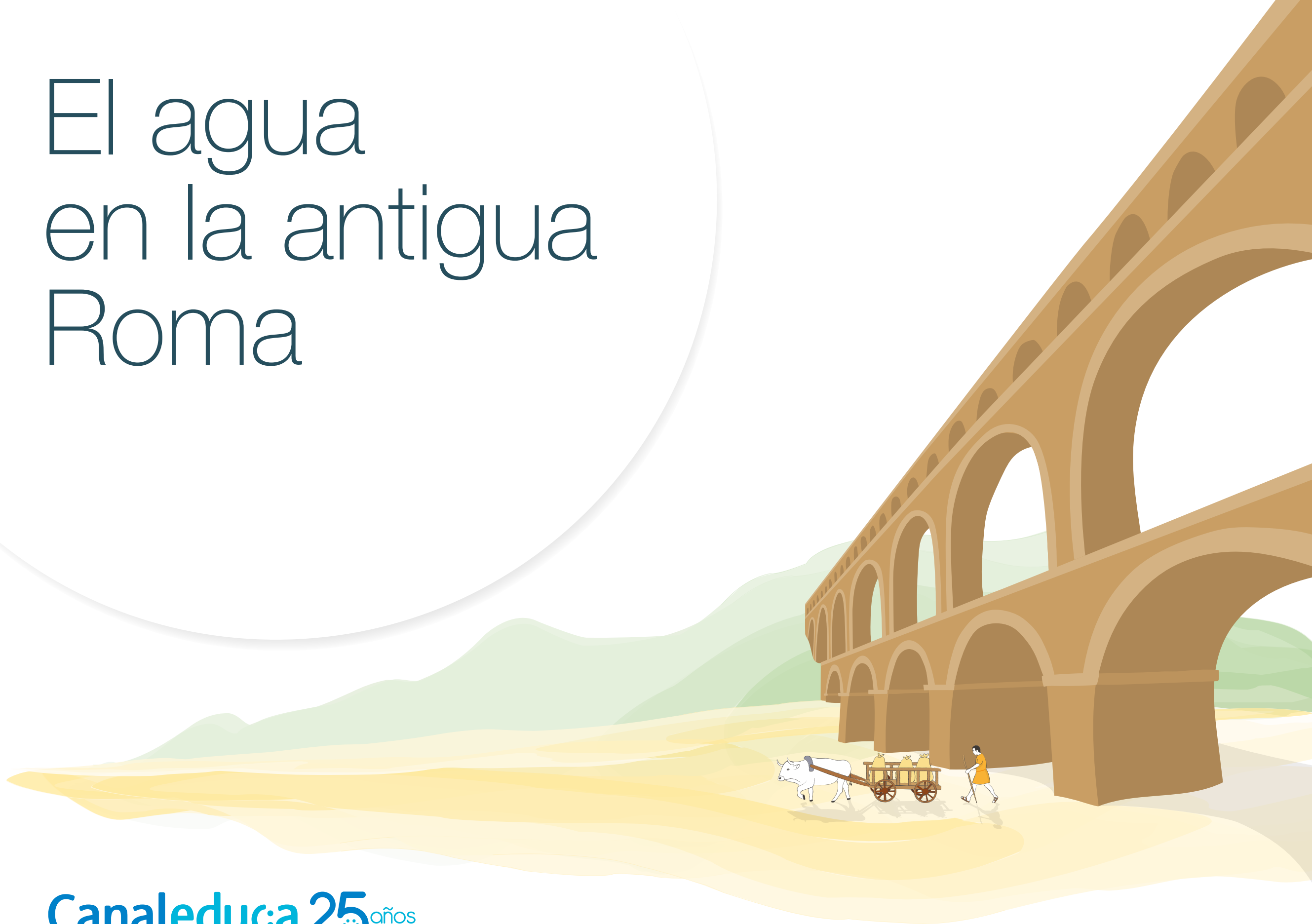


El agua en la antigua Roma



1 La importancia del agua en las antiguas civilizaciones

2 Roma y su imperio.
Entre mares y ríos

3 Influencia del agua en la expansión del Imperio romano

4 La ingeniería hidráulica romana revoluciona el mundo

5 El *aqua* en las ciudades romanas

6 Y en Hispania...

7 Roma, "Ciudad eterna".
El agua en la actualidad



CAPÍTULO 1

La importancia del agua en las antiguas civilizaciones

Desde los primeros asentamientos hasta las grandes ciudades que hoy conocemos, el ser humano ha pasado de adaptarse a las características del entorno natural para poder sobrevivir a transformarlo en función de sus necesidades.



Las antiguas civilizaciones en torno a los ríos

Si echamos la vista atrás y analizamos cómo surgieron y se desarrollaron las antiguas civilizaciones a lo largo de la historia, vemos que todas ellas tuvieron un elemento en común: la disponibilidad de recursos hídricos.

El acceso al agua fue clave para el asentamiento de las primeras poblaciones. Permitió el abandono del

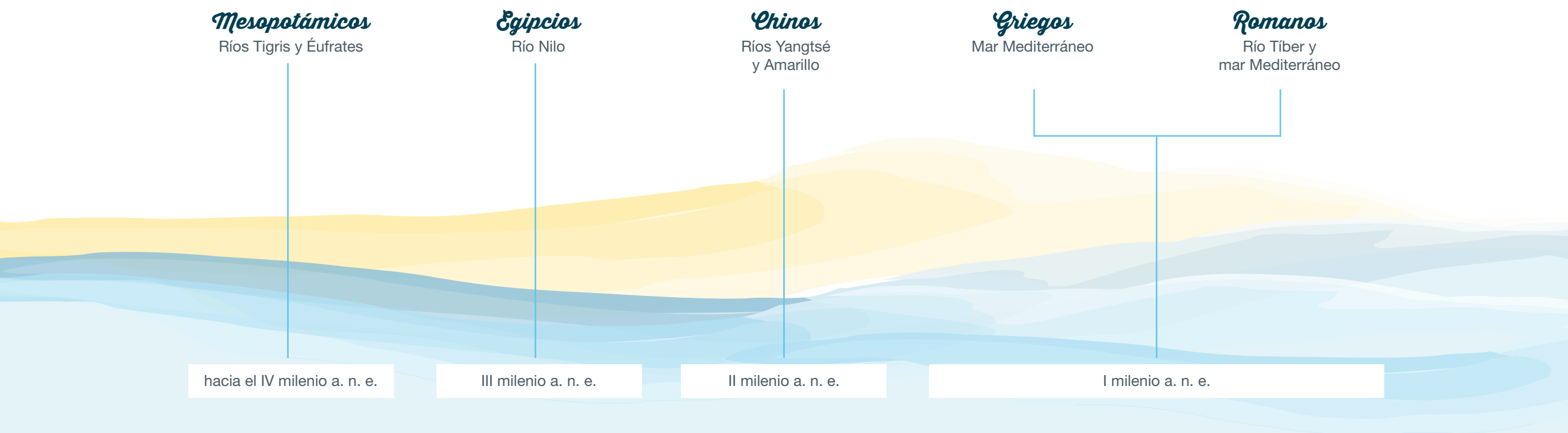
nomadismo y el paso al sedentarismo, favorecido, a su vez, por el descubrimiento de la agricultura, que permitió el cultivo de alimentos para abastecer de forma continuada a asentamientos cada vez más numerosos.

Por tanto, no es de extrañar que el nacimiento de civilizaciones como las de Egipto, Mesopotamia o China

esté directamente relacionado con grandes ríos como el Nilo, el Tigris y el Éufrates o el Yangtzé respectivamente.

Pero esto no fue así en la época denominada Antigüedad clásica.

Línea del tiempo de las civilizaciones:



Principales culturas mediterráneas

Aunque los grandes ríos permitieron el desarrollo y la formación de las grandes civilizaciones, facilitando incluso la apertura de rutas comerciales en zonas de Oriente Próximo, Asia e incluso en América, el mar fue un elemento clave en el asentamiento y desarrollo de otros pueblos que dieron origen a la cultura europea occidental, como son, por ejemplo, los griegos o los romanos.

De esas sociedades hemos heredado conceptos como democracia, política y religión, que hemos utilizado a lo largo de más de 2000 años y siguen vigentes. De esta manera, si analizamos las distintas civilizaciones antiguas del Mediterráneo podremos conocer y entender mejor de dónde provienen las raíces de nuestra cultura.

A lo largo de los siglos fueron muchas las poblaciones que se sucedieron en las costas hoy bañadas por el mar Mediterráneo.

En la antigüedad, este mar estaba dividido en dos zonas: oriental y occidental. Si las comparamos, podemos ver diferencias en ellas en cuanto a la evolución del comercio o la cultura. En la **zona oriental** se desarrollaron civilizaciones como la sumeria, cretense,

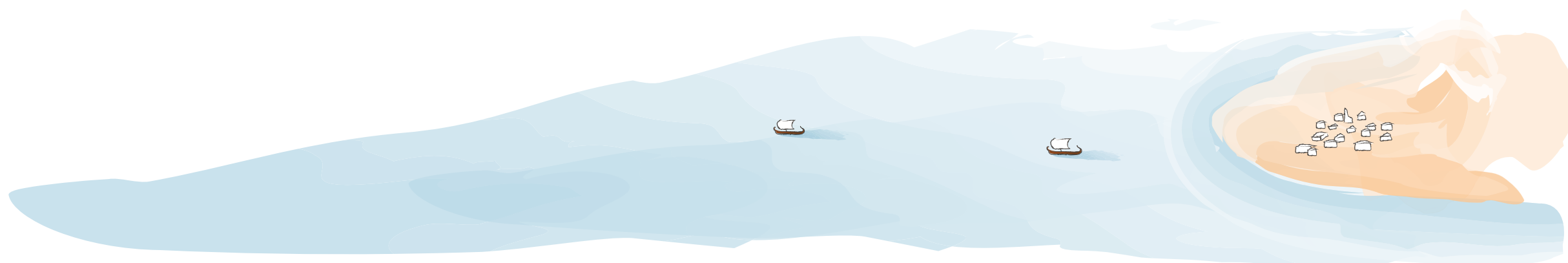
egipcia o fenicia, en las que el cultivo de cereales como el trigo, la cebada o el lino tuvo un gran peso e importancia y cuyo comercio se realizó en mayor medida por aguas fluviales.

La **parte occidental** mostró su influencia y hegemonía con la llegada de los etruscos, griegos y romanos, que se asentaron en diferentes regiones mediterráneas. Estos pueblos, dedicados principalmente a la artesanía y al comercio, presentaban un mayor desarrollo cultural y económico, lo que provocó una expansión de su modelo de organización social y cultural, grandes intercambios comerciales y también importantes guerras.

Debido a la situación estratégica de la península itálica, fueron los romanos los que finalmente dominarían este mar, bautizándolo con el nombre de *Mare Nostrum*.



Actividad 1: Diversas culturas alrededor del agua





Latinos

II milenio a. n. e.

Inicialmente ocuparon la región central -el Lacio, donde se encuentra actualmente la ciudad de Roma-, que más tarde ocuparían los etruscos.

Griegos

I milenio a. n. e.

Se establecieron en el sur de la península itálica y en Sicilia, territorios que se conocían como la Magna Grecia.

Etruscos

s. VIII a. n. e.

Sus ciudades se ubicaron entre los ríos Tíber y Arno. Junto con los fenicios, cartagineses y celtas fueron activos comerciantes.

Romanos

mitad s. VII a. n. e.

Establecidos inicialmente en la región central del Lacio, el pueblo romano tiene su origen en los pueblos latinos asentados en la zona.

Curiosidad

¿Por qué los romanos no establecieron su gran ciudad a la orilla de la costa mediterránea?

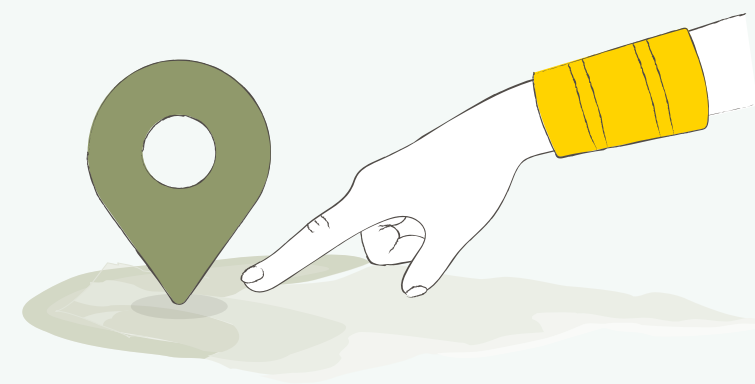
Cuenta Cicerón que Rómulo, fundador y primer rey de Roma, evitó situar la ciudad frente al mar por varias razones.

La primera de ellas es que las ciudades maríneas estaban obligadas a estar siempre alerta para protegerse de posibles ataques de piratas y otros pueblos que llegaban por vía marítima de manera repentina.

Por otro lado, al ser las ciudades portuarias zonas de intercambio de mercancías exóticas y de valor, provocaban en la población comportamientos corruptos, envidias y anhelos por tener ciertos lujos.

Si a esto le añadimos, además, que se creía que las gentes de mar estaban llamadas al viaje y a la aventura y a no permanecer mucho tiempo en su patria, soñando con paisajes lejanos y nuevas esperanzas, es lógico pensar que Roma estuviera alejada de la costa para evitar tentaciones, pero al

mismo tiempo lo suficientemente cerca de ella como para que se pudieran realizar actividades comerciales con los viajeros que llegaban de fuera.



La antigua Roma

Desde los comienzos, son muchas las historias y leyendas que han intentado explicar el origen del pueblo romano y la fundación de la antigua ciudad de Roma en la región central de Italia. En todas ellas se mezclan lo divino y lo humano, con el fin de explicar cómo, siendo apenas un pequeño poblado de pastores, Roma se convirtió en la **potencia militar** más poderosa y temida del Mediterráneo, llegando a dominar y conquistar todos los países de esa región.

Aunque sus métodos para conseguirlo no fueran ejemplares, su influencia en el desarrollo de las sociedades occidentales posteriores ha sido continua a lo largo de la historia. No en vano todo lo que se hizo y pensó en aquella época tiene alguna relación con muchas de las ideas fundamentales en las que se basan actualmente la política, el derecho, la lengua o la religión.

En lo referente al uso y aprovechamiento del agua, la cultura romana no fue la primera en la que se encontraron restos de infraestructuras hidráulicas. Ya en **Mesopotamia** o en el **antiguo Egipto** se desarrollaron mecanismos como diques y canales para la irrigación de campos de cultivo o para proteger a las poblaciones de las inundaciones, o sistemas más sencillos como el *chadouf* para poder sacar agua del río.

A pesar de ello, ninguna de ellas llegó a igualar la destreza con la que los romanos consiguieron captar el agua, transportarla, distribuirla a los lugares de consumo e incluso, una vez utilizada, eliminarla de las ciudades, evitando así problemas en la salud de su población. Por este motivo fueron considerados ¡los mejores ingenieros de la época antigua!



Gracias a la expansión del Imperio romano, estas técnicas e infraestructuras se extendieron por muchas otras regiones en las que aún hoy pueden ser admiradas.

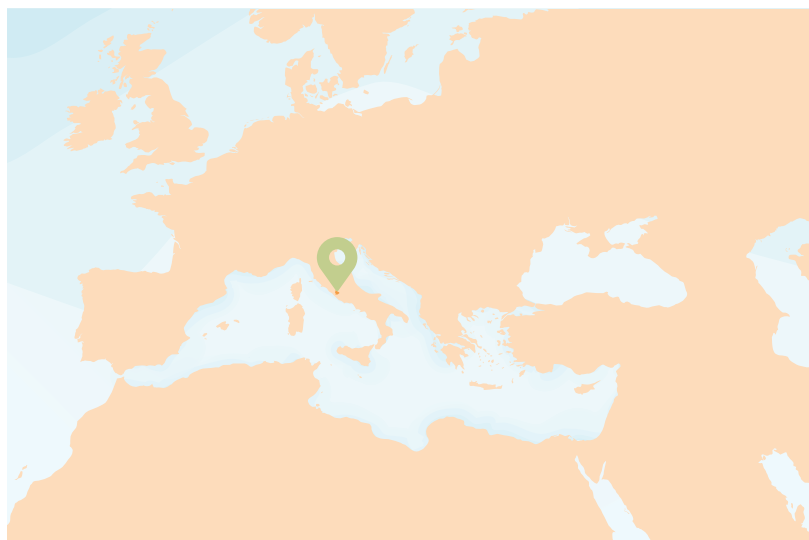
Este imperio conquistó extensos territorios. Desde la fundación de Roma hasta su división y su posterior decadencia, su historia se puede explicar y resumir en tres periodos que abarcan ¡más de 12 siglos de historia!



Explorando Roma

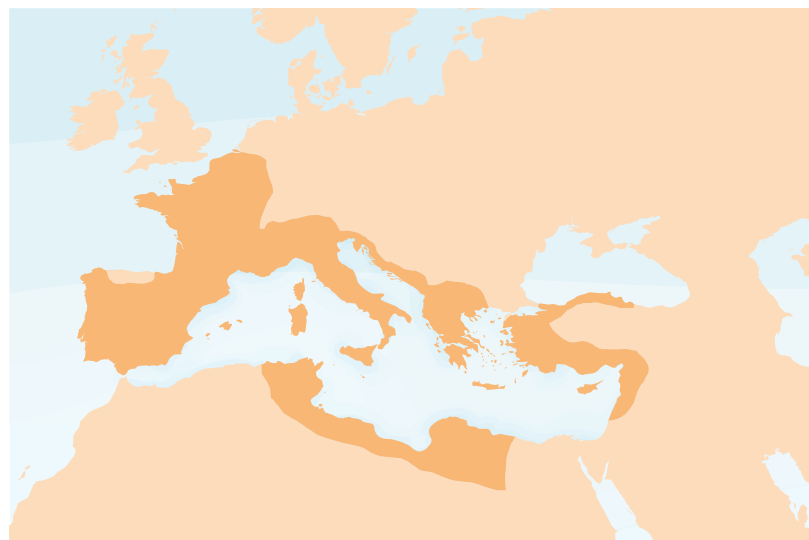
Monarquía (753-509 a. n. e.)

El periodo monárquico discurre entre el año 753 a. n. e., año de la fundación de la ciudad de Roma por Rómulo, primero de los **siete reyes** que la gobernaron, hasta el año 509 a. n. e., en el que Tarquino el Soberbio, último de los tres reyes etruscos, fue expulsado por gobernar de manera déspota. Durante este tiempo, en el que se sucedieron reyes de origen latino y etrusco, los poderes religioso, militar y político recaían en la figura del rey. A finales de este periodo se realizaron las primeras obras de **drenaje** para eliminar el agua acumulada en los valles, que culminarían siglos después con el sistema de alcantarillado de Roma.



