

# CICLO INTEGRAL DEL AGUA DE USO URBANO - ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE



OFICINA TÉCNICA DEL CICLO INTEGRAL DEL AGUA  
Servicio de Explotación del Agua Potable

# CICLO INTEGRAL DEL AGUA DE USO URBANO

El ciclo integral del agua de uso urbano (CIA) es un sistema único que integra los servicios de abastecimiento de agua potable y el saneamiento de aguas residuales. Esto implica que, aunque por razones operativas el abastecimiento y el saneamiento se gestione de manera independiente, se deben considerar, planificar y operar coordinadamente, ya que ambos son caras de la misma moneda.



**En el abastecimiento** se incluye la captación y transporte de agua bruta, su potabilización, almacenamiento en depósitos y su distribución a través de las redes de tuberías hasta los puntos de consumo (tomas domiciliarias, fuentes, bocas de riego, hidrantes, etc).

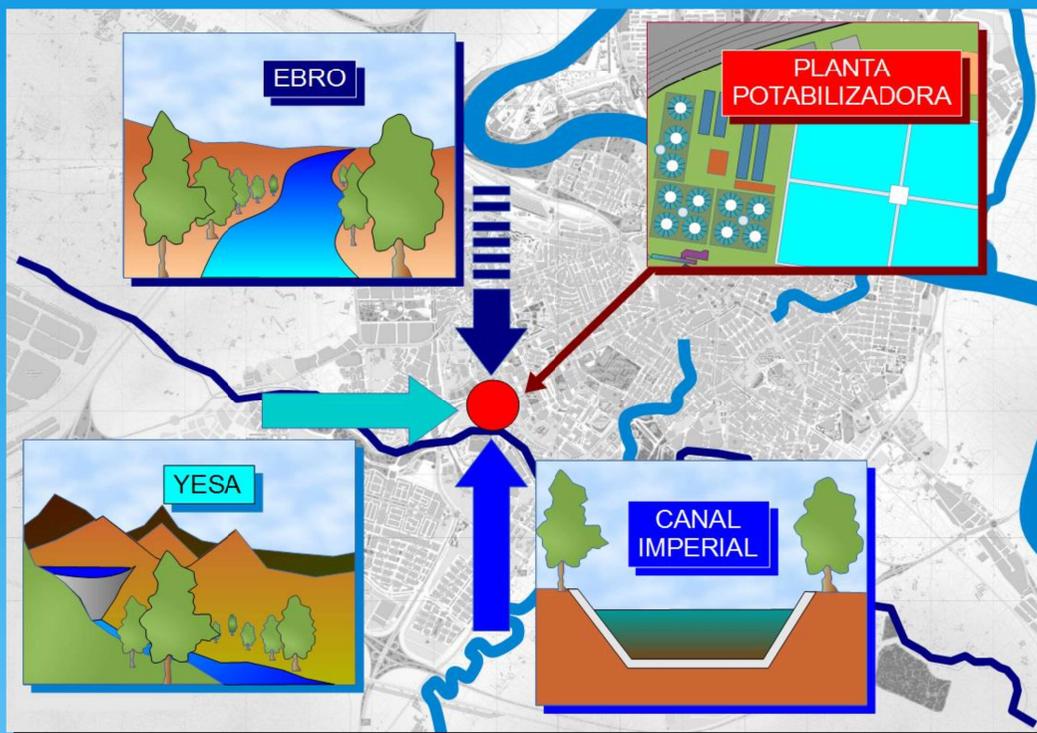
El saneamiento incluye la recogida de aguas residuales y pluviales mediante las redes de alcantarillado, su almacenamiento temporal y transporte hasta las estaciones de tratamiento, su depuración y posteriormente su emisión al medio o, en su caso, reutilización.



**Sabías que...** Ramón Pignatelli, impulsor de las obras del Canal Imperial de Aragón, posibilitó la llegada del agua a Zaragoza el 18 de octubre de 1786 y se inauguró la Fuente de los Incrédulos del canal.



# FUENTES DE SUMINISTRO



El agua que se consume en Zaragoza, tiene dos orígenes principales:

- 1) El sistema de abastecimiento tradicional a través del **Canal Imperial de Aragón**, construido en el siglo XVIII.
- 2) El sistema a través de la infraestructura de la traída de agua de los Pirineos que, desde **el embalse de Yesa**, llega a la ciudad desde 2007.

Existe también una impulsión directa del **río Ebro** utilizada en caso de corte de las otras dos fuentes desde 1950.

El agua bruta ingresa en la estación de tratamiento del agua potable de Casablanca.

Una vez tratada, se almacena en los Depósitos de Casablanca, de unos 148.000 m<sup>3</sup>. aproximadamente.

Desde éstos, se envía directamente a la red de distribución o se impulsa a los depósitos de Valdespartera y Canteras para su distribución.

Caudal medio consumido (2019)

1.858 l/seg.

