyendo a enrarecer el aire circundante y contagiar enfermedades a las personas, bien por contacto o por las vías respiratorias (González Fariñas, 2011). Se tendrá en cuenta lo dispuesto por la legislación vigente para la prevención y control de la legionelosis (España. Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad, 2007) (España. AENOR, 2017).
- **Arbolado:** hay que evitar, en la medida de lo posible, situar la fuente en zonas donde exista abundante arbolado o cualquier otro tipo de vegetación, que pueda provocar la entrada de hojas e impurezas en el vaso y circuito hidráulico (España. Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad, 2007).
- **Instalación de llenado:** se diseñará de modo que enlace la red de suministro existente en la zona con la fuente ornamental. Si la fuente se compone de varios vasos sobrepuertos, formando cascadas, la tubería de llenado llegará hasta el vaso superior, realizándose el llenado de los demás por rebose de los situados a alturas superiores.
- **Instalación de vaciado:** se instalará un sistema de drenaje que permita el

- vaciado completo de la fuente. Esto requiere que todos los vasos cuenten con un sistema de vaciado propio, situado en el punto más bajo. En las proximidades de la fuente se construirá una o varias arquetas de vaciado, a las que llegarán los tubos de vaciado de todos los vasos y el rebosadero (o rebosaderos) de la fuente. A su vez, de estas arquetas partirá un tubo que conectará con la red de saneamiento. Las rías de mucha longitud, donde puede resultar muy costoso conectar el vaciado de cada vaso con una arqueta y ésta a su vez con la red de saneamiento, se puede optar por que cada vaso vacíe al inmediato inferior hasta llegar al último (inferior), que se conectará con la red de saneamiento.
- **Rebosadero:** a la superficie de la lámina de agua se la dotará de un rebosadero y/o aliviadero, que estará diseñado para evacuar el exceso de agua acumulada por el aporte pluvial directo, el procedente de escorrentías o de la rotura o manipulación indebida o incorrecta de la instalación de llenado (Federación Española de Municipios y Provincias, s.f.) En el caso de una fuente con vasos en cascada o sobrepuertos, el rebosadero se situará en el vaso inferior.
  - **Instalación hidráulica:** se dimensionará correctamente la red de tuberías o circuito hidráulico y se elegirán adecuadamente las bombas. Los circuitos de aspiración de las bombas se protegerán mediante un filtro que retenga las partículas de mayor tamaño (hojas, papeles, etc.), impidiendo su entrada en el circuito hidráulico, pues podrían obstruirlo.
  - **Instalación eléctrica:** se realizará conforme a los reglamentos que sean de aplicación y se dotará a la fuente de iluminación suficiente.
  - **Materiales:** todos los materiales que estén en contacto con el agua y humedades deberán resistir la acción agresiva del agua y del cloro, o de otros agentes desinfectantes, con el fin de evitar fenómenos de oxidación o corrosión. Se evitarán materiales que favorezcan el desarrollo de bacterias y hongos (España. Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad, 2007)
  - **Aguas estancadas:** se evitará la existencia de zonas con aguas estancadas, que pueden favorecer el des-

rrollo de bacterias y los procesos de eutrofización.

- **Profundidad:** se procurará emplear vasos o estanques de poca profundidad (Oase Living Water, s.f.).
- **Ocultación de elementos tecnológicos:** en la medida de lo posible se ocultarán todos los componentes tecnológicos de la fuente (Oase Living Water, s.f.).
- **Impermeabilización:** para evitar filtraciones se impermeabilizarán todas las superficies de los vasos y depósitos en contacto con el agua, empleando, en cada caso, los productos y técnicas que mejores resultados garanticen, en función de los materiales utilizados en su construcción.
- **Sala de máquinas:** se situará lo más cerca posible de la fuente, para reducir los costes iniciales de obra civil e instalaciones y para minimizar las pérdidas de carga de los circuitos hidráulicos. Los accesos para el personal de mantenimiento serán cómodos y seguros. La sala tendrá altura suficiente para poder permanecer de pie. Será posible introducir y sacar del interior todos los equipos electromecánicos. Los equipos estarán posicionados de modo que se pueda acceder a los mismos con facilidad y trabajar cómodamente. Estará impermeabilizada para evitar posibles filtraciones a través de techo, paredes y suelo, y estará correctamente ventilada para evitar humedades. Tendrá un sistema de drenaje para evitar inundaciones por rotura de tuberías, válvulas, cierres de las bombas, etc.