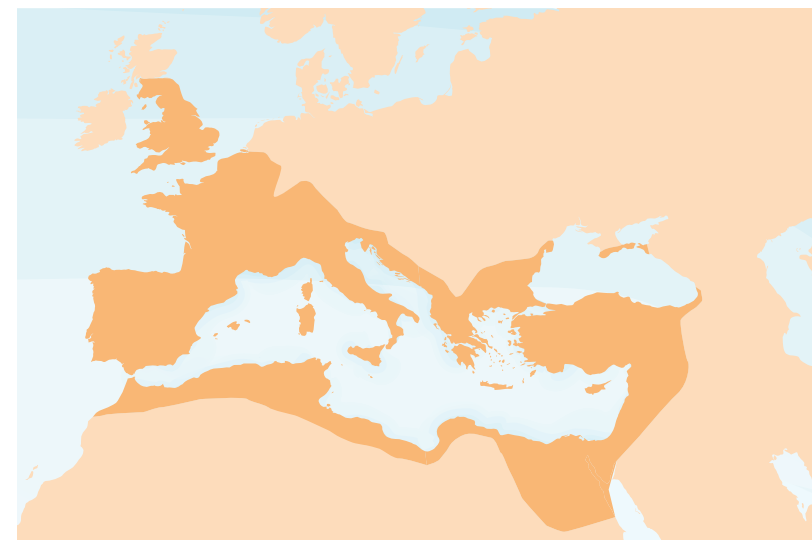
República (509-27 a. n. e.)

En esta época, en la que los poderes estaban divididos en asambleas populares, el senado y las figuras de los magistrados y los cónsules, tuvo lugar la **expansión del pueblo romano** por el Mediterráneo. Primero se conquistó la península itálica; después, el Mediterráneo occidental, venciendo a los cartagineses en las tres **guerras púnicas**, y más tarde, el Mediterráneo oriental. Este aumento del territorio causó cierta inestabilidad que dio origen a varias revueltas y guerras civiles. A pesar de ello, esto no impidió que tuviera lugar la **conquista de Hispania** y que se construyeran la mayoría de los **acueductos** que dotaron a Roma de un gran sistema de abastecimiento de agua.



El Imperio romano (27-476 d. n. e.)

A partir del año 27 a. n. e., los poderes político, militar y religioso recayeron en la figura del **emperador**, siendo Octavio Augusto el primero de ellos. Durante este periodo el Imperio romano tuvo su **máxima expansión** y se vivió una época de estabilidad social, política y económica llamada *pax romana*. Pero esta época de tranquilidad no duraría para siempre y el Imperio finalmente se dividió en dos: el de **oriente** y el de **occidente**. Más tarde comenzaron las invasiones de los pueblos germanos (bárbaros), que favorecieron la **caída** del Imperio romano de occidente.



El Imperio romano de oriente, sin embargo, ya con el nombre de **Imperio bizantino**, prolongó su influencia durante casi mil años más, hasta el comienzo de la Edad Media. A partir de ese periodo los sistemas de abastecimiento de agua, así como la red de cloacas de la ciudad de Roma, cayeron en desuso y fueron abandonados durante siglos.

* Las fechas reflejadas a lo largo de la publicación pueden variar en algunos años en función de las fuentes utilizadas.

 Historia de Roma



Curiosidad

Origen del nombre de Roma

Siempre se ha identificado el nombre de Roma con Rómulo, su primer rey y fundador, pero son muchos los estudiosos e historiadores que han planteado otras hipótesis, incluso ya en la época romana.

Una de ellas deriva del nombre que tenía la hija de Eneas (héroe de la guerra de Troya también relacionado con el origen y la fundación de la ciudad), también llamada Roma. Otra relaciona el nombre de Roma con Rumón, nombre utilizado por los etruscos para referirse al río Tíber.

Por otro lado, también hay estudios que relacionan el nombre de Roma con una raíz de origen indoeuropeo que significa río. En este caso, Roma significaría ‘el pueblo sobre el río’.

También hay incluso quien relaciona Roma con urbe, ya que antiguamente todo el mundo se refería a Roma como ‘la urbe’. Debido a esto, esta palabra adquiriría después el significado de ‘cualquier otro pueblo’ en latín. Pero inicialmente la palabra urbe provenía de urvus, ‘surco que se realizaba con un arado’, hecho clave de la leyenda de Rómulo y Remo, en la que Rómulo marca en el suelo los límites de la ciudad que se disputaba con su hermano.



ACTUALIDAD

Un reflejo del pasado

A lo largo de la historia hemos visto que Roma, en su época antigua, fue gobernada por reyes; por cónsules en el caso de la época republicana, y finalmente por emperadores.

El modo de gobierno y el sistema político de Italia también ha ido evolucionando y cambiando a lo largo de la historia, hasta que en el año 1946 se realizó una consulta popular en la que se decidió terminar con la monarquía que reinaba en aquella época. Desde entonces, el modelo de gobierno italiano es republicano. Dos años después de la proclamación de Italia como república se firmó la Constitución y se designó oficialmente la ciudad de Roma como capital de Italia.

Para su gestión, Italia está dividida actualmente en 20 regiones. Si comparamos el mapa político de hoy en día con los de hace más de 2000 años observamos cómo han ido cambiando sus fronteras, pero se han mantenido los nombres según los pueblos que primitivamente ocuparon esas tierras o regiones.



Etnias de la II Edad de Hierro



Regiones de la Italia actual

En ese sentido, si analizamos el escudo de Roma podemos observar que presenta alusiones a la época de la antigua Roma. Se trata de un escudo de color púrpura con una cruz griega de oro colocada arriba a la izquierda seguida de las letras mayúsculas doradas S, P, Q y R en diagonal. En la parte superior presenta ocho florones de oro, aunque sólo cinco se pueden ver claramente. Las letras S, P, Q y R son las iniciales que hacen referencia al lema de la ciudad: *Senatus Populusque Romanus*, que en latín significa 'el Senado y el Pueblo de Roma'. Este lema hace alusión a las dos clases sociales que existían en la época de la antigua Roma, los patricios y los plebeyos.

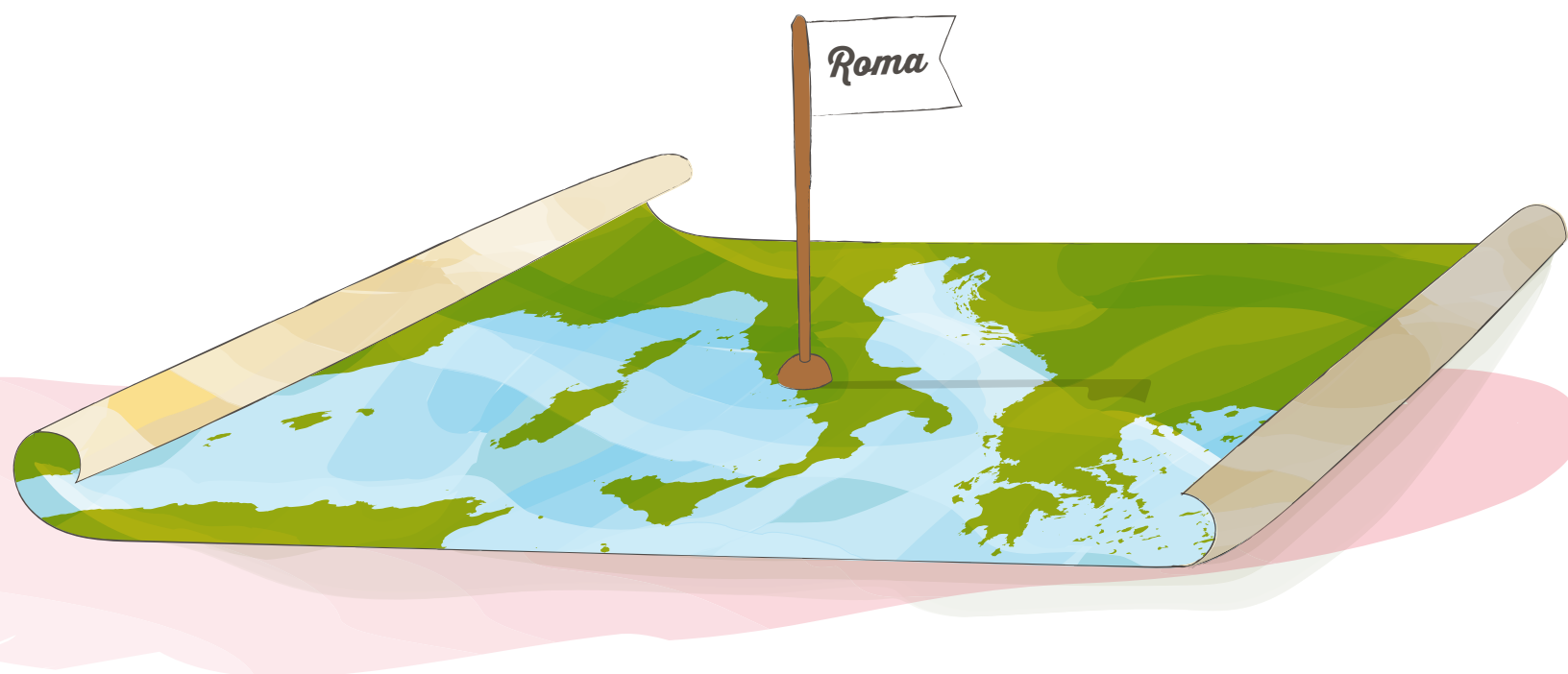


CAPÍTULO 2

Roma y su imperio. Entre mares y ríos

La influencia del agua y la orografía del terreno fueron factores clave en la fundación de la antigua ciudad de Roma en el centro de la región del Lacio. Del mismo modo, la ubicación de la península de Italia en el centro del mar Mediterráneo lo sería siglos después en la expansión de su imperio.

En este capítulo conoceremos más detalladamente los aspectos decisivos de la ubicación de Roma y cómo tuvo origen la formación de la “Ciudad eterna”.



El Tíber y la antigua Roma

La península itálica se encuentra situada en el sureste de lo que hoy es Europa, justo en el centro del mar Mediterráneo.

En su superficie destacan dos **cordilleras**: los Alpes en el norte, que separan la península de Centroeuropa, y los Apeninos, de menor altura, que la atraviesan de norte a sur pero con pasos naturales que comunican las dos costas. El resto tiene zonas de **llanuras**, suaves colinas y costa, la cual es recta, sin apenas puertos naturales.



 **La península de Italia**

En el centro de Italia está ubicada la región del Lacio, el histórico lugar donde se fundaría la ciudad de Roma. Esta región, abierta al mar Tirreno por el oeste, tiene en su parte occidental una zona de origen volcánico. En aquellos tiempos, la presencia de **volcanes** dotaba de fertilidad a las llanuras de los Apeninos. Estas llanuras estaban atravesadas por ríos que nacen en la parte central para terminar en el mar Tirreno, siendo el Tíber el mayor y más importante. Este río divide uno de los **valles** en dos: el Lacio y la Etruria.

La orografía y el paso a través de los Alpes permitieron muchos años antes de la fundación de Roma que la península itálica fuera habitada por **diferentes pueblos**, cada uno de los cuales ocupaba un territorio distinto y tenía su propia lengua, cultura y religión.

Las tierras del norte estaban ocupadas por poblaciones de **galos, vénetos y ligures**; en el sur, en cambio, se asentaron los **umbros, oscos, volscos y samnitas**. En la zona central se encontraban, entre otros, los **sabinos y los latinos**, siendo estos últimos los relacionados de manera directa con el nacimiento de Roma.

El **clima** del Lacio presentaba pocas lluvias, inviernos suaves y veranos cálidos debido a su cercanía con el mar –lo que hoy llamamos clima mediterráneo–, y aunque el mar fue un elemento clave en la expansión del Imperio romano, al inicio fue el río Tíber, situado en el centro de la península itálica, el que dio a Roma una ubicación privilegiada.



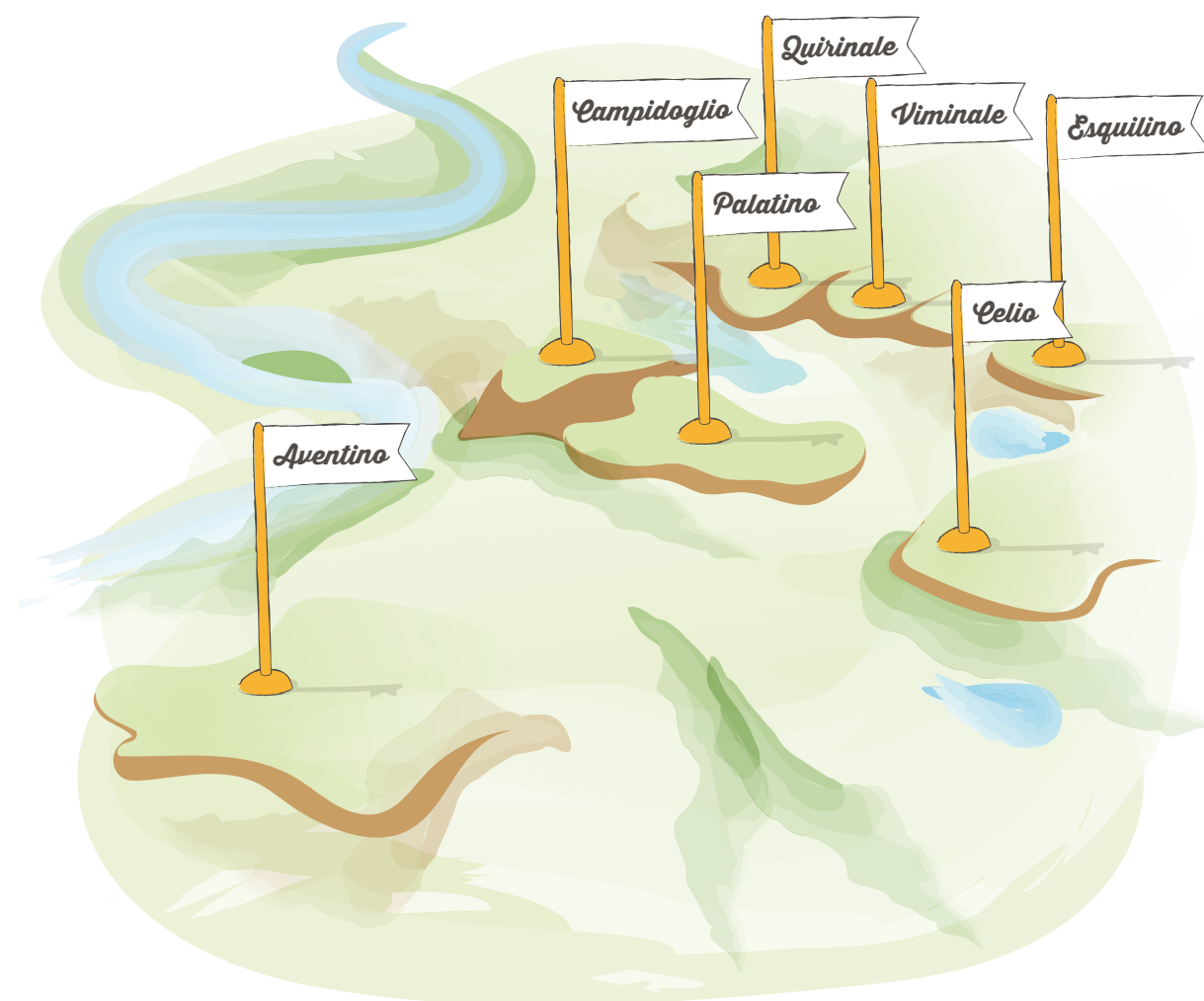
El río

El Tíber, tercer río más largo de la península itálica, nace en los Apeninos y a lo largo de sus 400 kilómetros recorre varias regiones, entre ellas el Lacio, para desembocar finalmente en el mar Tirreno. Por esa zona discurre también el río Aniene, afluente del Tíber.

En las inmediaciones del Tíber se encuentran **siete colinas**, cuya presencia fue fundamental en la formación de Roma: Palatino, Aventino, Esquilino, Quirinal, Celio, Viminal y Capitolio. En estas colinas, principalmente en la del Palatino, se establecieron familias de latinos que más tarde formarían parte del pueblo romano.

Cerca de la colina del Capitolio, el río Tíber presenta una acumulación de tierras en uno de sus márgenes que dio lugar a la **Isla Tiberina**, una pequeña isla existente actualmente. Esta isla era el punto hasta donde el río era navegable desde su desembocadura en el mar Tirreno, que quedaba a una distancia de 20 kilómetros aproximadamente.

Al ser caudaloso y regular, el Tíber facilitaba el transporte e intercambio de mercancías con el mar hacia tierras del interior, por lo que, como ocurrió con otros grandes ríos, fue una importante vía de comunicación y actividad comercial, por la que pasaba además la **Vía Salaria** (ruta de la sal).



Actividad 2: Roma. Un río y muchos mares

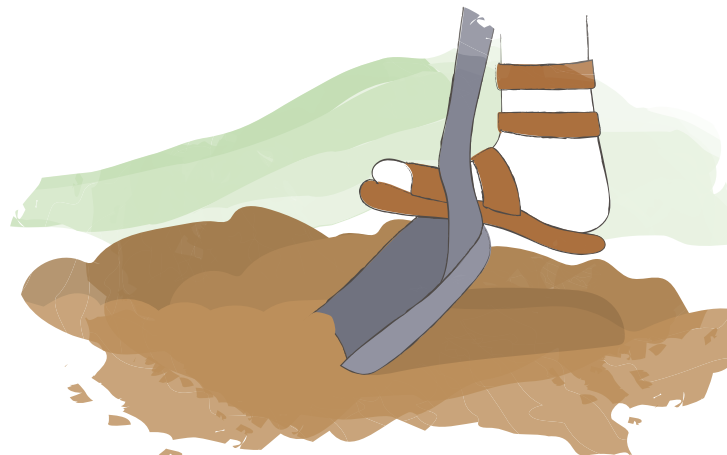


Los latinos que se establecieron en la región del **Lacio**, en la zona del curso bajo del Tíber, se dedicaron principalmente a la agricultura y la ganadería. En el inicio, estos asentamientos no tenían aún estructura de ciudad, sino que eran pequeñas agrupaciones de aldeas en las que una de ellas ejercía como núcleo principal.

Las **llanuras extensas**, adecuadas para el cultivo de alimentos y la ganadería, el río como fuente de agua, de intercambio y de comercio, y las colinas que lo rodeaban, hicieron de esa zona el lugar adecuado para que poco a poco se fueran asentando las bases de lo que en un futuro sería la ciudad de Roma.

Así, en el año 753 a. n. e. surge Roma como parte de un proceso de agrupación y unificación de varios pueblos asentados en la región del Lacio, como los latinos y los sabinos.

Inicialmente la población se estableció en las colinas, ya que en ocasiones las llanuras sufrían **inundaciones** debido a las crecidas del Tíber y al agua de la lluvia que bajaba por las colinas y se acumulaba en los valles, lo que convertía la llanura un lodazal.



Con el paso del tiempo los romanos construyeron un **sistema de drenaje** de las aguas basado en el que utilizaron los etruscos, que desviaba el agua acumulada hacia el río. Esto les permitió establecerse paulatinamente en la llanura y comenzar a formar lo que sería la esplendorosa ciudad de Roma.