Volumen bruto consumido (2019)

58,6 Hm<sup>3</sup>

**Sabías que...**el siglo XIX se caracterizó por el abastecimiento de acequias y por los aguadores. El oficio de aguador era muy apreciado en Zaragoza. Éstos llevaban el agua desde las fuentes públicas hasta las casas. Al principio con borricos cargados con cántaros o tinajas y después con carros con cubas.

# INSTALACIONES: DEPÓSITOS

## PRINCIPALES DEPÓSITOS

DEPÓSITO	VOLUMEN (m <sup>3</sup> )	COTA DE LA SOLERA
CASABLANCA	148.000	237
VALDESPARTERA	42.000	266
ECOCIUDAD	11.100	306,5
CANTERAS	15.100	253
LEONES	935	221,9
ACADEMIA	12.450	278
PEÑAFLORES	374	286
GARRAPINILLOS	100	255
VILLARRAPA	15	219,3
PUERTO VENECIA	2.612	268
EMPRESARIUM	5.543	301,9
ROSALES DEL CANAL	1.410	246,1

El sistema de almacenamiento y bombeo comprende:

- 16 DEPÓSITOS
- 14 ESTACIONES DE BOMBEO
- 17 INSTALACIONES DE REFUERZO DE CLORACIÓN



**Sabías que...** En 1876 se construyeron los depósitos de Torrero junto al parque Pignatelli y en 1907 se construyeron los nuevos depósitos en el actual emplazamiento de los actuales de Casablanca.

# INSTALACIONES: IMPULSIONES



## PRINCIPALES IMPULSIONES

DEPÓSITO	POTENCIA KW	Q max. de elevación (m3/h)
ELEVACIÓN EBRO	670	16.200
CASABLANCA	variable	25.200
VALDESPARTERA	variable	4.968
ECOCIUDAD	132	2.223
PARQUE	315	7.500
CANTERAS	160	2.700
ROSALES	22	472
MONTAÑANA	15	150
LAS FLORES	-	135
LEONES	77,8	1.856
PUERTO VENECIA	55	648
EMPRESARIUM	-	1.125
GARRAPINILLOS	11	156
VILLARRAPA	2,2	27
ALFOCEA	2,2	18
TORREMEDINA	-	36

**Sabías que...** en 1958 se ejecutó el primer bombeo directo de agua del Ebro, situado junto al puente de la Almozara.

# ESTACIÓN DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE



La estación de tratamiento de agua potable de Casablanca entró en servicio en 1965.

Desde esa fecha, ha sido objeto de varias fases de ampliación: IIª fase (1969) y IIIª fase (1989), renovación de equipamientos, mejoras en las instalaciones y obras de remodelación. Las más significativas:

- (1999) Sustitución del sistema de desinfección de cloro gas por hipoclorito sódico.
- (2001) Puesta en funcionamiento de la planta recuperadora de agua.
- (2008) Renovación y cubrimiento de los depósitos de la planta potabilizadora.
- (2010) Mejora de la filtración por la sustitución de la arena de los lechos filtrantes por carbón activo granular.
- (2017) Instalación de una Planta fotovoltaica de 2 megawattios de potencia en la cubierta del depósito.

Capacidad de tratamiento

**6 m<sup>3</sup>/sg**

Decantadores

**11**

Filtro de carbón

**20**

Filtro de arena

**14**

**Sabías que...** En 1965 se Construyó la estación de tratamiento del agua potable de Casablanca

# El proceso de potabilización



- Entrada del agua bruta
- Precloración
- Desbaste
- Ajuste de pH (reducción)
- Coagulación floculación
- Decantación
- Filtración sobre arena y carbón activo
- Bombeo a depósitos
- Desinfección final
- Recloración a lo largo de la red de distribución

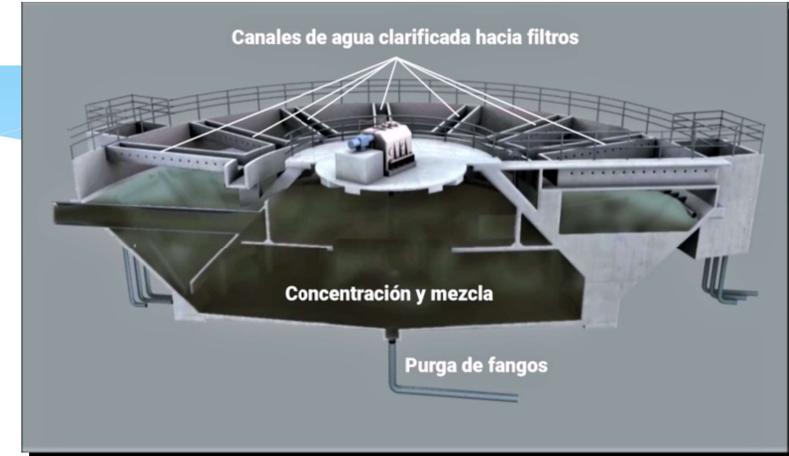
**Sabías que...** en 1910-1912 se construyeron los **actuales depósitos de Casablanca** con objeto de dotar de agua a las viviendas. A finales de 1912 había 1400 casas con servicio de agua y se extiende la red hacia los barrios extremos. Los Depósitos de Casablanca no han dejado de suministrar agua a los zaragozanos.