## Ejecución de la obra

Al construir la fuente ornamental hay que conseguir alcanzar los objetivos de calidad previstos en proyecto, lo que implica materializar todos los factores de los que depende. La dinámica habitual, durante la ejecución de la obra, es desviarse de las exigencias de proyecto, con el propósito de reducir costes y asegurar el cumplimiento de los plazos, tendiendo a adquirir materiales más baratos o de más fácil localización y recurrir a procesos constructivos más sencillos, cortos o conocidos. Estas prácticas pueden hacer disminuir la calidad prevista y para contrarrestarlas es necesario establecer los controles necesarios, durante las distintas fases

de la obra: replanteo, ejecución de los trabajos y recepción (de la Fuente Borreguero, 2014)

## Conclusiones

Las fuentes y estanques ornamentales, en los que se han identificado correctamente los factores y aspectos determinantes de la calidad del proyecto y de la obra resultante y a los que se ha dado una solución satisfactoria, siguiendo las directrices y especificaciones indicadas en este artículo, cumplirán con los objetivos previstos: proporcionar belleza a través del equilibrio y la armonía de sus componentes, de su integración en el entorno y de su correcto funcionamiento, de modo que presten el nivel de servicio deseado.

## BIBLIOGRAFÍA

- Ayuntamiento de Madrid, 2006. Ordenanza de Gestión y Uso Eficiente del Agua en la Ciudad de Madrid. pág. 14. [En línea] Disponible en: <https://www.madrid.es/UnidadWeb/UGNormativas/Normativa/2006/Ficheros/ANM200650.pdf> [Último acceso: 11 julio 2019].
- de la Fuente Borreguero, C., 2014. Criterios que mejoran la calidad del servicio y la eficiencia energética en el alumbrado público municipal a lo largo de todo su ciclo de vida. s.l.:Conama. ISBN: 978-84-697-2060-8. pág.16.
- De la Fuente Borreguero, C. F. A. A., 2018. Fuentes ornamentales: ahorros energéticos y de agua así como mejora del nivel de servicio. [En línea] Disponible en: <http://dx.doi.org/10.6036/8651> [Último acceso: 4 agosto 2019].
- Douglas Aurand, C., 1990. Fountains and Pools. Construction Guidelines and Specifications. Second Edition. New York: Van Nostrand Reinhold. 0-442-00696-9. pág. 1, 2, 5.
- España. Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad, 2007. Guía técnica para la Prevención y Control de la Legionelosis en instalaciones. Capítulo 9. pág. 3. [En línea] Disponible en: <https://www.mscbs.gob.es/ciudadanos/saludAmbLaboral/agenBiologicos/guia.htm>. [Último acceso: 5 julio 2019].
- Federación Española de Municipios y Provincias, s.f. Red Española de Ciudades por el Clima. Guía para el desarrollo de normativa local en la lucha contra el cambio climático. Capítulo 5. pág. 7, 10. [En línea] Disponible en: <http://www.redciudadesclima.es/sites/default/files/2257cbeccc2c6fab50da7853fcf9feff.pdf> [Último acceso: 6 julio 2019].
- González Fariñas, J. E., 2011. Hidráulica de fuentes ornamentales e instalaciones acuáticas. Santa Cruz de Tenerife: Carpintería Drago S.L. ISBN: 978-84-614-7971-9. pág. 1, 271-276.
- Oase Living Water, s.f. [En línea] Available at: <https://www.oase-livingwater.com/> [Último acceso: 12 octubre 2019].
- Safe Rain, s.f. [En línea] Available at: <http://www.saferain.com/es/blog/fuentes-de-interior.html> [Último acceso: 9 octubre 2019].
- Safe Rain, s.f. [En línea] Available at: <http://www.saferain.com/es/blog/diseño-de-fuentes-ornamentales-parte-2-3.html> [Último acceso: 19 octubre 2019].
- Velasco Ferrer, C., s.f. Fuentes Ornamentales, pág. 16, 31 y 54, s.l.: s.n.