En los territorios al norte del Lacio habitaban los **etruscos**, que estaban organizados en ciudades-estado. Al sur se encontraban colonias **griegas**, que recibían el nombre de Magna Grecia. Ambas civilizaciones tuvieron una gran influencia sobre el modelo de ciudad en la que se convertiría Roma, especialmente los griegos, hasta el punto de que los romanos aseguraron ser descendientes de los vencedores de la guerra de Troya.

Curiosidad

El rubio Tíber

A pesar de las ventajas que como río presentaba el Tíber, también causaba problemas. En ciertos momentos se desbordaba de forma imprevista, provocando graves inundaciones y convirtiendo la llanura en una tierra pantanosa que favorecía las plagas de mosquitos. Además se sucedían problemas de salud y epidemias debido al estancamiento de las aguas. Fruto de estas anegaciones llegaban a la llanura lodos de color amarillo, lo que hizo que el río se conociera también como Biondo Tevere, el rubio Tíber.

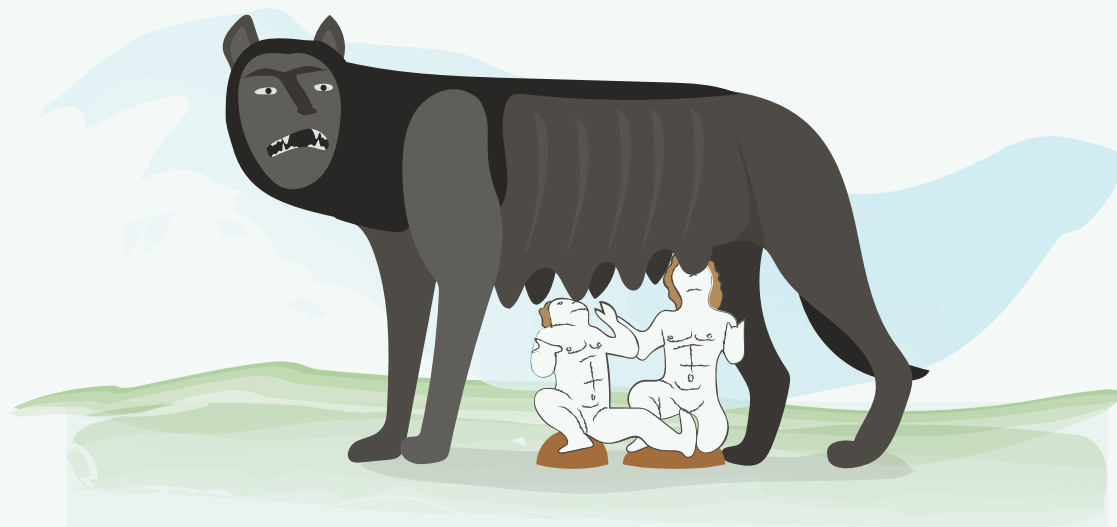
Por este motivo, fueron varios los emperadores que diseñaron mecanismos para evitar las inundaciones periódicas que causaban tantos problemas, hasta que a finales del s. XIX se construyeron unas murallas que canalizaron el río y evitaron así los desbordamientos y las riadas.

Curiosidad

Dotando a la antigua Roma de un origen divino

Existen varias historias que cuentan la formación de la antigua ciudad de Roma, algunas de ellas asociadas a intervenciones divinas. Una de las leyendas más conocidas es la de los hermanos Rómulo y Remo.

En ella, Numitor, el rey de la ciudad cercana Alba Longa, fue expulsado del trono por su hermano Amulio, que asesinó a todos sus hijos varones y sólo dejó con vida a su hija, Rea Silvia. Esta tuvo dos hijos gemelos, Rómulo y Remo, que fueron arrojados al río Tíber por órdenes del rey Amulio.



La canasta con los bebés llegó a una orilla donde una loba llamada Luperca los encontró y amamantó hasta que un pastor y su esposa los descubrieron y los criaron.

Años más tarde, los jóvenes Rómulo y Remo se enteraron de su verdadera historia, mataron a Amulio y decidieron fundar una ciudad en el sitio donde fueron encontrados. Pero no sabían el lugar exacto ni quién debía gobernar.

Su abuelo Numitor les aconsejó fijarse en los presagios. Remo vio seis buitres volando sobre la colina del Aventino, donde vivía. Rómulo vio doce buitres sobre la del Palatino, por lo que cada uno pensó que él debía ser el monarca y su colina, el lugar elegido.

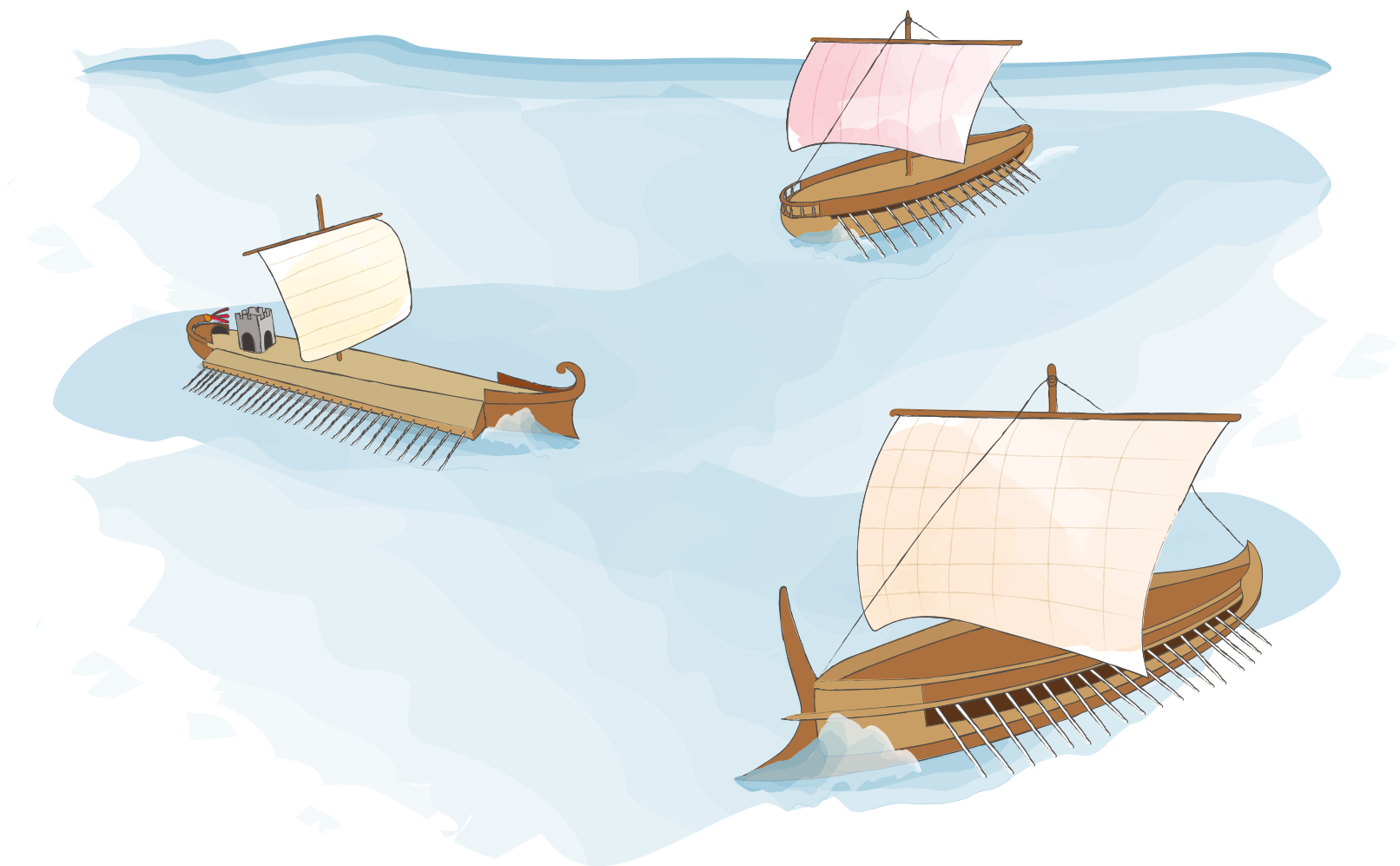
Rómulo trazó el contorno de la ciudad con un arado jurando que mataría a quien cruzara las imaginarias murallas de Roma. Su hermano Remo no lo tomó en serio y cruzó la línea. Rómulo mató a su hermano y se proclamó rey de la nueva ciudad, el primero de los siete reyes de la época de la Roma monárquica.

El mar Mediterráneo y el Imperio romano

El río Tíber fue un elemento clave en la fundación de Roma, pero, debido a la **ubicación estratégica** de la península itálica, el mar Mediterráneo tuvo mucha más relevancia como elemento de expansión del Imperio en siglos posteriores y favoreció que, con el paso de los siglos, los romanos llegaran a hacerse con el control de todas las costas bañadas por este mar: la europea, la africana y la asiática.

En aquella época, además de los romanos, por las aguas del mar Mediterráneo navegaban otros pueblos como los **griegos y los fenicios**. Todos ellos utilizaban el mar para el transporte de materias primas y el intercambio comercial, lo cual favorecía la existencia de piratas, que aprovechaban estas rutas marítimas para el saqueo y pillaje.

Inicialmente, los romanos no se caracterizaron por ser un pueblo marítimo como los griegos, fenicios o cartagineses; de hecho, sus conquistas se realizaron por tierra: primero se hicieron con la región del Lacio y después dominarían la totalidad de la península itálica venciendo a galos y griegos.

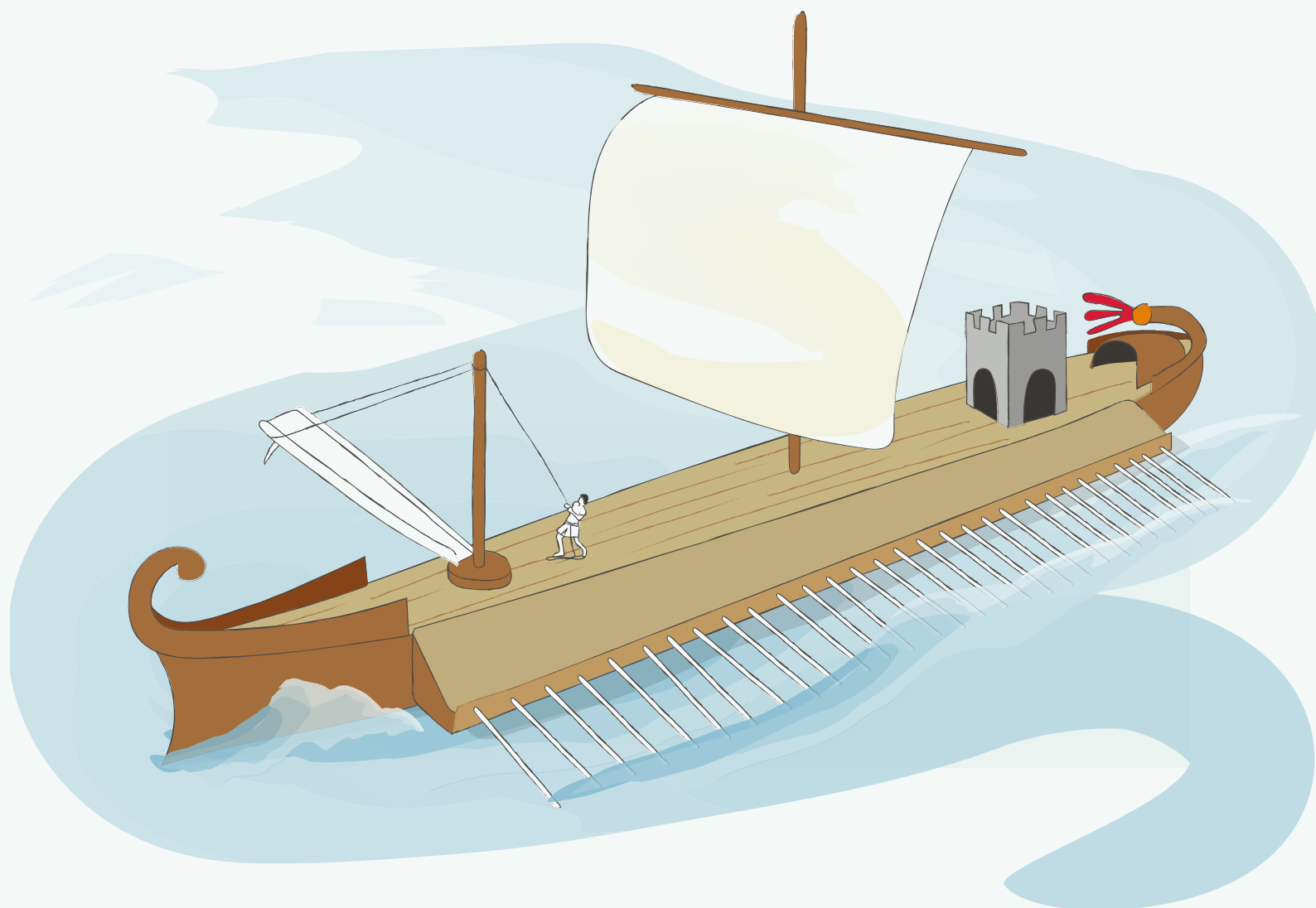


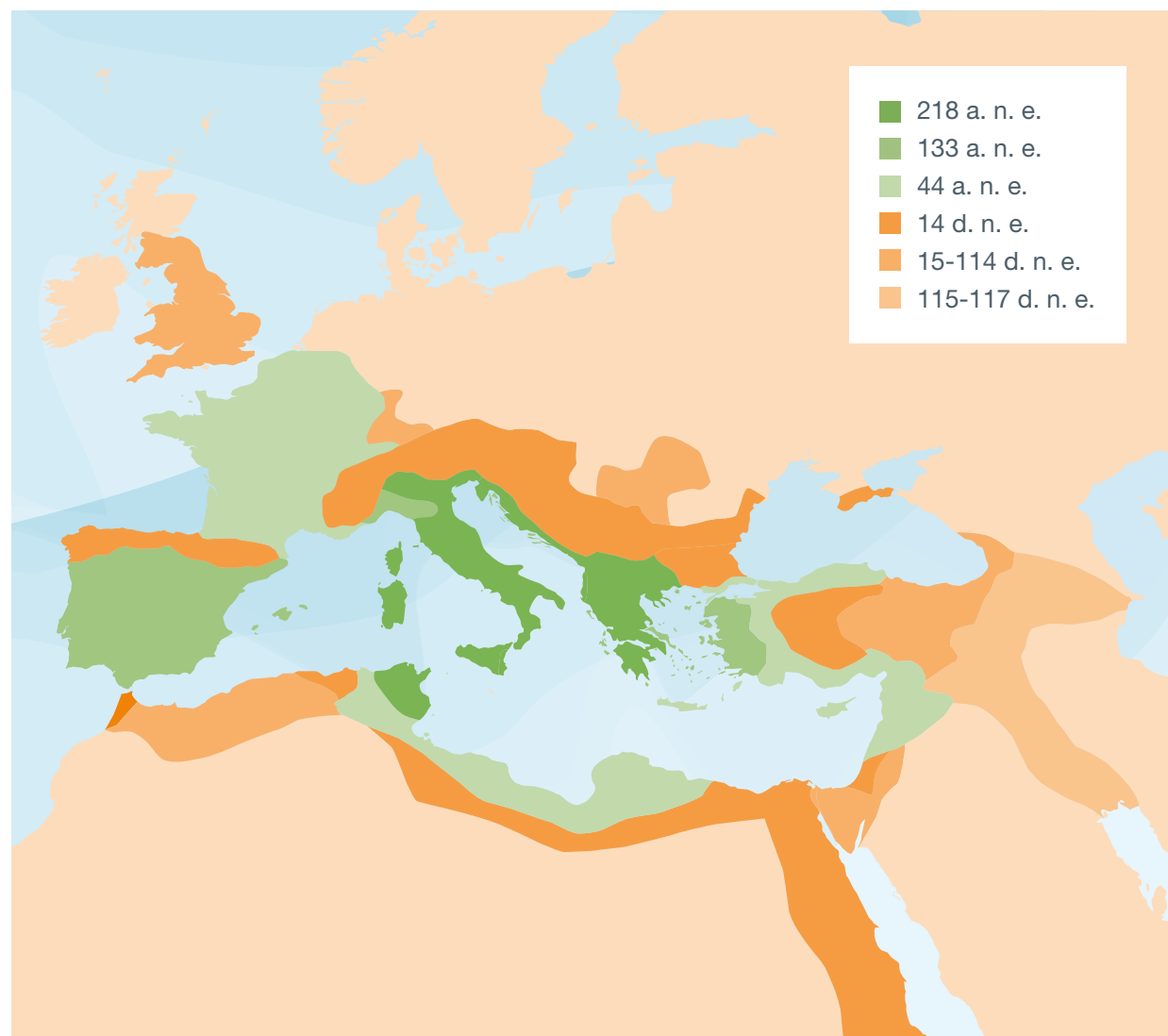
Curiosidad

Copiando barcos

Cuenta la historia que para construir su flota naval los romanos utilizaron una quinquerreme, nave cartaginesa alargada con tres órdenes de remeros que había caído en su poder en una batalla anterior. Estos la estudiaron y los astilleros se pusieron manos a la obra para construir lo que más tarde sería su flota naval. Para ello era necesario gran cantidad de madera, que provenía de los bosques de la península itálica y se transportaba flotando siguiendo el curso del Tíber.

Pero los romanos hicieron una modificación en sus naves para poder competir con los cartagineses, expertos en luchas marinas: dotaron a los barcos de un invento, el corvus, un puente levadizo que facilitaba la invasión de las naves enemigas por parte de los soldados romanos expertos en batallas en tierra. Así consiguieron vencer en la primera guerra púnica.





Mediterráneo occidental

No fue hasta el siglo III cuando los romanos comenzaron su expansión por el Mediterráneo occidental. Para ello tuvieron que vencer a los cartaginenses en las **tres guerras púnicas**, que duraron más de 30 años. Estas guerras consolidaron al pueblo romano como una importante potencia naval. La conquista del Mediterráneo occidental se amplió a territorios como Hispania, el norte de África y las islas de Sicilia y Córcega.

Mediterráneo oriental

Más tarde, los romanos se hicieron con el control del Mediterráneo oriental conquistando Macedonia, Grecia y Siria, alcanzando en el año 116 d. n. e. su **máxima expansión**, llegando a conquistar las islas británicas, el Rin y el Danubio, el desierto del Sáhara, la península ibérica y Mesopotamia.

De esta manera, los romanos ejercieron sobre el Mediterráneo un **control político y comercial** que tuvo su máximo esplendor en tiempos del emperador Octavio Augusto, fundador del Imperio romano. El control sobre todas las tierras conquistadas y sobre el mar favoreció que este dejara de estar frecuentado por piratas. Era entonces cuando se hablaba del mar Mediterráneo como **Mare Nostrum**, que significa literalmente ‘nuestro mar’, poniendo de manifiesto su dominio total de estas aguas que bañaban las costas de todos los territorios conquistados.