1. **Captación** en un sistema de compuertas motorizadas.
2. **Precloración:** se añade cloro (en forma de hipoclorito sódico), agente químico que por oxidación, ayuda a eliminar la materia orgánica e inorgánica (causante en gran medida del olor, color y sabor del agua) y parte de los microorganismos que contiene).
3. **Inyección de CO<sub>2</sub>:** permite ajustar el pH para dosificar el coagulante al pH adecuado, para conseguir la mínima solubilidad posible del aluminio residual en el agua.
4. **Desbaste:** se lleva a cabo mediante reja de eliminación de sólidos de tamaño 3,5x5 m. Y con una distancia entre barrotes de 100 mm. y losa deflectora de hormigón que impide la entrada de material flotante. A continuación, dos rejillas autolimpiantes con un paso entre barrotes de 20 mm., permiten la eliminación de hojas de árboles y otros residuos.
5. **Coagulación floculación:** se elimina materia en suspensión así como materia coloidal, responsables de la turbidez del agua. Después de la coagulación, la mezcla floculante-agua se recircula en la zona de concentración y mezcla del decantador para facilitar que las partículas choquen entre sí y se aglutinen para formar “flóculos” de mayor peso y tamaño.



**Sabías que...** los 34 filtros de la Planta realizan un proceso que en el terreno del campo y montaña se da de manera natural. El agua de lluvia que se infiltra en el terreno se limpia, ya que la arena retiene las impurezas que pueda llevar. Por eso el agua subterránea y de los acuíferos son aguas muy limpias.

6. **Decantación:** con el agua casi en reposo y por la acción de la gravedad, se depositan en el fondo las partículas y agrupaciones formadas por el proceso anterior, formando un fango que se extrae y el agua clarificada se recoge a través de unos canales para pasar al siguiente proceso. La floculación y decantación se ejecutan en 11 decantadores de recirculación de fangos, de 28 m. de diámetro y 6,5 m. de profundidad. **Al final de estos procesos se han eliminado virus, bacterias, el 99% de la materia en suspensión y el 60% de la materia orgánica.**
7. **Filtración:** retención de las partículas que no pudieron ser extraídas por el proceso anterior haciendo pasar el agua por unos filtros. El agua circula desde la superficie del filtro hasta las salidas de fondo (formada por toberas colectoras), atravesando todo el lecho de filtrado. En la actualidad hay 34 filtros, 14 son de arena y 20 son de carbón activo granular. La recogida del agua filtrada se realiza mediante las toberas colectoras (43 por metro cuadrado de superficie filtrante), de 0,3mm. de paso de ranuras roscadas sobre un falso fondo. El lavado de los filtros se realiza inyectando agua y aire por el fondo a contracorriente.
8. **Bombeo a los depósitos.**
9. **Desinfección:** El cloro es el desinfectante más efectivo para las bacterias y los virus porque el efecto residual de la desinfección puede y debe durar hasta el grifo del consumidor. La dosis se regula de forma que existe un contenido de cloro residual en el agua a salida de la red de distribución de 0,65 ppm.



# Datos técnicos de la planta de tratamiento del agua

## Decantadores:

11 decantadores de recirculación de fangos, de 28 m. de diámetro y 6,5 m. de profundidad.

## Filtros

14 filtros de arena de 100 m<sup>2</sup>/ud, (total superficie de filtrado: 1.400 m<sup>2</sup>), altura del lecho filtrante 60 cm. Granulometría 0,8 mm.

20 filtros de carbón de 100 m<sup>2</sup>/ud, (total superficie de filtrado: 2.000 m<sup>2</sup>), altura lecho filtrante 100 cm

Velocidad media de filtración: 3,6 m/h (considerando solo carbón)

Tiempo de contacto 16 minutos (considerando solo carbón)

## Reactivos empleados

- Sulfato de aluminio como agente coagulante
- Almidón como floculante
- CO<sub>2</sub> para disminución de pH y optimización del coagulante
- Hipoclorito sódico en precloración y desinfección final

## Laboratorio

La planta dispone asimismo de un laboratorio propio para análisis en continuo de los principales parámetros que incluye la normativa del agua.

## Equipos auxiliares:

CT, soplantes para lavado de filtros, compresores y secadores de aire

## Parque fotovoltaico:

Con una potencia instalada de 2 Mw, capaz de generar el 62% de la energía consumida en la ETAP.



# Planta de recuperación de agua (PRA)

La planta de recuperación de agua de la potabilizadora de Zaragoza entró en servicio en el año 2002.

Realiza el tratamiento de los lodos procedentes del lavado de filtros y de la purga de los decantadores. Se construye con el fin de lograr un doble objetivo: evitar vertidos al río Huerva mejorando el estado ecológico del cauce y recuperar así para el abastecimiento una buena parte de los caudales que antes se vertían.

Los fangos se almacenan en contenedores para su recogida por un gestor autorizado y su empleo final en diferentes usos o transporte a vertedero.

## El tratamiento de los fangos consta de las siguientes fases:

- Desbaste.
- Coagulación y floculación.
- Espesado de fangos.
- Deshidratación de fangos.
- Extracción de los fangos como residuo sólido.
- Recuperación de agua.



# Datos técnicos de la Planta de recuperación de agua

- Pozo de entrada con reja de desbaste de 70 mm de paso.
- Depósito de almacén de fangos frescos de 790 m3 en el que hay instaladas tres bombas de elevación de fangos de 30 Kw.
- Cámara de dosificación de sulfato de alúmina y polielectrolito que actúan como agentes coagulante y floculante respectivamente.
- Tres espesadores de 16 m de diámetro y 850 m3 de capacidad que posibilitan un tiempo de retención de 22 horas.
- Pozo de fangos espesados de 768 m3.
- Seis equipos de deshidratación compuestos por bombas de tornillo de elevación de fangos y dosificación de polielectrolito predeshidratador y filtro banda de dos metros de anchura.
- Edificio de almacenamiento de fango deshidratado en contenedores transportables de 20 m3 de capacidad unitaria.
- Recuperación de agua, se usa fundamentalmente para limpieza de filtros banda de la ETAP.

# RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA

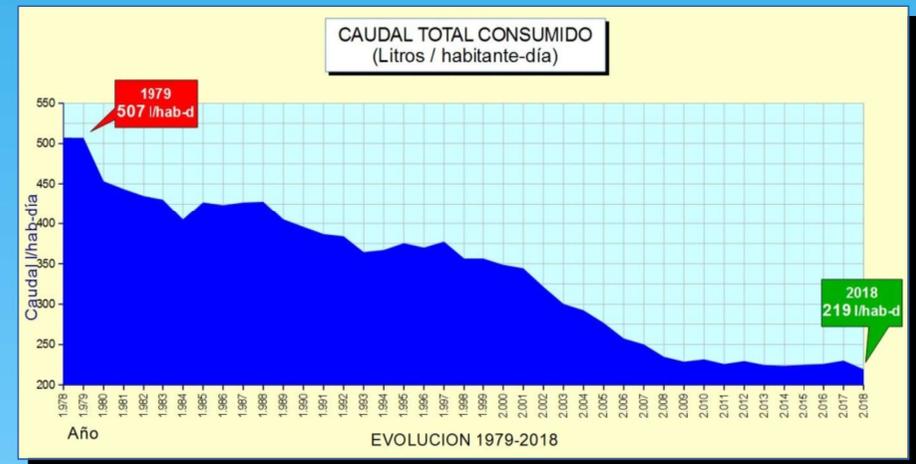
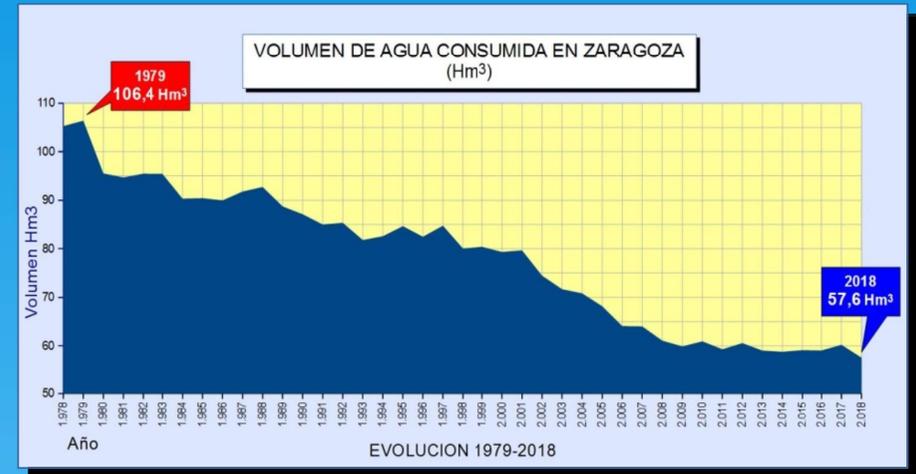
El agua es un recurso natural escaso y ha de utilizarse de manera racional. Para alcanzar la sostenibilidad del sistema de abastecimiento es preciso:

- **Desarrollar una gestión eficiente del servicio.**
- **Hacer un uso eficiente del agua.**

El consumo de agua de Zaragoza desde el año 1979, ha ido disminuyendo desde 106 Hm<sup>3</sup> hasta 57,6 Hm<sup>3</sup>, del año 2018 (un 54%).

Este descenso se debe fundamentalmente a dos aspectos:

- **A la política municipal de renovación de redes y de aumento de la eficiencia del sistema**
- **A la concienciación del usuario sobre la necesidad de ahorro de agua.**



**Sabías que...** hay tuberías en la red de abastecimiento todavía en funcionamiento que tienen cerca de 100 años y son de fundición gris.