Expansión romana

Curiosidad

La mayor de las inundaciones

Con tan sólo 14 kilómetros de ancho, el estrecho de Gibraltar separa España del continente africano y comunica y une las aguas del mar Mediterráneo con las del océano Atlántico. Pero esto no siempre fue así. Hace unos 5 millones de años tuvo lugar un movimiento de las placas tectónicas que provocó la desconexión del mar con el océano, quedando el mar Mediterráneo aislado del Atlántico durante un largo periodo de tiempo en el que el mar se desecó casi por completo.

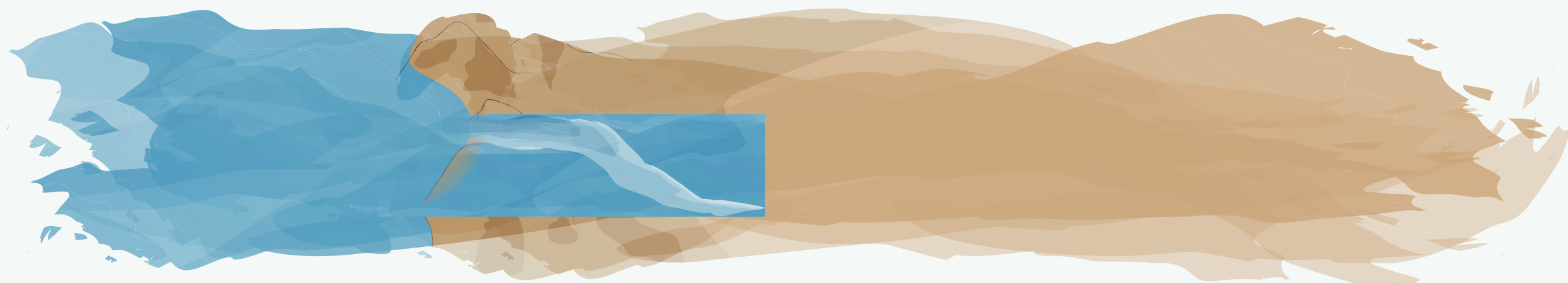
Esa evaporación del agua hizo que el nivel del mar estuviera a más de 1000 metros por debajo del nivel actual. Cuando el Atlántico pudo verter de nuevo sus aguas hacia el Mediterráneo, se produjo la mayor y más brusca inundación conocida en la historia de la Tierra.

Debido a este desnivel entre el mar y el océano, el fluir de las aguas provocó una erosión en el fondo marino de cerca de 200 kilómetros de largo y unos 8 kilómetros de ancho, llenándose el mar Mediterráneo a una gran velocidad. Con un ascenso del nivel del mar a un ritmo de 10 metros por día, se calcula que entró un caudal de agua unas 1500 veces superior al del río Amazonas.

¡El Mediterráneo se volvió a llenar en menos de 2 años!



La desecación del Mediterráneo



ACTUALIDAD

El cambio climático en el Mediterráneo

Son muchos los estudios que analizan cómo el cambio climático condiciona y condicionará la disponibilidad de los recursos hídricos del planeta. Y no son pocos tampoco los científicos que estudian precisamente cómo se verán afectados por este mismo fenómeno el mar Mediterráneo y las ciudades bañadas por sus aguas.

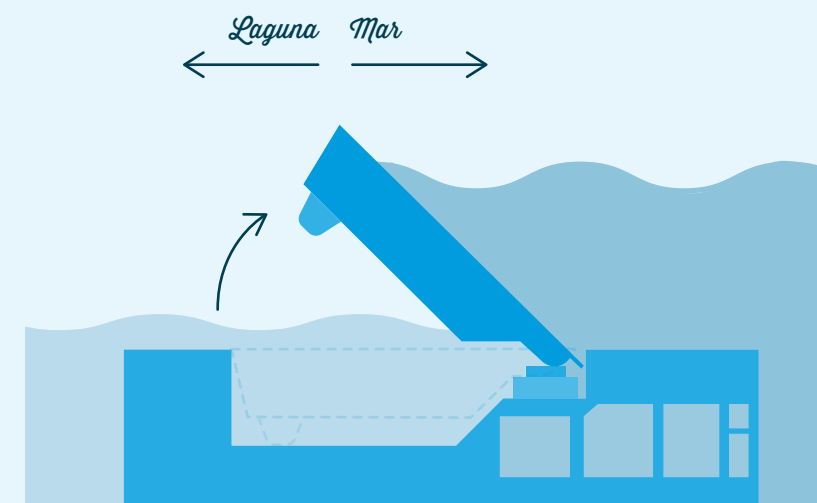
A través de los datos recogidos, se ha observado que el nivel del mar Mediterráneo ha aumentado una media de 20 cm en los últimos 50 años. Este incremento puede no parecer muy elevado, pero el mismo estudio predice que en los próximos 50 años podría aumentar otros 25-50 centímetros.

¿A qué se debe este aumento? Son varios los procesos o situaciones que lo causan: la dilatación del agua, el deshielo de glaciales o el aumento de la presión atmosférica. El calentamiento global también es una de las principales causas del problema. Así mismo, el aumento del nivel de mar se ve acentuado por fenómenos meteorológicos como grandes tormentas, tifones y huracanes.

Todos estos elementos provocan grandes inundaciones, rotura de diques y otras infraestructuras de contención en muchos puertos y ciudades costeras, destrucción de ecosistemas en zonas poco profundas o pérdida de superficie de playa.

Un ejemplo de ello es lo que, según las predicciones, ocurrirá en la ciudad de Venecia. Esta ciudad sufre pequeñas inundaciones llamadas *acqua alta*, en las que parte de sus calles y plazas quedan anegadas por la subida del nivel del mar. Esto es debido a que la parte más baja de la ciudad está sólo a 90 centímetros sobre el nivel del mar. Actualmente, los episodios de inundación *acqua alta* ocurren una media de 1,4 veces al año, donde el aumento del mar ronda los 105 centímetros. Teniendo en cuenta las previsiones de aumento del nivel del mar para los próximos años, se ha estimado que Venecia tendrá 18,5 *acguas altas* anuales de media a finales de siglo, que además durarán más tiempo (entre 12 y 72 horas) y que pueden llegar a inundar ¡casi el 75% de la ciudad!

Para disminuir los efectos de las inundaciones a las que Venecia se ve sometida año tras año, el Gobierno italiano ha ideado un sistema de barreras mecánicas, el “Proyecto Moisés”, para preservar la ciudad de los episodios más severos.



 **El Proyecto Moisés** (inglés)

CAPÍTULO 3

Influencia del agua en la expansión del Imperio romano

La región de amplias llanuras y suaves colinas en la que se fundó la ciudad de Roma, la influencia del clima mediterráneo y la falta de puertos naturales explican que inicialmente los romanos, al contrario que los griegos, fueran un pueblo de campesinos y no de marineros.

Esto fue así hasta que conquistaron el mar Mediterráneo y ampliaron el dominio de sus territorios. En ese momento crearon una impresionante red comercial para transportar mercancías de un lado a otro del vasto Imperio.



Agricultura y ganadería en la antigua Roma

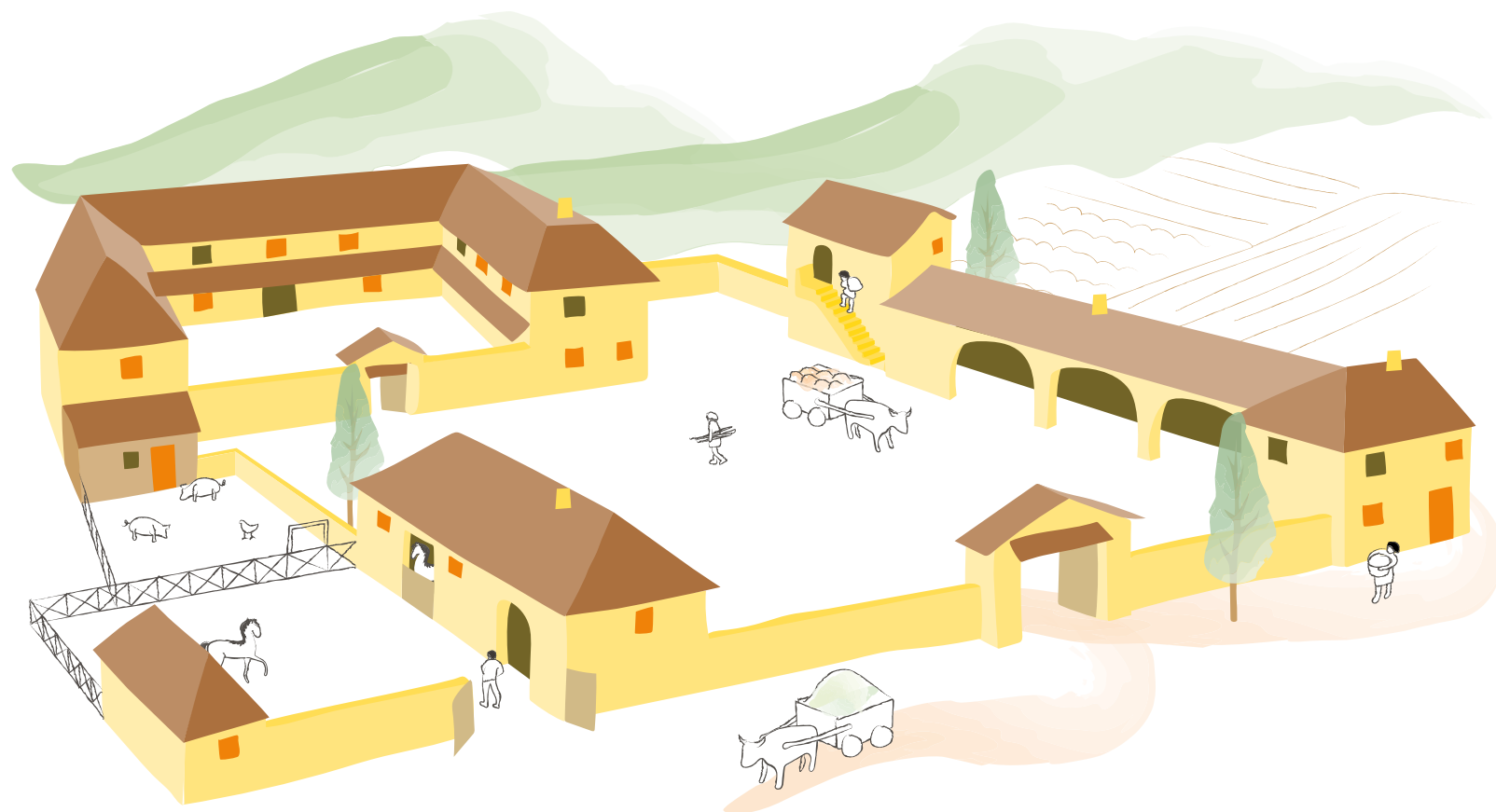
El valle donde estaba ubicada la ciudad de Roma ofrecía buenas condiciones para el cultivo y la ganadería, las actividades productivas más importantes de la economía romana, pero en ocasiones sufría **inundaciones** por las crecidas del Tíber y por el agua de la lluvia que bajaba de las colinas.

Para aprovechar las tierras, los romanos tuvieron que excavar unos **canales** que funcionaban como sistema de drenaje eliminando el agua acumulada en los valles y dirigiéndola hacia el Tíber.

En las llanuras cercanas al río, los romanos tenían plantaciones de **olivos** y cultivaban hortalizas y cereales como el **trigo** o la espelta; en las colinas establecieron **viñedos**, y las tierras más pobres y abruptas se dejaban para el ganado. Como árbol frutal destacaba por encima de todos la higuera.

Los campesinos eran propietarios o arrendatarios de pequeñas parcelas que dedicaban al cultivo de cereales y hortalizas y a la cría de ganado, y medían su riqueza por las cabezas de ganado que poseían. Cada nueve días los campesinos se acercaban a la ciudad para vender sus productos en los mercados.

Las grandes **villas campestres** de los romanos disponían de un corral, una era para trillar el grano, un colmenar, un huerto, un vivero y un jardín. Estas edificaciones se dividían en tres partes: la *villa urbana* o *pretorio*, casa donde vivía el dueño de la finca; la villa rústica, donde vivían los esclavos y el ganado, y la *villa fructuaria*, zona destinada a almacenar las cosechas.



Calendario agrícola

Las **actividades agrícolas** comenzaban en marzo, aunque cuando más trabajo había era durante los meses de otoño, cuando se segaba el trigo y se cosechaban las uvas para hacer vino y las aceitunas para elaborar aceite. La producción se guardaba en silos y se procesaba en molinos o prensas de vino y aceite. También en esa época se realizaban las matanzas, se fabricaban los embutidos y se curaba la carne para conservarla durante meses. Los meses que hoy conocemos como enero y febrero, en los que no se realizaban labores agrícolas, se destinaban a preparar aparejos, al culto y a actividades comerciales.

Los romanos no realizaron grandes avances en cuanto a técnicas de cultivo, aunque desarrollaron los sistemas de regadío utilizados por otras culturas, al mismo tiempo que basaron su sistema agrícola en el **arrendamiento de tierras**. Este modelo de explotación de las tierras se extendió por todo el Imperio y se siguió utilizando hasta muy avanzada la Edad Media.



Curiosidad

Los latifundios, el final de los pequeños campesinos

Con la expansión del pueblo romano por toda la península de Italia y más tarde por el Mediterráneo, se adquirieron más tierras para el cultivo de alimentos y la cría de ganado, así como esclavos, que eran utilizados como mano de obra. De esta manera, los campos de cultivos pasaron a ser grandes extensiones que pertenecían a aristócratas.



Las pequeñas propiedades agrícolas trabajadas por campesinos no podían competir con las grandes explotaciones agrícolas (latifundios); estas tierras pertenecían generalmente a terratenientes, quienes utilizaban esclavos que vivían en las fincas como mano de obra gratuita para trabajarlas. Tampoco podían competir con los precios del trigo que llegaba por vía marítima.

Algunos de estos campesinos optaron por trasladarse a la ciudad, y otros incluso pasaron a ser tratados como esclavos para seguir cultivando lo que antes eran sus tierras, absorbidas por los latifundistas.

Curiosidad

Calendario romano

Desde la fundación de Roma por Rómulo, los romanos se regían por un calendario de 10 meses basado en los ciclos lunares. Comenzaba en marzo, mes en el que se iniciaban las actividades agrícolas, y terminaba en diciembre. Contaba con 304 días pero no tenía en cuenta los cambios estacionales, por lo que los romanos tenían que hacer ajustes continuos.

Tras diversas variaciones y modificaciones a lo largo de los siglos, en el año 44 a. n. e. Julio César renovó este calendario, que pasó a regirse por los ciclos solares, con 365 días y 12 meses, incluyendo un año bisiesto cada cuatro años. De ahí el origen del nombre del actual mes de julio, que antes se llamaba quinto mes (se iniciaba la cuenta en marzo).

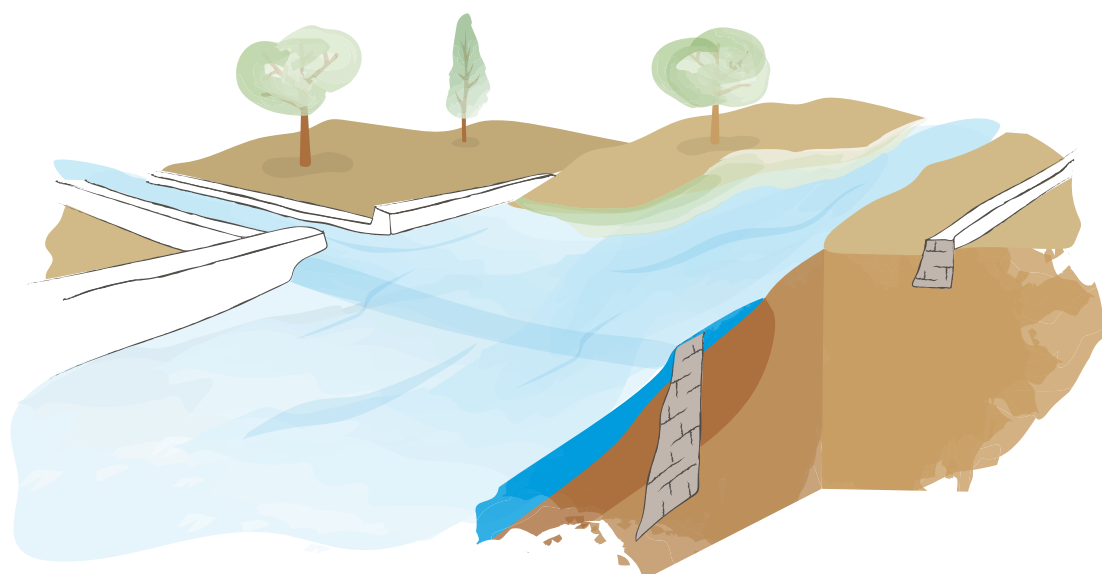
Este calendario, llamado calendario juliano, se utilizó durante siglos hasta que el papa Gregorio lo volvió a ajustar, estableciendo el calendario gregoriano, que es el que rige nuestras vidas.



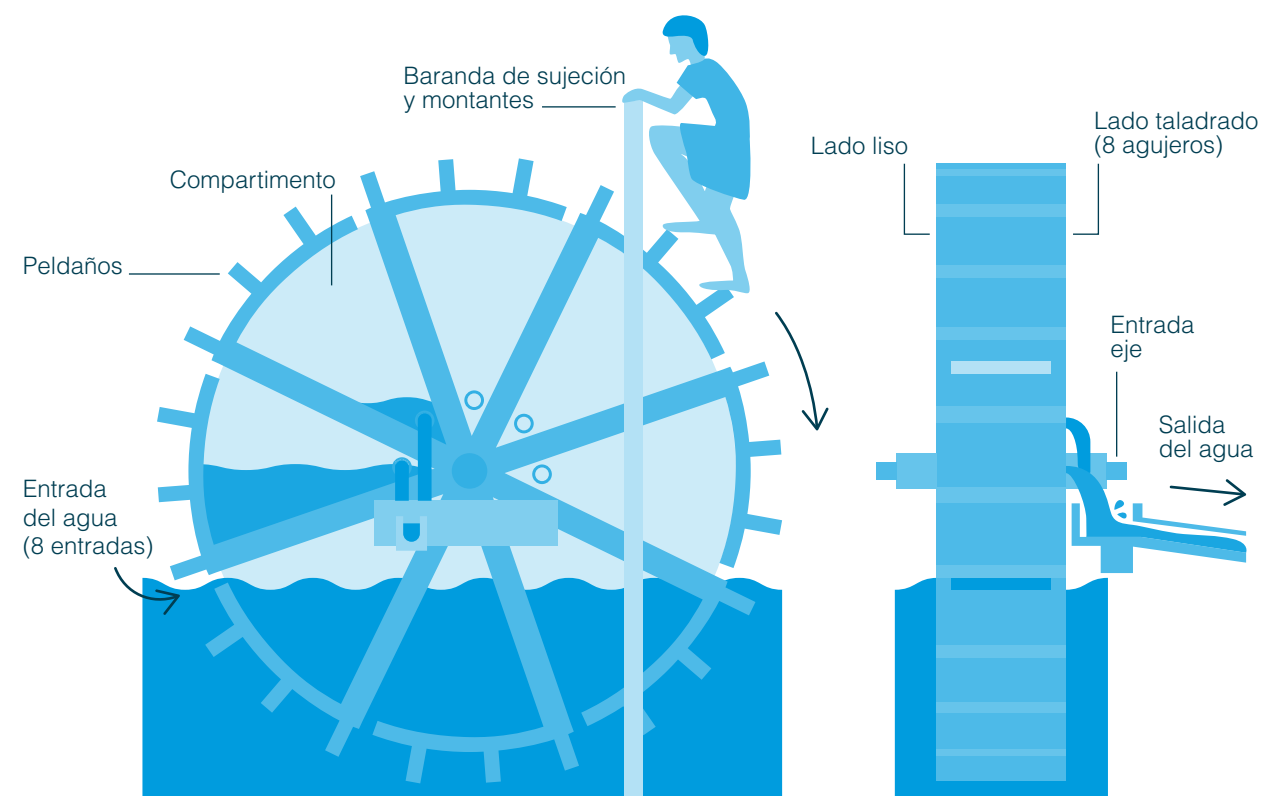
El agua en la agricultura

Al igual que hicieron civilizaciones anteriores, los romanos utilizaron **sistemas de regadío** para regar sus huertas y campos de cultivo. Para ello se servían de las aguas superficiales de ríos y lagos, consideradas de calidad pero no aptas para el consumo, y las distribuían por los cultivos mediante acequias.

Para captar esa agua construían pequeños **azudes o presas**, de esta manera elevaban el nivel del agua para desviar una parte del río a un canal lateral. Estos pequeños muros podían ser rebasados por el río, de forma que el agua nunca se detenía, siempre fluía. Los azudes siempre se construían en pequeños ríos o arroyos, nunca en los grandes.



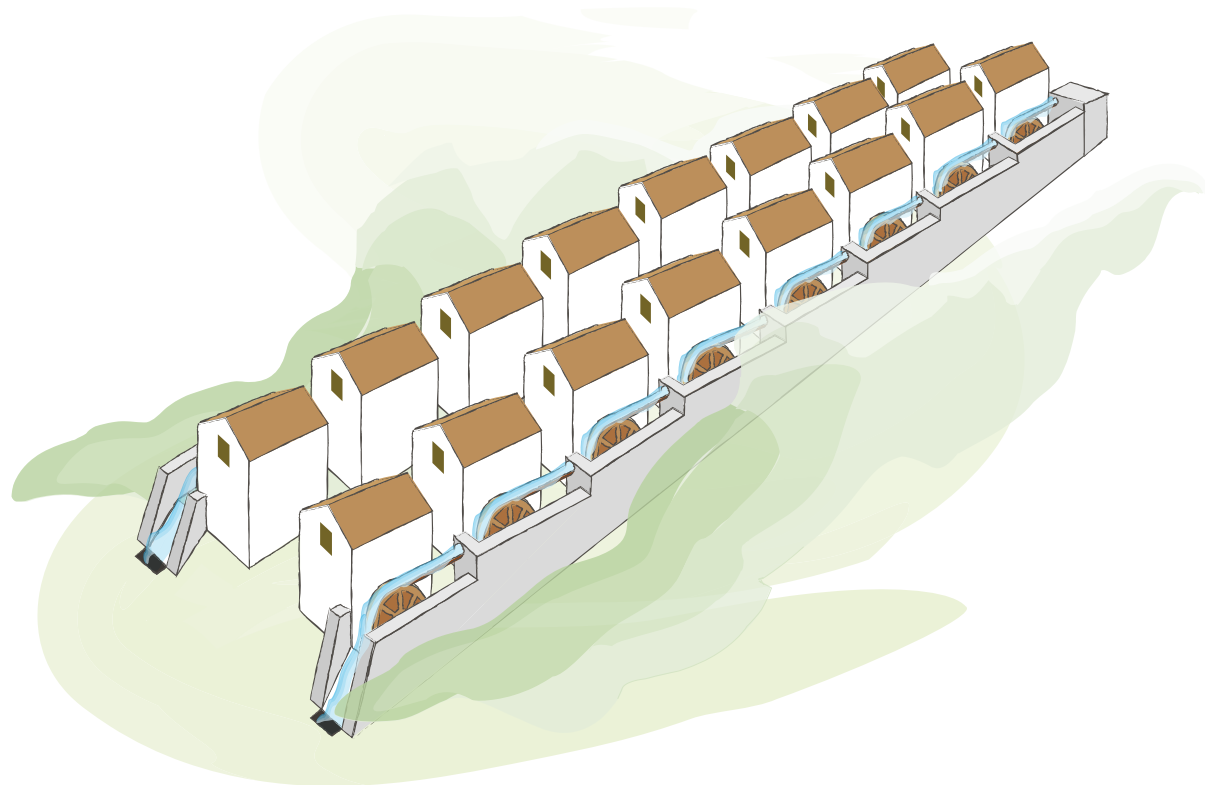
El agua se dirigía hasta los campos desde los azudes o presas a través de **canales** que no necesariamente tenían que ir cerrados.



En ocasiones, los romanos necesitaban elevar el agua. Para ello utilizaban **norias**. Aunque este sistema ya fue utilizado por los egipcios o los griegos, fueron los romanos los que expandieron su uso por todo el Imperio, e incluso perfeccionaron la técnica y la adaptaron para trabajos de minería.

Estas norias, de eje horizontal y rueda vertical, utilizaban la fuerza de los esclavos para elevar el agua. Se comenzaron a construir y a utilizar en el siglo I a. n. e. bajo las indicaciones de mejora del ingeniero romano Vitrubio, motivo por el que llegaron a llamarse “molinos vitrubianos”.

Los romanos no sólo utilizaban el agua para el riego, sino también para otras tareas derivadas de los trabajos agrícolas, por ejemplo, para moler el trigo y otros cereales. Un ejemplo de ello son los molinos que construyeron en Barbegal (Francia), en el siglo IV d. n. e., con 16 ruedas consecutivas de casi 3 metros de diámetro que se movían con el paso del agua y hacían girar las grandes piedras con las que podían moler hasta 3 toneladas de trigo por hora.



Actividad 3: De agri cvltvra

Curiosidad

Pan y circo

En torno al año 123 a. n. e. se estableció que cada ciudadano tenía derecho a 37 kilogramos de trigo a precio de coste. Este cereal provenía en su mayoría de Sicilia o de tierras africanas. De hecho, en aquellos tiempos Egipto era considerado el granero de Roma. El gobierno pagaba el coste del transporte desde esas tierras a la ciudad para ganarse la popularidad del pueblo y así abaratar el precio del trigo.

Más tarde, para garantizar ser elegido por el pueblo como emperador, Julio César decidió entregar trigo gratis a cada uno de los aproximadamente 180 000 ciudadanos que vivían en Roma, lo que hizo que los campesinos de los alrededores abandonaran sus tierras y se trasladaran a la gran ciudad para recibir trigo sin tener que cultivar sus campos. Esto provocó una gran ociosidad de la población y Julio César tuvo que disminuir el número de beneficiarios.



Técnicas de cultivo y herramientas

El **barbecho** fue la técnica de cultivo más utilizada por el pueblo romano; para ello dividían el terreno en tres partes y durante unos meses dejaban sin cultivar una de ellas. De esta manera la tierra recuperaba su fertilidad y humedad y no había que abandonarla.



De agri cultura

Para trabajar la tierra, los romanos perfeccionaron el arado que ya se usaba desde tiempos remotos, sustituyendo la pala de madera con la que se removía la tierra por una reja de hierro. Para aumentar su eficacia y hacer surcos más profundos y duraderos, añadieron un sistema de rotación y la fuerza de mulas o bueyes.

El **arado romano** tenía delante un timón de madera unido a una pieza de hierro que enlazaba todas las partes de la herramienta. A pesar de ser antiguo y sencillo, fue utilizado por agricultores de todo el mundo hasta que, a principios del siglo XX, comenzó el uso de la maquinaria en el campo.



Curiosidad



Las ramas de olivo

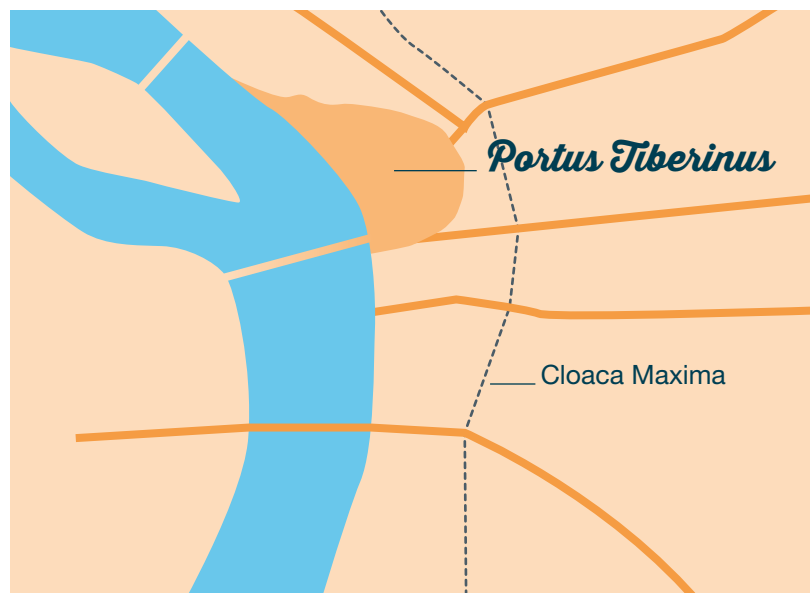
Desde sus orígenes, las civilizaciones mediterráneas tienen en su cultura tradiciones y costumbres vinculadas con el olivo. Un ejemplo de ello es que los romanos, al igual que los griegos, utilizaban las ramas de olivo para coronar a los vencedores de juegos y batallas.



Economía y comercio. Conquista del *Mare Nostrum*

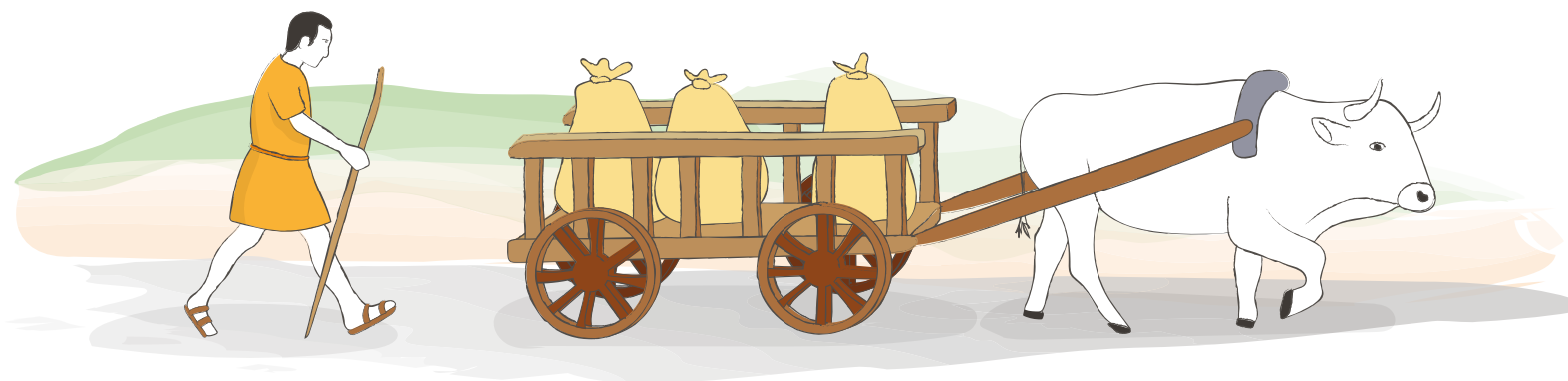
En la antigua Roma el comercio fue una actividad importantísima. Inicialmente, el comercio de **productos agrícolas** se realizaba a pequeña escala utilizando el río Tíber. Los grandes barcos remontaban el río hasta la Isla Tiberina para vender sus productos en los valles de las colinas. Los barcos más pequeños podían llevar los productos agrícolas utilizando vías más pequeñas como los afluentes del Tíber y extender el comercio por casi toda la región.

Este intercambio comercial junto al *Portus Tiberinus*, puerto fluvial del Tíber, favoreció de manera espontánea lo que después sería el primer mercado de Roma.



Rutas comerciales

Para poner en contacto las colonias del vasto Imperio, los romanos construyeron una extensa **red de calzadas** de unos 29 000 kilómetros, incluyendo las que comunicaban el valle del Éufrates y la Gran Bretaña; esto favoreció el desarrollo de las rutas comerciales por tierra que los comerciantes utilizaron para establecer nuevos itinerarios de distribución de sus productos.



La ciudad de Roma, además, estaba situada en la Vía Salaria, una zona estratégica dentro de la ruta comercial que transportaba la sal desde las salinas de la desembocadura del Tíber hasta el interior de Italia.

En aquellos tiempos **la sal** era un alimento básico y valioso. Cada romano consumía en torno a 30 kilogramos de sal anualmente. Además de usarse en la alimentación, se utilizaba también para tratar las pieles, alimentar el ganado, curar la carne y como parte de la industria de salazón de pescado. 20 000 toneladas de sal tenían un valor de 4 toneladas de plata, con las que se podía comprar trigo para alimentar 30 000 o 40 000 personas durante un año. Incluso se llegó a utilizar como moneda de pago, de ahí el origen de la palabra salario.



Las calzadas romanas y los vehículos

Curiosidad

Todos los caminos conducen a Roma

A medida que ampliaban su dominio por la península itálica y el resto de Europa, los romanos iban construyendo las famosas calzadas, caminos que facilitaban la comunicación entre las diferentes colonias y las ciudades romanas. Pero, ¿por qué son tan importantes y tan recordadas? Porque los romanos dedicaban gran cantidad de recursos económicos, materiales y mano de obra a construirlas. De hecho, las calzadas romanas bien construidas apenas necesitaban mantenimiento y se conservaban en buen estado durante unos cien años.

La más conocida de las calzadas fue la Vía Apia, que comunicaba Roma con Brindisi, el puerto más importante del Mediterráneo oriental, ubicado en el sur de Italia. Se comenzó a construir en el año 312 a. n. e. y fue la primera carretera recubierta importante de Europa.



Con el dominio del *Mare Nostrum* y la expansión romana por Europa, Asia y África, se estima que el Imperio llegó a tener una población de más de 50 millones de personas. Sólo la ciudad de Roma contaba con más de un millón de habitantes, por lo que era necesario disponer de una red de comercio que facilitara la alimentación de todos ellos.

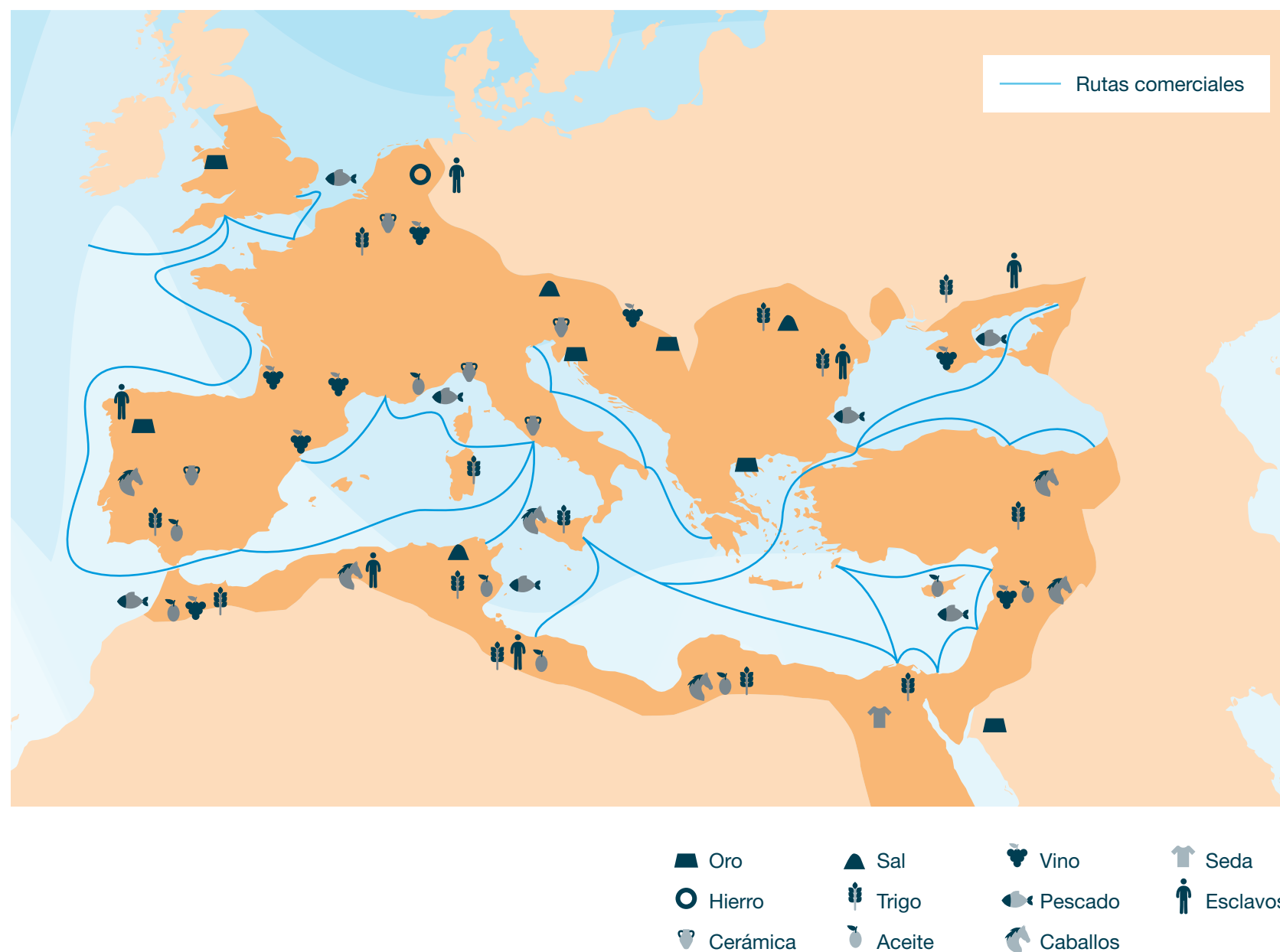
A lo largo de los siglos I y II d. n. e., durante la **pax romana**, que fue un periodo de prosperidad y tranquilidad, se incrementó el transporte por vía marítima, ya que suponía casi la mitad de coste que el transporte por tierra. Durante ese periodo se desarrollaron muchos puertos, diques, faros, etc.

La actividad comercial por **vía marítima** se realizaba durante el *mare apertum*, de marzo a octubre, época que quedaba iniciada con la ceremonia especial *Navigium Isidis*, que favorecía la navegación, y se evitaban los meses de invierno, cuando el mar estaba revuelto, a lo que llamaban *mare clausum*.