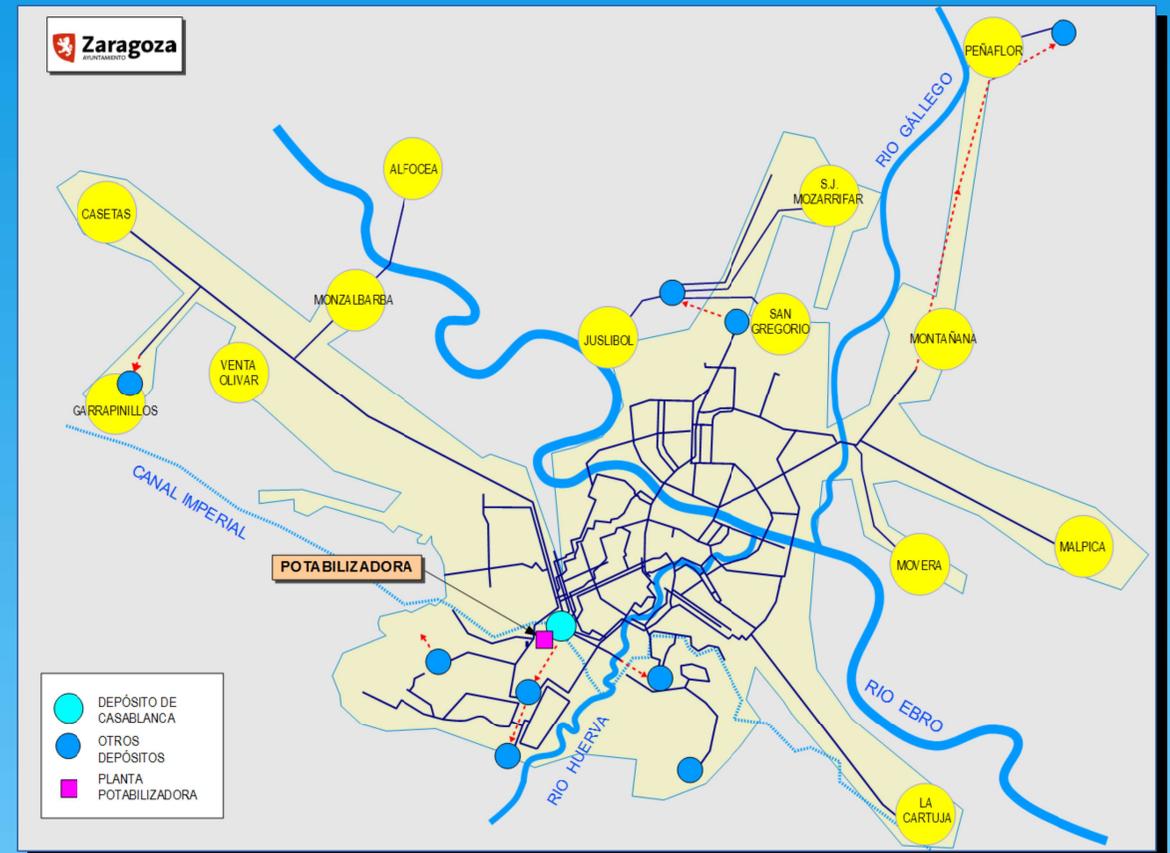
# Estructura de la red

El agua una vez potabilizada, se almacena en los depósitos de Casablanca, a partir de los cuales se distribuye (directamente o a través de bombeos) a otros depósitos.

La alimentación arranca de los depósitos de Casablanca, a través de seis grandes tuberías

- Actur-Cartuja, ( $\varnothing 1.400$  mm)
- Malpica-Casetas, ( $\varnothing 1.000-1.400$  mm.)
- Academia, ( $\varnothing 1.000$  mm.)
- P° Teruel, ( $\varnothing 1.000$  mm.)
- Mosquetera ( $\varnothing 1.000$  mm.)
- Bombeo-Parque ( $\varnothing 1.000$  mm.)