Desde fuera de los límites del Imperio, se recibía:

- Oro, esclavos y ámbar, de Europa del Norte.
- Trigo, marfil y piedras preciosas, de África.
- Seda, especias y objetos de lujo, de China e India.

La mayoría del **aceite** del Imperio provenía de Andalucía, llegaba a Roma por vía marítima y se distribuía a otras ciudades por vía fluvial, navegando por ríos como el Ródano, el Rin y el Alto Danubio. Para transportarlo se utilizaban ánforas de barro impermeabilizadas.



Los barcos mercantes

Los barcos que se utilizaban para el transporte de todos esos productos cargaban miles de **ánforas de barro** que podían llegar a pesar más de 100 toneladas y, aunque sólo navegaban 60 kilómetros al día, eran rápidas. Los más grandes transportaban cerca de 10 000 ánforas.

La velocidad de las embarcaciones dependía del viento, el peso, etc., pero se han registrado trayectos de 7 días de duración para recorrer la distancia que separa el estrecho de Gibraltar del principal puerto de Roma, **Ostia**. Este puerto, ubicado en la desembocadura del Tíber, llegó a tener espacio para más de 300 barcos. A él llegaban mercancías como trigo, aceite, vino e incluso animales salvajes destinados a los espectáculos de circo.



Los **mensores** se encargaban de pesar y controlar la calidad de los productos que ahí llegaban. Pero cuando se trataba de aceite, intervenía un funcionario exclusivamente dedicado a supervisar este producto, el *procurator ad óleum*.

Curiosidad

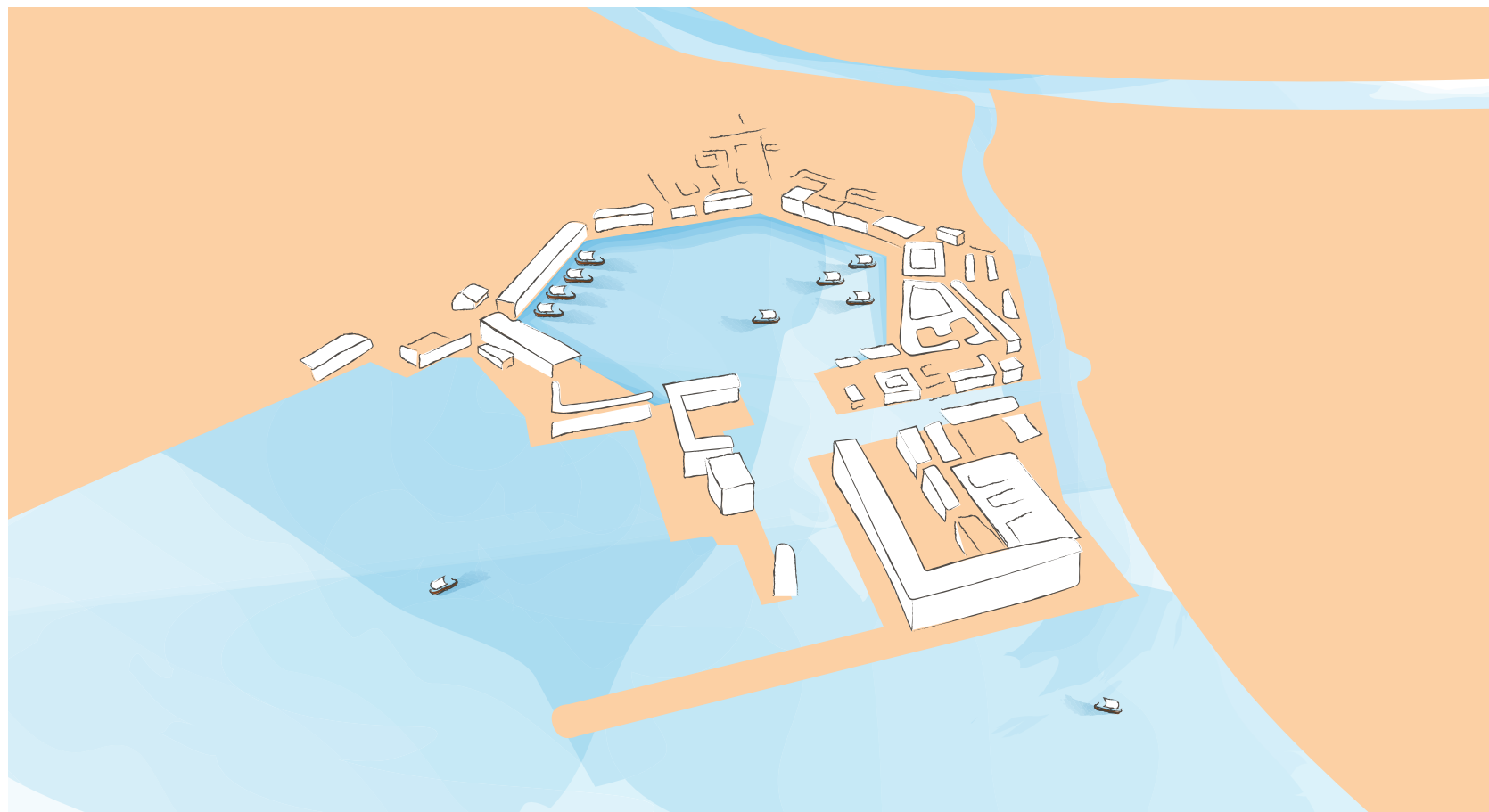
Una montaña de ánforas

Las diferentes provincias del Imperio pagaban sus tributos en especias. Desde Hispania se importó tal cantidad de aceite que el monte Testaccio (cerca de Roma) está formado literalmente por millones de ánforas de aceite provenientes en su mayoría de allí.



Al principio los barcos grandes no podían entrar en el puerto debido a la poca profundidad de sus aguas. Para evitar quedarse encallados hacían un **trasvase de mercancías** a barcos más pequeños que luego llegaban a la costa o remontaban el Tíber hasta llegar a Roma, pero muchos naufragaban. Para evitarlo el emperador Claudio

hizo una primera reforma del puerto, pero no fue suficiente y una gran tormenta que acaeció años después hundió 200 embarcaciones llenas de trigo que estaban dentro de él. En una segunda remodelación, Trajano hizo un fondeadero hexagonal más alejado de la costa, comunicando el mar con el Tíber por un canal que aún existe.



 [La ciudad de Ostia](#)

La influencia del agua en la caída del Imperio romano

A pesar del periodo de esplendor del Imperio y del dominio de prácticamente todo el mundo conocido de la época, durante varios siglos los romanos no consiguieron mantener la estabilidad y el control de sus colonias.

La **enorme extensión** del Imperio trajo consigo múltiples problemas. Disminuyeron las conquistas y, con ello, el **número de esclavos** como mano de obra barata. Esto ocasionó la reducción de las actividades productivas y comerciales, lo que provocó un aumento de los **impuestos** para compensar la disminución de ingresos del Estado.

Además, los militares y generales protagonizaron peleas y guerras civiles que aumentaron la inestabilidad.

Para facilitar el control del Imperio, a inicios del siglo IV d. n. e. Teodosio I lo dividió en dos: el de occidente y el de oriente, con **Roma y Constantinopla** como capitales respectivamente. Pero aun así no fue suficiente y el Imperio romano occidental terminó cayendo en manos de los bárbaros.

En aquellos años, además, Europa sufrió **fuertes sequías** alternadas con épocas de grandes precipitaciones y fríos intensos, hechos que afectaron las cosechas, el abastecimiento de agua y la alimentación.

Esta situación provocó la migración de miles de personas de los pueblos del norte hacia las fronteras del Imperio. Al ser invierno y estar el Rin congelado, miles de personas, e incluso carros pudieron cruzar sus aguas sin necesidad de puentes para llegar a la otra orilla. Las tropas romanas, ubicadas en las murallas que marcaban los límites del Imperio, se vieron sorprendidas y desbordadas ante la presencia de tantas personas en sus fronteras. Estos pueblos germánicos se organizaron y realizaron ataques que terminaron por agrietar la muralla.

Por otro lado, los ciudadanos de Roma sufrían constantes **problemas de salud**. Actualmente se ha descubierto que el agua que consumían en la ciudad tenía 100 veces más plomo que en el manantial de origen. El **plomo**, que es cancerígeno, fue utilizado para fabricar las tuberías que distribuían el agua por la ciudad.



 **El comercio con Constantinopla y la caída del imperio**

ACTUALIDAD

La dieta mediterránea

Al igual que en la actualidad, los romanos hacían tres o cuatro comidas al día: desayuno (*ientaculum*), almuerzo (*prandium*), merienda (*merenda*) y cena (*cena*), siendo esta última la más abundante. Su alimentación básica consistía en cereales, legumbres, hortalizas, leche y huevos.

Pero de todos los alimentos que consumían destacan especialmente tres: el aceite, el trigo y el vino, procedentes de cultivos autóctonos de los países llamados mediterráneos y consumidos no sólo por los romanos, sino también por griegos, cretenses y fenicios.

Actualmente estos alimentos siguen siendo la base de nuestra alimentación, que ha sido catalogada como dieta mediterránea. Además de una pauta nutricional, esta dieta es rica y sana, un estilo de vida con formas de cocinar, símbolos, celebraciones, tradiciones, costumbres y productos típicos que forman parte de toda una cultura.

Ocasional

- Dulces y bollería
- Refrescos
- Carnes procesadas
- Carne roja

Semanal

- Carne blanca
- Pescado
- Huevos
- Legumbres

Consumo diario

- Derivados lácteos
- Futos secos
- Frutas y verduras
- Aceite de oliva
- Pasta y arroz
- Pan



Pero la dieta mediterránea corre peligro debido a la influencia de la globalización y a los cambios en los hábitos de consumo, que traen consigo nuevas formas de alimentación menos saludables, ajenas a nuestra cultura. La disminución del consumo de productos mediterráneos puede afectar a su producción agrícola y al abandono del campo, además de tener consecuencias para nuestra salud.

Por este motivo, la Unesco reconoció en 2013 este modo de vida y alimentación como Patrimonio Cultural Inmaterial de la Humanidad, y anualmente se celebra el Congreso Internacional sobre Dieta Mediterránea, del que ya se han realizado más de diez ediciones.

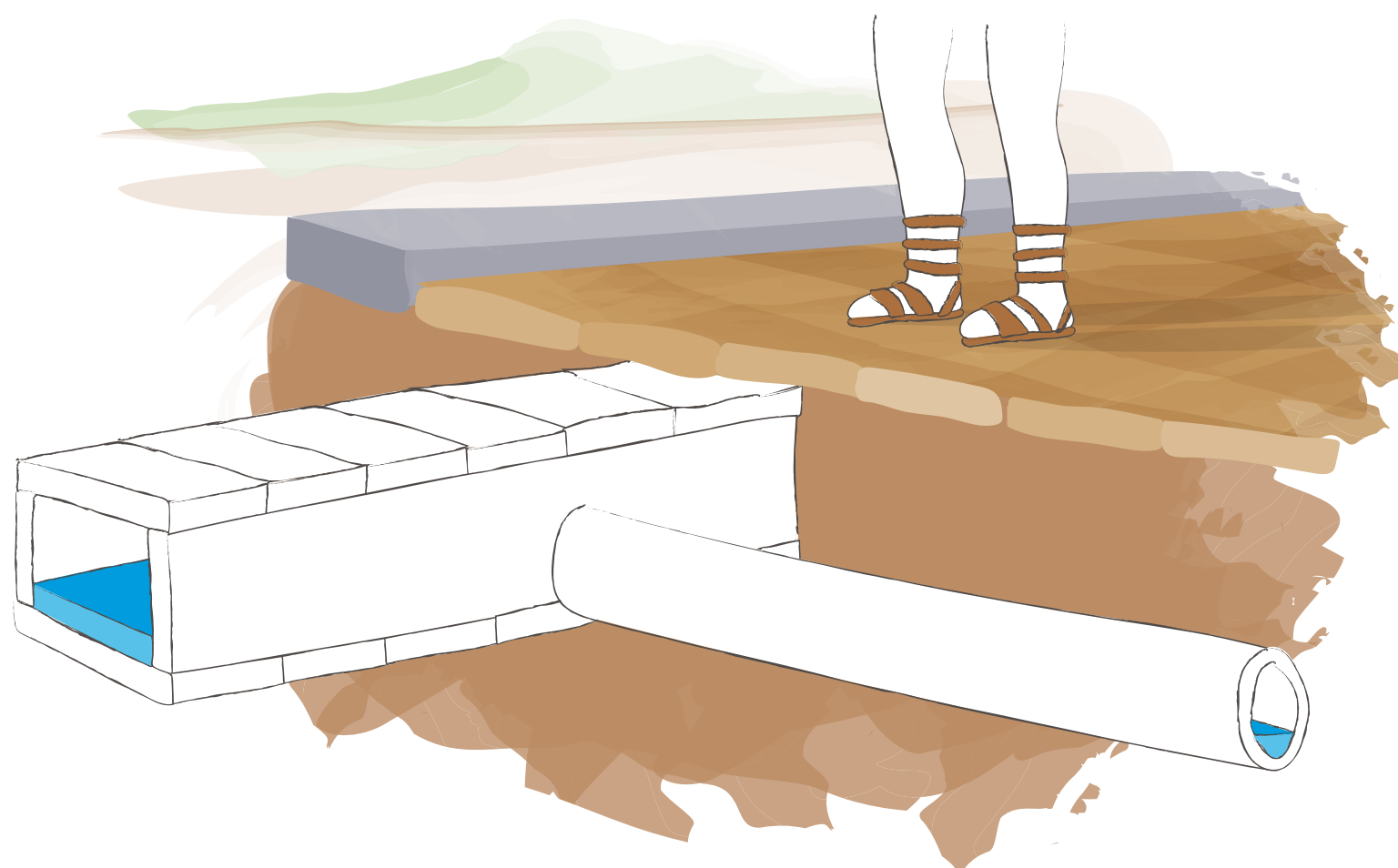


CAPÍTULO 4

La ingeniería hidráulica romana revolucionó el mundo

Un extenso imperio como el romano y una esplendorosa ciudad como la de Roma no podrían haberse desarrollado de la manera que lo hicieron sin un sistema eficaz de abastecimiento y distribución del agua.

En el siglo III a. n. e., en tiempos del emperador Apio Claudio, los ingenieros romanos fueron capaces de localizar fuentes de agua y transportarla y distribuirla a ciudades conservando su calidad y pureza. Tan perfecto fue el sistema de abastecimiento que desarrollaron que aún hoy en día lo seguimos aplicando, salvo ligeras modificaciones y ajustes.



Aqua en cantidad y de calidad

Como cualquier otro pueblo, los romanos utilizaban las fuentes de agua naturales de la zona para abastecerse, ya fueran superficiales, como ríos y lagos, o subterráneas y de manantiales. En ambos casos elegían aquellas que presentaban un caudal más o menos continuo a lo largo del año para asegurar el abastecimiento.

En aquella época los romanos ya eran conscientes de la importancia de obtener agua de buena **calidad**. Por ello, si el agua era para consumo humano evitaban las de los lagos y los ríos, ya que en ellos se vertían desechos, animales muertos, etc. y estaban mucho más contaminados. Estas aguas las destinaban a la agricultura.

Siempre que era posible elegían el agua de los **manantiales de montañas** con orientación norte o noroeste por muy lejos que estos estuvieran, ya que eran más caudalosos y con aguas de más calidad.

Para garantizar que el agua de los manantiales llegara a la ciudad en las mismas condiciones que presentaba en su origen, los ingenieros romanos eran especialmente exigentes y durante su transporte siempre tenían en cuenta lo siguiente:

- El agua siempre **debía fluir**, nunca estancarse.
- La **velocidad** debía ser **suave y continua** para no arrastrar sedimentos y otras partículas en su recorrido.
- Siempre debía estar **protegida de la luz** para evitar el crecimiento de algas y bacterias, y tapada, para evitar la contaminación por polvo, heces de animales, etc.
- Siempre que fuera posible, los **canales** debían ser **subterráneos** para mantener el agua fría, ya que así se conservaba mejor su calidad.

Estos aspectos condicionarían todas las obras de ingeniería necesarias para su canalización y para la elección del mejor itinerario posible desde la fuente de agua hasta la ciudad.

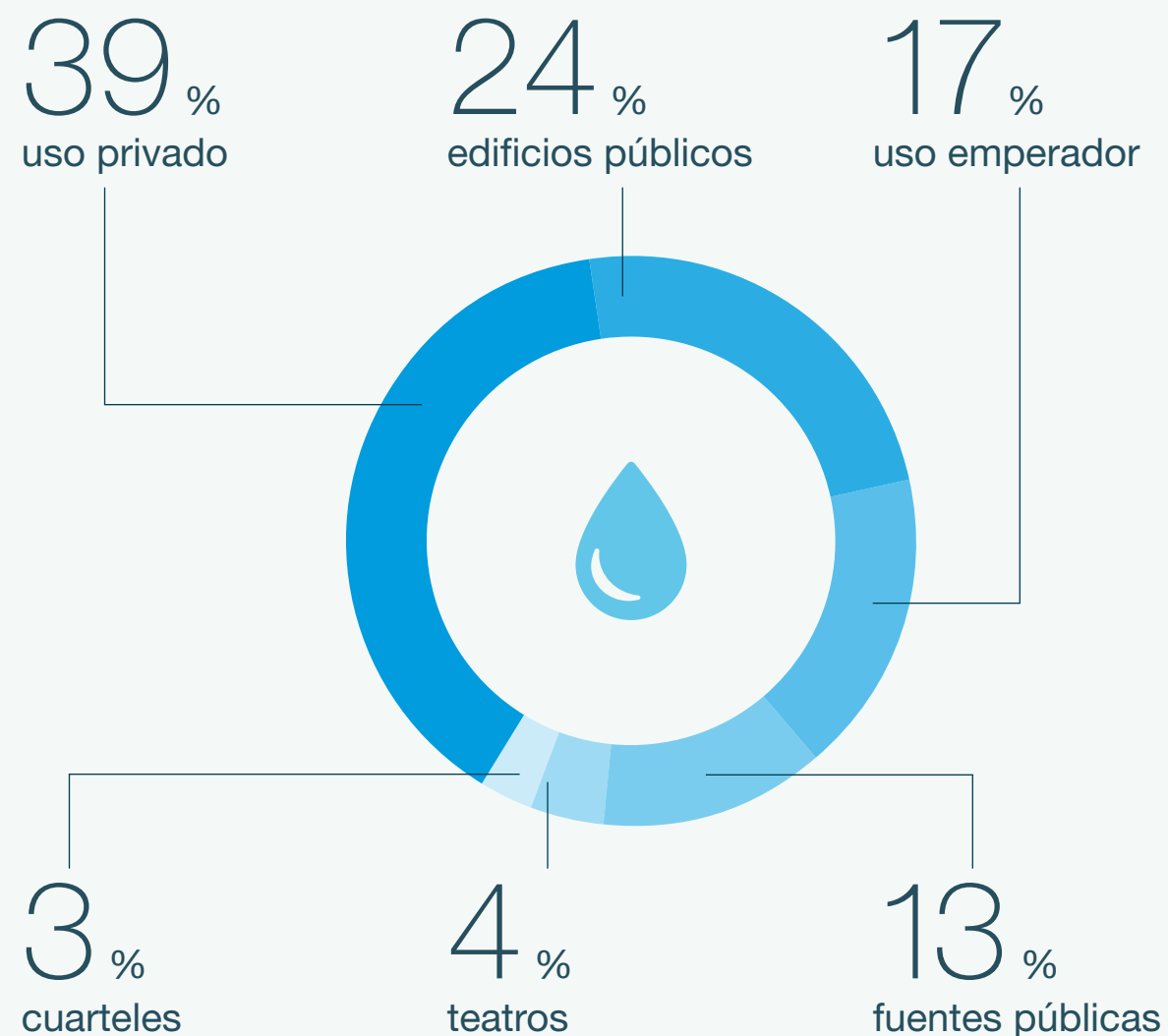


Curiosidad

El reparto del agua en Roma

Ya en la época de la antigua Roma se preocupaban por el uso y el consumo de agua en las ciudades. De hecho, para poder garantizar el suministro de agua suficiente, antes de decidir de qué fuente o manantial la obtenían, los romanos debían estimar cuánta agua necesitaban. De esta manera tenían estipulada la cantidad de agua requerida para una u otra actividad.

Sexto Julio Frontino fue el procurador del agua en Roma en el siglo I d. n. e. y en sus libros dejó anotado cómo se repartía en aquella época:



Sistema romano de abastecimiento de agua

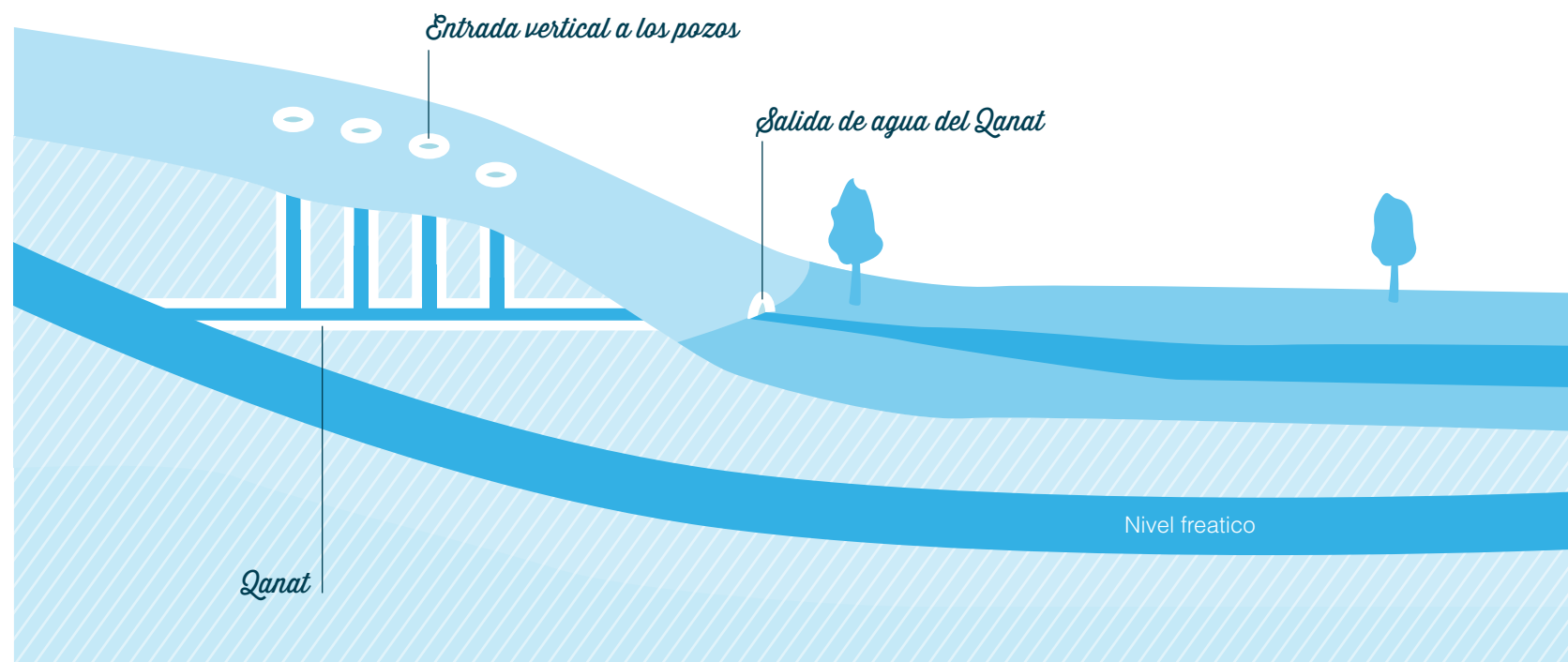
Inicialmente, cuando los romanos no necesitaban grandes cantidades de agua para consumo, se abastecían principalmente de la lluvia almacenada en **cisternas** o aljibes, o de **pozos** con los que extraían aguas subterráneas.

Con el aumento de la población y el desarrollo de las ciudades, necesitaron disponer de agua de forma continua durante todo el año y desarrollaron un perfecto sistema para captarla y transportarla hasta las urbes.

Caput aquae, la captación

Como hemos visto, siempre que era posible los romanos usaban agua de excelente calidad, procedente de manantiales o de aguas subterráneas.

Uno de los sistemas que utilizaban para captar el agua del subsuelo –también empleado por los egipcios– fueron las **galerías de infiltración** (*qanats*). Para ello construían túneles subterráneos con una pequeña inclinación que atravesaban el nivel freático. Estos túneles podían llegar a medir hasta 100 metros de largo. Con ellos conducían el agua al exterior. Una vez fuera, el agua pasaba directamente a un canal que la transportaba a las ciudades o a un depósito.



Las **aguas superficiales** de ríos y lagos se destinaban al riego de cosechas y jardines y se captaban con pequeños azudes o presas, como hemos visto en el capítulo anterior.

En este sentido, inicialmente los romanos no destacaron por la construcción de grandes presas para abastecer grandes poblaciones por las dos siguientes razones:

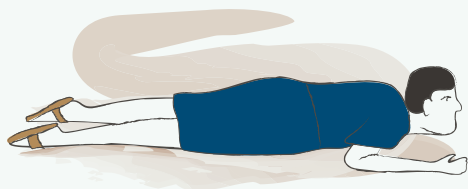
- El clima de la península itálica no era especialmente seco y no necesitaron almacenar grandes cantidades de agua.
- Eran necesarios profundos conocimientos de ingeniería civil que los romanos no adquirieron hasta siglos posteriores.

Esto cambió cuando los romanos llegaron a Hispania y otras tierras donde tuvieron que enfrentarse a otras condiciones climáticas. Pero eso se comentará más adelante, en el **capítulo 6** de esta publicación.

Curiosidad

¿Cómo encontrar agua?

Los romanos desarrollaron varias técnicas para averiguar dónde había agua subterránea y poder construir allí sus pozos. He aquí algunas de ellas:



Una vez elegido el lugar, antes de que amaneciera se tumbaban boca abajo y permanecían así, inmóviles, apoyando con fuerza el mentón en el suelo. En esa posición observaban todo su alrededor. El agua estaba donde la tierra emanaba vapores hacia la atmósfera.



Otra técnica recomendada consistía en cavar un hoyo al atardecer de 3 pies de ancho y 5 de profundidad e introducir en él boca abajo una vasija cóncava de bronce o de plomo untada de aceite. Después se tapaba la boca del hoyo con cañas, hojas y tierra. Lo dejaban así toda la noche y al día siguiente comprobaban si en la vasija había gotas de agua u otros signos de humedad.



Otra opción era introducir en el pozo una vasija de barro sin cocer. Si a la mañana siguiente la vasija aparecía deshecha, era síntoma de que había agua; también se podía meter en el hoyo un poco de lana de oveja y retorcerla al día siguiente para ver si salía agua.

Aquae ductus, el transporte

Para transportar el agua hasta las ciudades, los romanos utilizaron **canales** o *aquae ductus*. Siempre que era posible, la canalización se encontraba bajo tierra. De esta manera se evitaba la contaminación del agua, pero también se protegía de los numerosos ataques enemigos o de personas que cogían el agua de manera ilegal, lo cual favorecía el mercado negro del agua.

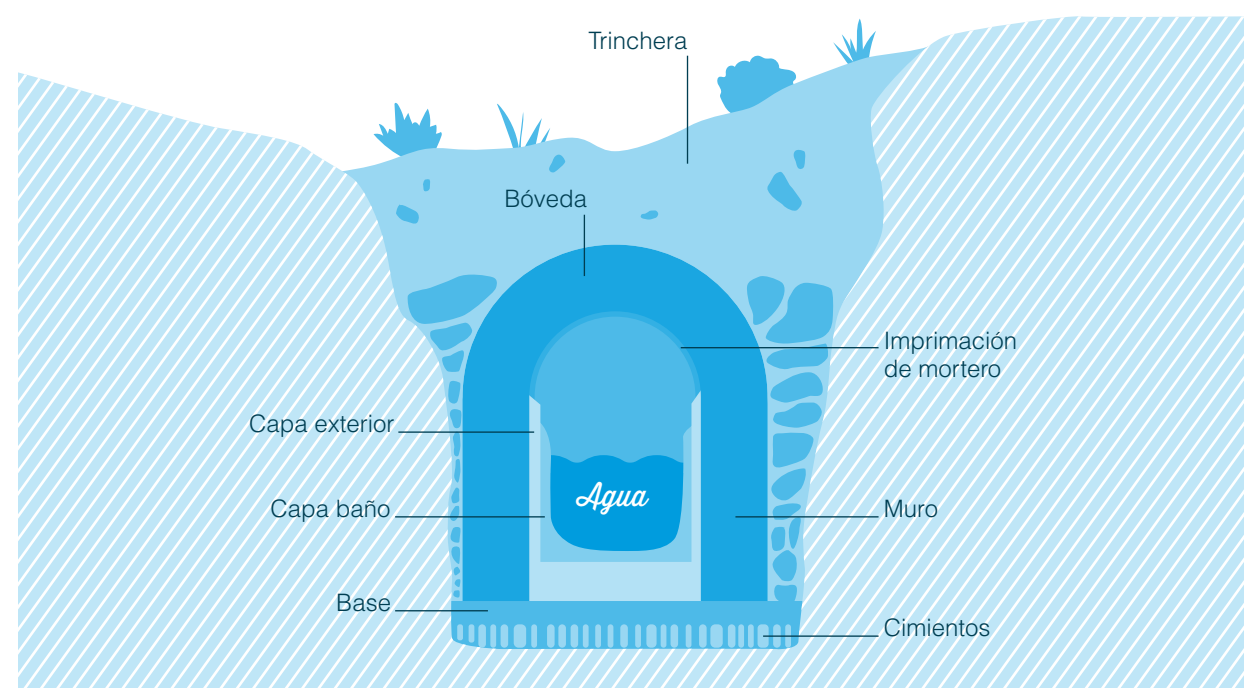
Estos canales, también llamados *acueductos*, fueron la base del sistema de abastecimiento y transporte del agua a lo largo y ancho del Imperio romano.

Una vez elegido el manantial con la calidad y el caudal de agua adecuados, los ingenieros realizaban un minucioso **estudio del terreno** para decidir el camino que debía seguir el agua. Para ello analizaban el tipo de suelo y la orografía de toda la zona, ya que en muchas ocasiones las fuentes de agua podían encontrarse a más de 50 kilómetros.

Transportaban el agua **por gravedad**, evitando así el costoso sistema de bombeo, pero a menudo era necesario salvar los obstáculos que presentaba el terreno, como colinas o fuertes pendientes.

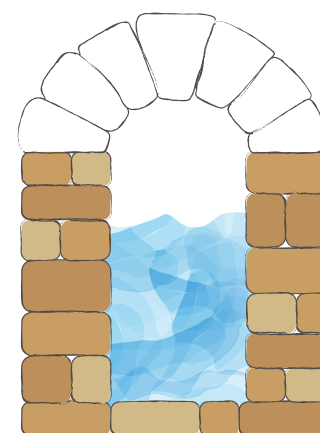
De todos los parámetros analizados, era de especial importancia la inclinación que debía mantener el trazado a lo largo de su recorrido para transportar el agua de manera adecuada. Esta inclinación debía ser de entre 10 y 50 centímetros por cada kilómetro. Por tanto, en función de la cota a la que se encontrara la fuente y la cota final de la ciudad, debía diseñarse un camino que, además de mantener esa inclinación, consiguiera salvar los obstáculos del terreno.

Los **conductos** por los que se transportaba el agua tenían sección rectangular, no circular como la que utilizamos actualmente, y estaban cerrados e impermeabilizados con **opus signinum** (un compuesto de arena de río, fragmentos de cerámica y cal). Por ellos el agua, que llegaba sólo a la mitad de su altura, circulaba libremente.

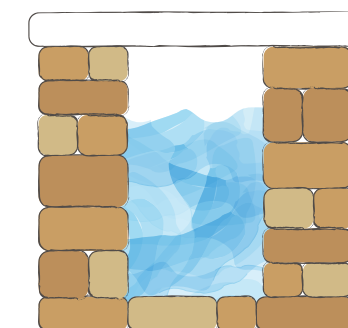


Aunque los romanos diseñaron cuatro tipos de techos diferentes para cerrar los canales, la bóveda fue la más utilizada.

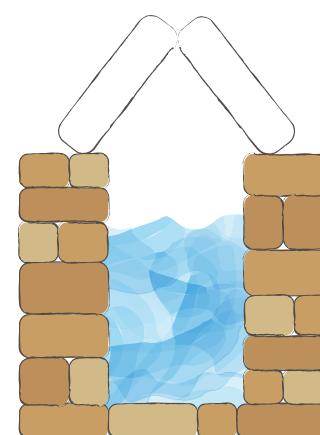
Specus de bóveda



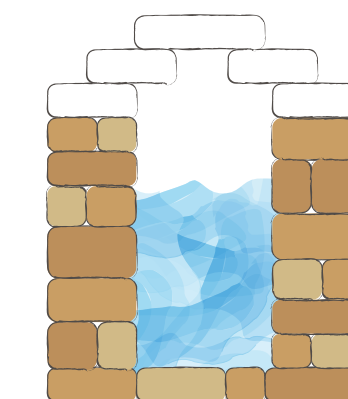
Specus de dintel plano



Specus apuntado

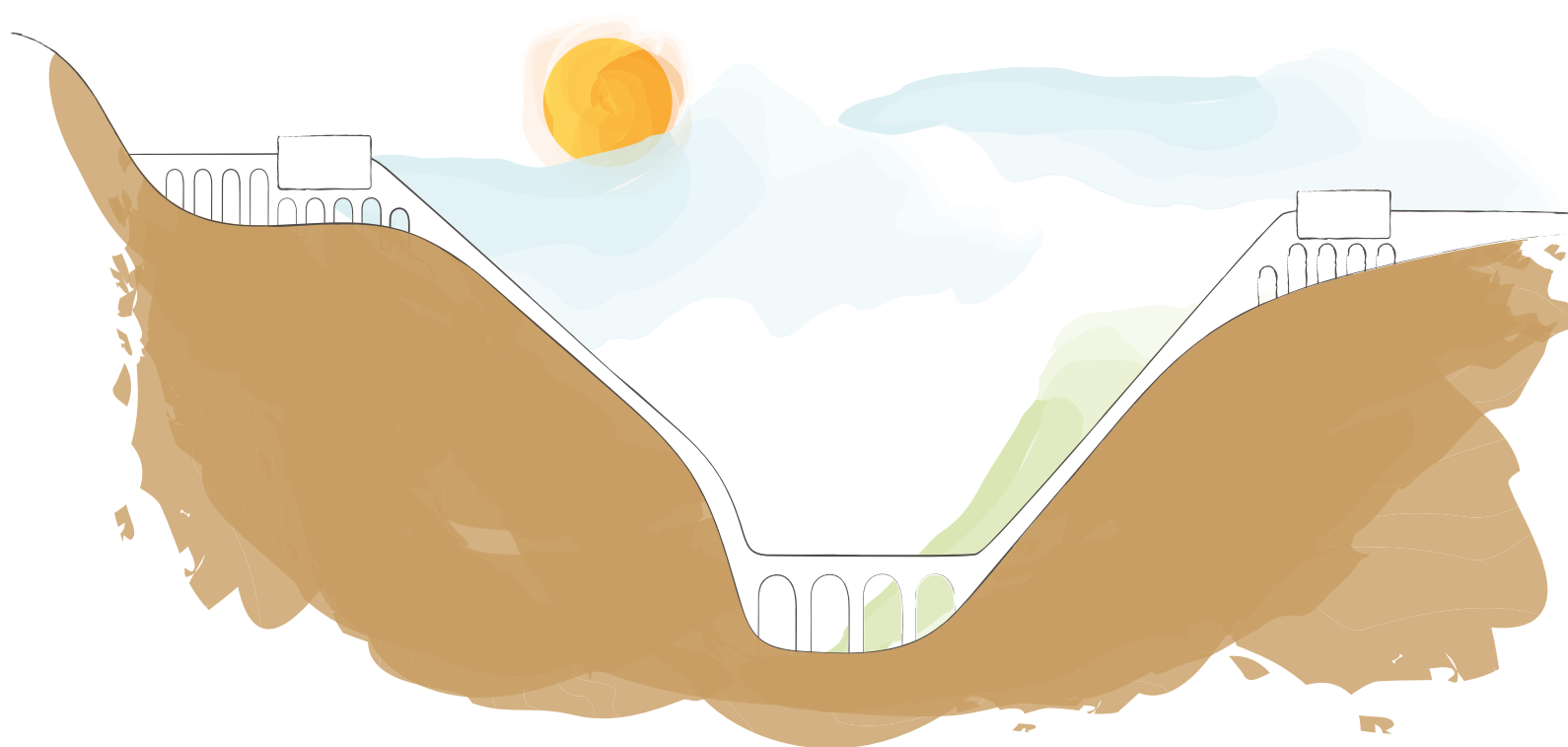


Specus de falsa bóveda



Si el agua se destinaba a uso agrícola o a la minería, los romanos no empleaban tantos recursos para la infraestructura, dejando sin cubrir la canalización y no dando, por ejemplo, el tratamiento de refinado en las paredes y el fondo del canal.

En ocasiones, durante el recorrido era necesario cruzar valles. En esos casos, hacían pasar la conducción sobre un puente para mantener la pendiente adecuada. Estos **puentes-acueductos** podían tener una, dos o incluso tres hileras de arcos.



Para elevar el agua por una pendiente pronunciada idearon los **sifones**. Este sistema estaba basado en el siguiente principio: el agua encerrada dentro de un canal o tubería siempre vuelve hasta su altura de origen. Con esta premisa se construyeron canales con recorrido en forma de U. Pero antes de dejarla caer por la fuerte pendiente, el agua se almacenaba en un depósito. Como durante la caída el agua adquiría fuerza, había que reforzar los codos en las zonas donde el canal recibía más impacto.