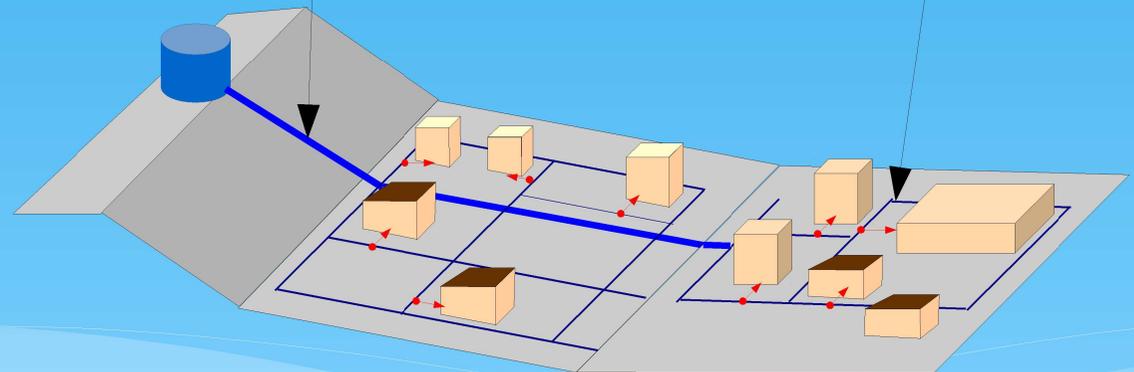
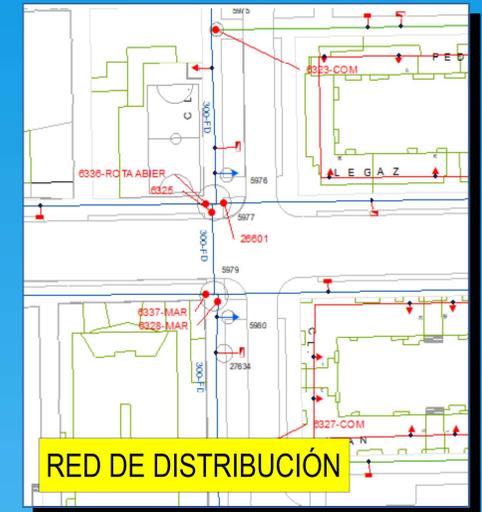
Estas arterias se inician paralelas, separándose paulatinamente hacia las distintas zonas de la ciudad.



La red de abastecimiento de agua de Zaragoza presenta una disposición mallada, con ramificaciones en los extremos hacia polígonos industriales o barrios periféricos.

Según el diámetro y su funcionalidad, podemos distinguir dos categorías en la red de tuberías de la ciudad:

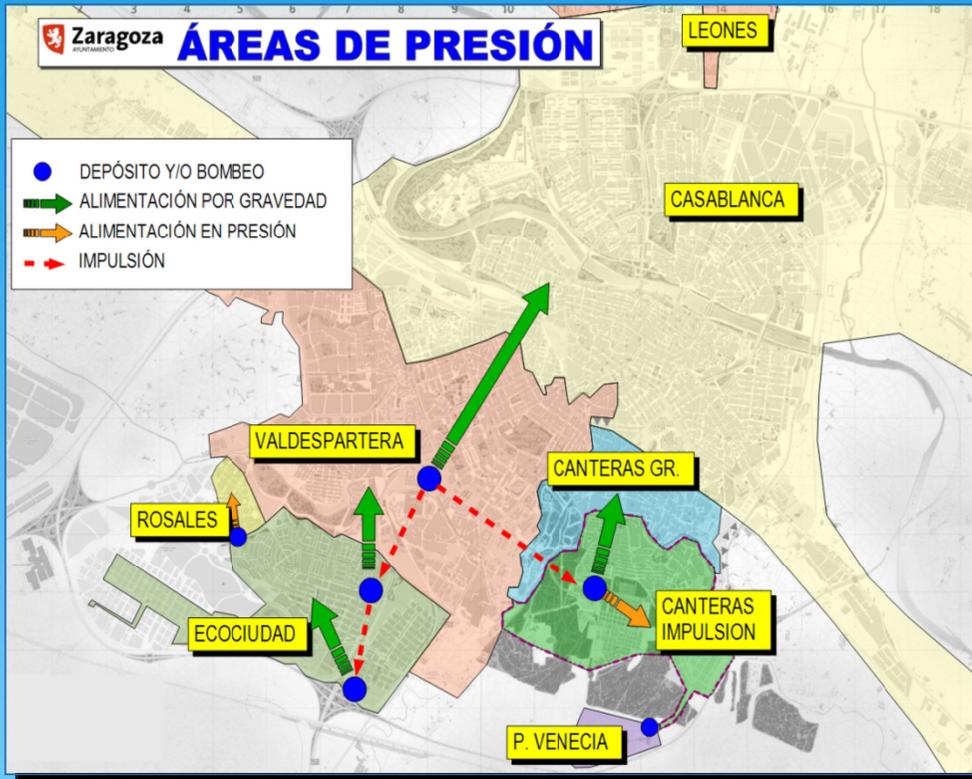
- **Red arterial:** está compuesta por tuberías de grandes diámetros (a partir de 500 mm.). A estas tuberías no se conectan directamente los puntos de consumo, sino que alimentan a otros depósitos secundarios y al resto de la red de tuberías de menores diámetros.
- **Red de distribución:** Se compone de tuberías de diámetros menores (generalmente de 300 mm. hacia abajo) y que son a las que conectan las tomas domiciliarias y otros puntos de consumo (fuentes, riego, etc).



# Escalones de presión

Las diferentes cotas topográficas de la ciudad hacen que la distribución del agua se desarrolle en distintos escalones de presión para intentar adaptarse al relieve y mantener un rango adecuado de presión en toda la ciudad. Esto origina la existencia de varios depósitos e instalaciones de bombeo que abastecen a zonas con presión diferenciada.

Las principales son:



- **Casablanca:** abarca la mayor parte de la ciudad, incluyendo el Casco Histórico, Centro, Almozara, Las Fuentes, Margen Izquierda del Ebro, parte de Delicias, Carretera de Logroño, Carretera de Castellón, Malpica, etc.
- **Valdespartera:** Casablanca, Valdefierro, Oliver, Miralbueno, resto de Delicias, Universidad, Romareda.
- **Canteras:** zona entre el Huerva, El Canal Imperial y las avenidas de Goya y Tenor Fleta, Torrero y la Paz y Parque Venecia.
- **Leones-Academia:** entorno de la Carretera de Huesca, San Gregorio, San Juan, Juslibol y Camino de los Molinos.
- **Ecociudad:** Valdespartera, Montecanal y, provisionalmente, parte del Barrio de Arcosur.

Existen otras zonas de menor tamaño, en Garrapinillos, Alfocea, Montañana y Peñaflo, etc.



**Sabías que.....** En términos generales las presiones medias en la red de distribución de agua de Zaragoza varían entre 20 y 50 metros de columna de agua, con algunos puntos con valores externos a dicho rango.

# Grandes números

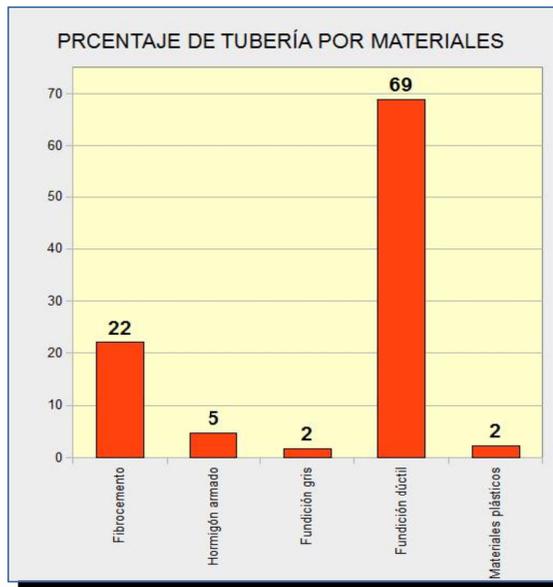


Sabías que... el parque de contadores de Zaragoza es de cerca de 350.000 unidades.

## MATERIALES

Actualmente se instalan mayoritariamente tuberías de fundición dúctil,

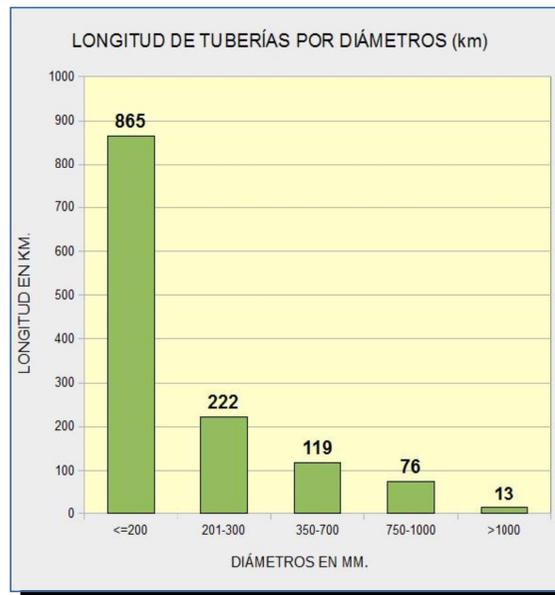
En las reposiciones y reparaciones, se sustituye progresivamente las tuberías de fundición gris (las más antiguas) y de fibrocemento ( muy frágiles), por fundición dúctil.



## DIÁMETROS

Un 16% tiene diámetros a partir de 500 mm. (Red arterial).

Un 84% tiene diámetros inferiores o iguales a 300 mm. (red de distribución) y distribuyen el agua directamente a los puntos de consumo (tomas, fuentes, etc.).

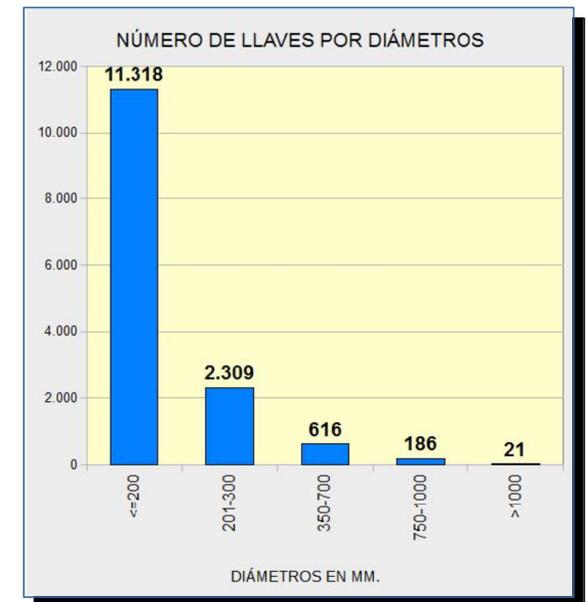


## LLAVES

En la red hay aproximadamente 14.500 llaves de corte.

La mayoría (94%) corresponde a la red de distribución con diámetros hasta 300 mm.

Las llaves de diámetro 500 mm. en adelante se instalan con accionamiento motorizado.



# MONITORIZACIÓN DEL SISTEMA

## INSTALACIONES

Para la gestión de un sistema tan complejo, se dispone de un sistema de telecontrol del funcionamiento de las instalaciones de la planta potabilizadora, depósitos, bombes, estaciones de recloración, etc.).

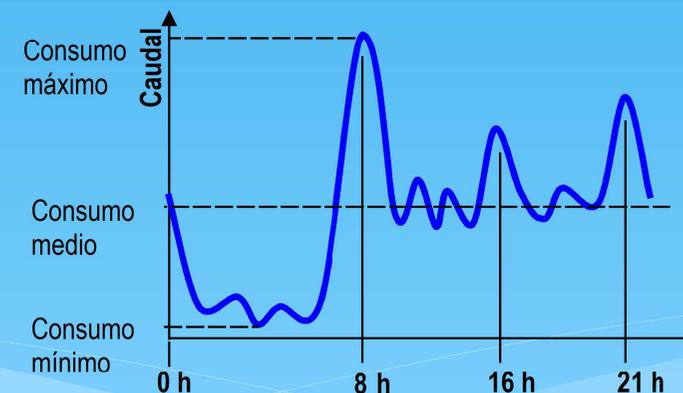
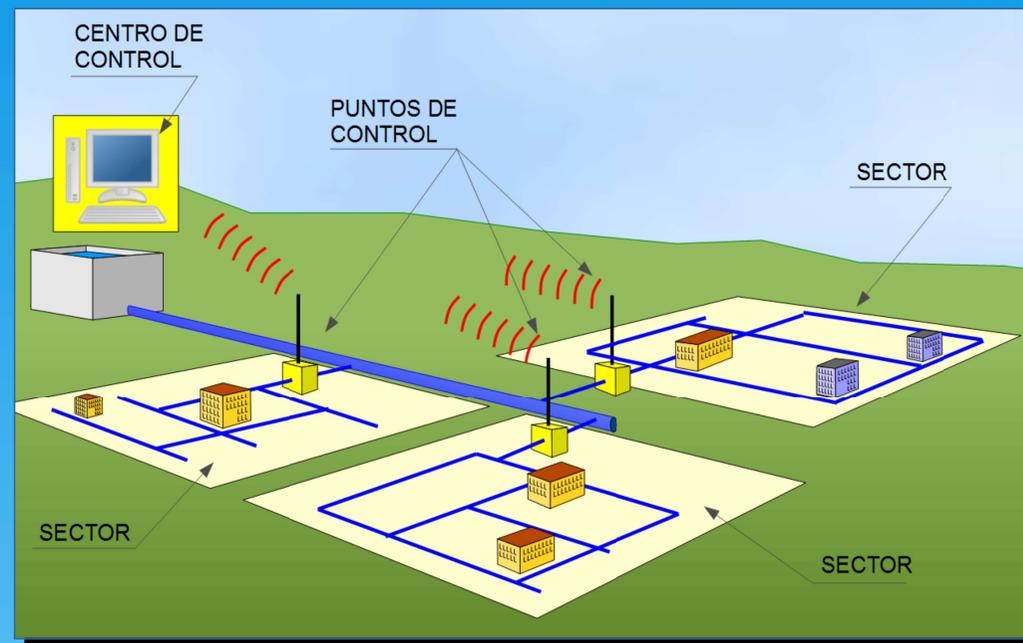
Las señales se reciben, procesan y supervisan en las instalaciones de los Servicios Municipales de Infraestructuras.

## SECTORIZACIÓN:

La red de distribución se encuentra sectorizada; esto consiste en crear zonas abastecidas desde un punto de suministro de la red arterial, en el que se instala un punto de control de presión y caudal.

La sectorización permite:

- Monitorizar el funcionamiento del sistema.
- Detectar de manera temprana las pérdidas y fugas.
- Obtener y almacenar los datos del funcionamiento de la red



**Sabías que...** El consumo domiciliario varía a lo largo del día, presentando habitualmente valores máximos el inicio de la mañana y valores mínimos durante la noche.

# Infraestructuras bajo el pavimento

Aparte de las infraestructuras urbanas que podemos ver al pasear por sus calles (zonas verdes y parques, mobiliario urbano, semáforos, transporte público, etc.), existe una infinidad de otras infraestructuras básicas que no son visibles a simple vista porque son en su mayor parte subterráneas.

La **red de abastecimiento de agua** comparte el subsuelo de la ciudad con un gran número de servicios tales como alcantarillado, alumbrado, riego, redes semafóricas, telecomunicaciones, energía eléctrica, gas, etc.

En algunos lugares la gran saturación del espacio disponible, origina dificultades en la instalación de nuevas redes de infraestructura sin afectar a las demás, haciendo compleja la ejecución de estas obras en la ciudad.

Zaragoza, junio de 2020