A la hora de diseñar el sistema de abastecimiento, los romanos tenían en cuenta además la cantidad de población a la que iban a abastecer. De esta manera y en función de eso, utilizaban:

- un único acueducto, para transportar agua desde un solo manantial
- varios acueductos, para transportar agua desde varios manantiales
- un acueducto compartido para abastecer a varias ciudades o pueblos cercanos; en este caso, cada ciudad disponía de su propio depósito principal de distribución.

Aunque estas construcciones nos han dejado fascinados por su grandeza y diseño perfecto, la mayor parte de las conducciones de agua eran subterráneas y el motivo por el que se construían los arcos en los puentes básicamente era para ahorrar material en su construcción.

En la actualidad, nos referimos a esas partes elevadas con arcos como *acueductos*, pero lo que se entiende por acueducto no es sólo el puente-acueducto sino todo el tramo de conducción desde la captación del agua hasta la llegada a la ciudad.

 **Acueducto y los arcos**

Curiosidad

Cemento romano

Para dotar de resistencia y durabilidad a sus construcciones, los romanos utilizaban materiales propios de la época como piedra para los muros, puentes y acueductos o arcilla para modelar los ladrillos. Elaboraron además una masa llamada *opus caementicium*, similar al cemento, casi igual de resistente que la piedra pero más barata y, sobre todo, con más plasticidad antes del fraguado. Esta masa se elaboraba con cal, arena, agua y pequeñas piedras ligeras, en su mayoría volcánicas, llamadas puzolana.

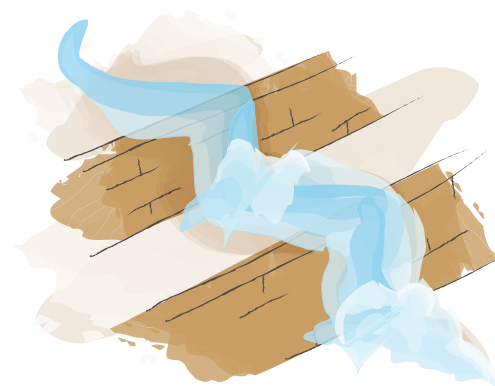
Esta masa especial hizo posible construir termas, grandes bóvedas, arcos y cúpulas que han resistido el paso del tiempo a lo largo de la historia.



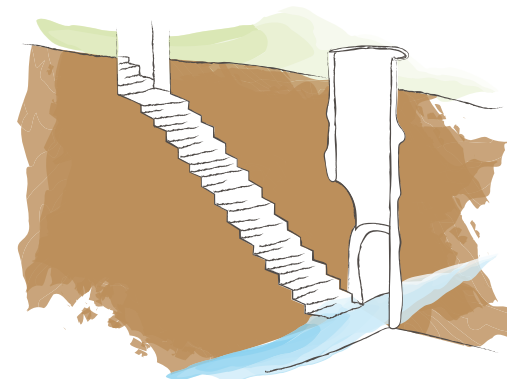
¿Por qué las construcciones romanas son tan resistentes?

Otros elementos importantes

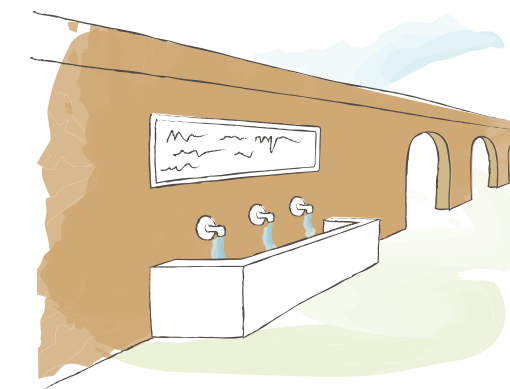
Además de construir un sistema de canales, puentes-acueductos y sifones para transportar el agua, los ingenieros romanos añadieron durante el recorrido una serie de elementos que garantizaban su buen funcionamiento, así como la adecuada calidad del agua:



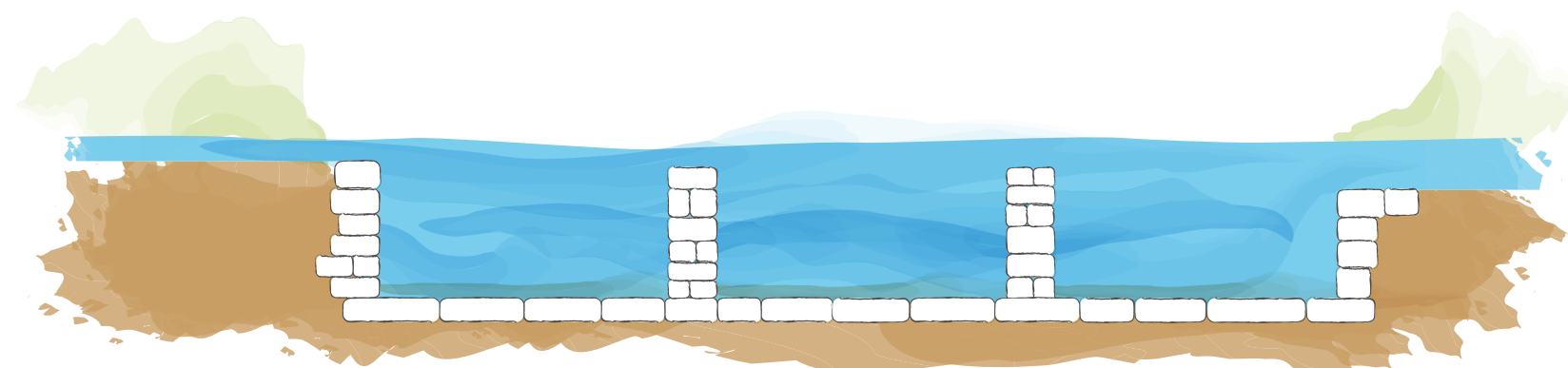
Resaltos, cascadas y escaleras para regular el caudal y oxigenar el agua.



Arquetas para inspecciones o pozos de registro (en los tramos enterrados).



Aliviaderos y desviadores por seguridad.



Desarenadores o decantadores para que las partículas de arena más pesadas y la materia que pudiera estar suspendida en el agua cayeran por su propio peso, almacenándose en los depósitos. De esta manera aseguraban su calidad y transparencia. Normalmente estaban situados antes del comienzo de la canalización y en las ciudades.



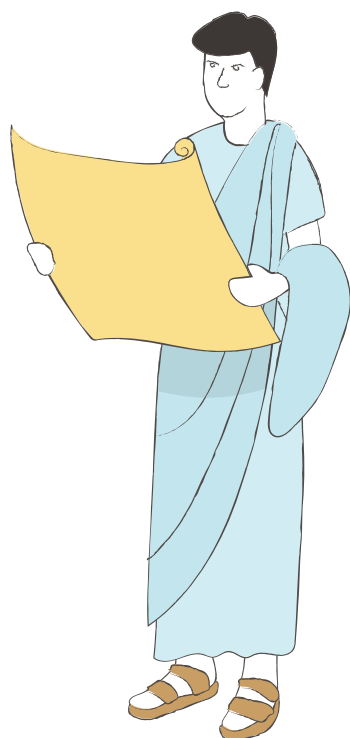
Actividad 4: Manos a la obra

Señalización

Como la mayoría de las canalizaciones romanas se encontraban bajo tierra, todas estaban debidamente señalizadas con **piedras**. En estas señales se informaba del nombre de la conducción, del emperador o

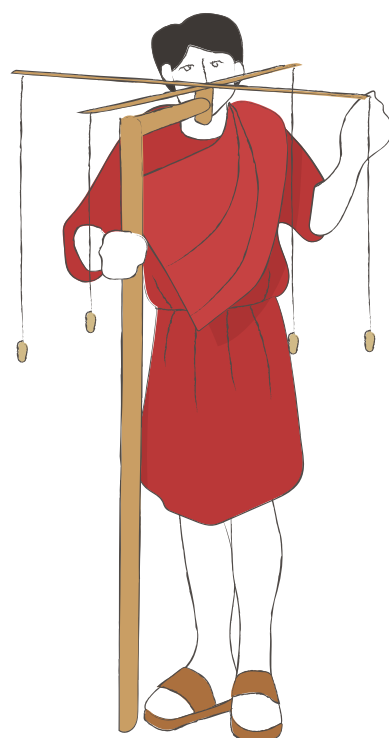
responsable de ella, del número de señal y de la distancia en pies hasta la siguiente señalización. Así podía conocerse hacia donde iba la canalización y el perímetro alrededor del cual no se podía ni edificar ni plantar árboles.

Para construir todo este complejo sistema de canales y velar por su correcto funcionamiento, existían varios oficios. Los más destacados son los siguientes:



Architectus

Encargados de diseñar, calcular y estimar el coste del acueducto



Libratores

Niveladores, topógrafos



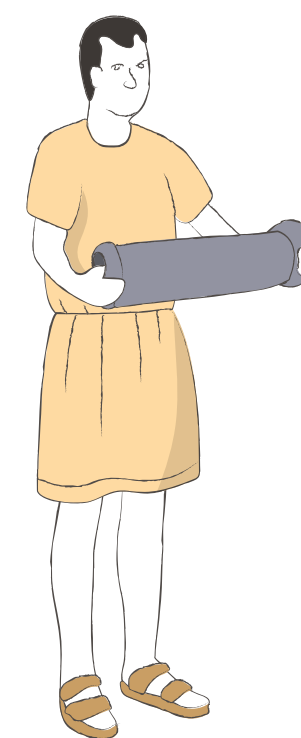
Villicus

Responsables técnicos de la construcción y mantenimiento de cada tramo de la conducción del agua por los canales, sifones y acueductos



Tectores

Trabajaban el *opus signimum* para impermeabilizar las canales



Aquarii

Fontaneros encargados de reparar las averías de la red de abastecimiento

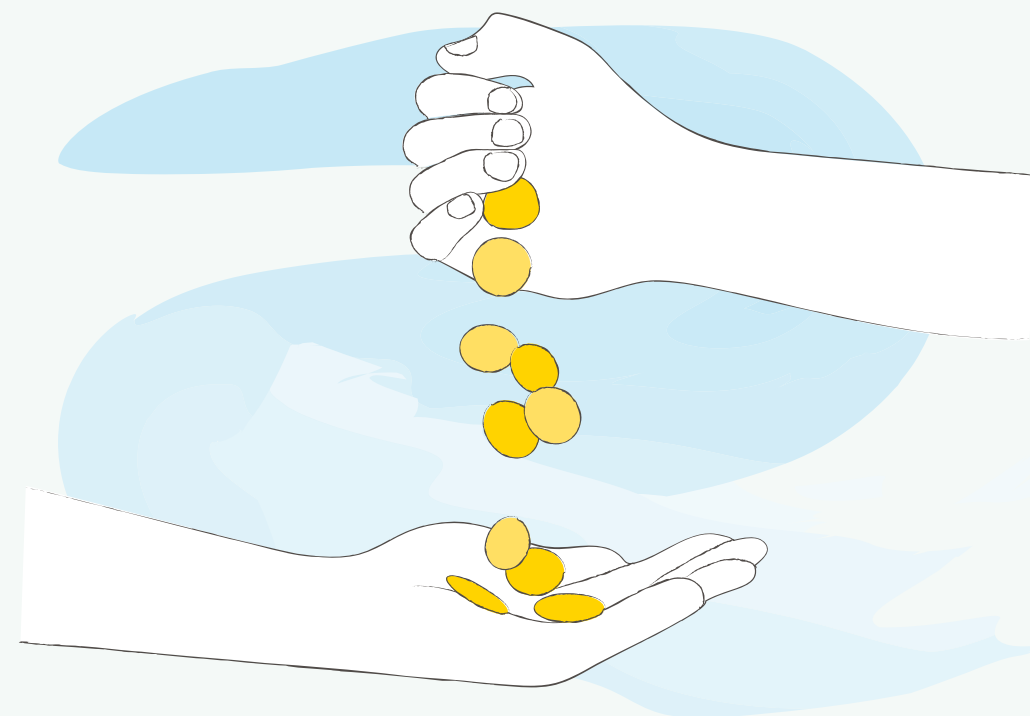
Curiosidades

Los aquarii romanos

Al igual que en la actualidad, el sistema de abastecimiento romano necesitaba de cuidados y mantenimiento para asegurar que todo funcionara bien y reparar posibles averías. A menudo había que limpiar los canales para que no se obstruyeran o revisar los depósitos de decantación donde se acumulaban las impurezas que llevaba el agua. Así se garantizaba también que el agua llegaba a la ciudad con la misma calidad con la que salía del manantial.

Todas estas tareas las realizaban los aquarii (fontaneros), personal muy numeroso dado los kilómetros que en ocasiones tenía la red de agua.

Además de las tareas de mantenimiento, los aquarii supervisaban que nadie sustrajera el agua de manera ilegal durante el recorrido a la ciudad, pero en ocasiones eran sobornados. Esta práctica se generalizó hasta el punto de que llegó a denominarse 'el fraude de los aquarii'.



Otras construcciones romanas

Para desplazarse de una ciudad a otra a lo largo de su gran imperio, los romanos utilizaban una red de calzadas que comunicaban todas las regiones y provincias. En ocasiones, esas calzadas necesitaban cruzar ríos o desniveles, para lo que los ingenieros romanos construyeron robustos y resistentes **puentes**.

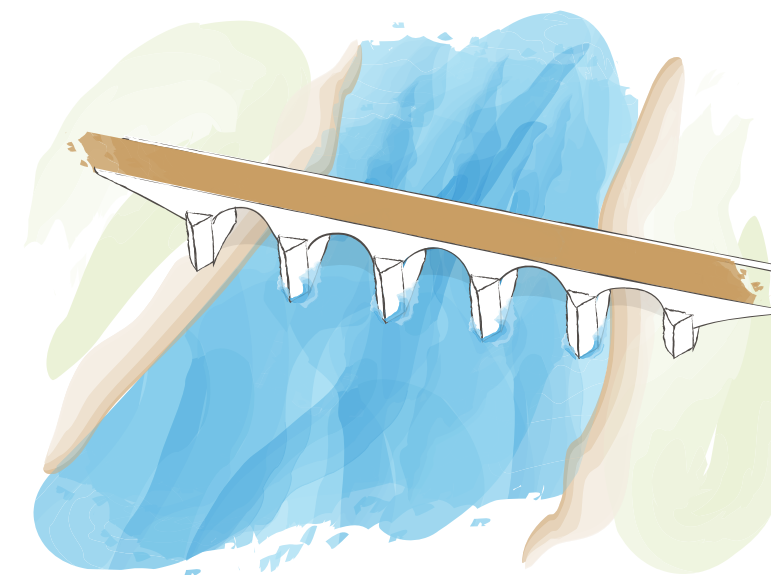
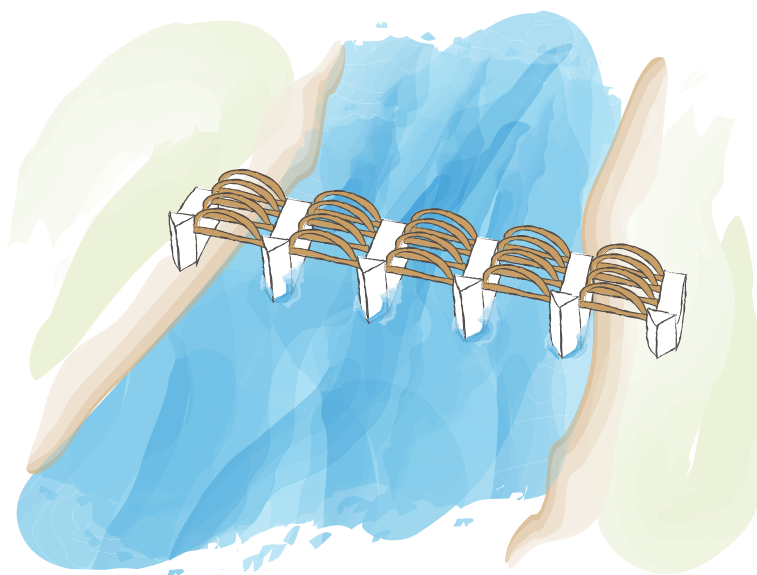
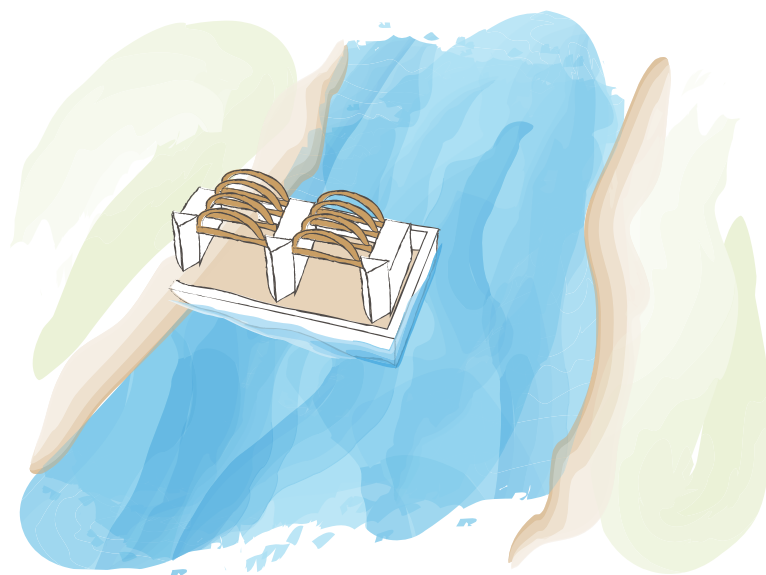
Para construir un puente era necesario el conocimiento y el trabajo de ingenieros, topógrafos, canteros, carpinteros, obreros y, por supuesto, miles de esclavos.

Primero, los ingenieros y topógrafos buscaban el terreno adecuado para soportar el peso del puente. Luego, los canteros extraían bloques de piedra de canteras cercanas y los llevaban a esas zonas y, con grúas movidas por esclavos, los elevaban a la altura necesaria.

Pero para poder construir el puente necesitaban disponer de un espacio sin agua donde trabajar y comenzar a construir los cimientos. Para ello, en lugar de desviar el cauce, construían **ataguías**.

Estas estructuras consistían en un rectángulo de dos muros de contención doble hechos de troncos. El espacio entre los dos muros se llenaba con arcilla para impermeabilizarlo. Después vaciaban el agua del interior de la ataguía utilizando un tornillo de Arquímedes. Una vez sin agua, se comenzaba a construir la base sobre la que después se sustentarían los pilares.

Uno de los extremos de los cimientos del puente tenía forma triangular y estaba enfrente a la corriente para oponer menos resistencia al paso del río.



Sobre los cimientos se elevaban los pilares de piedra y encima se construían las cimbras de madera. Sobre ellas se colocaban las dovelas (piedras), dando forma a los **arcos de medio punto** típicos de las construcciones romanas sin utilizar ningún tipo de cemento.

Una vez terminados los arcos se construía la calzada, que se rellenaba con materiales sueltos de la zona.

En ocasiones, los romanos utilizaban también los acueductos de dos arquerías como puentes, una como calzada y la otra para el transporte del agua.

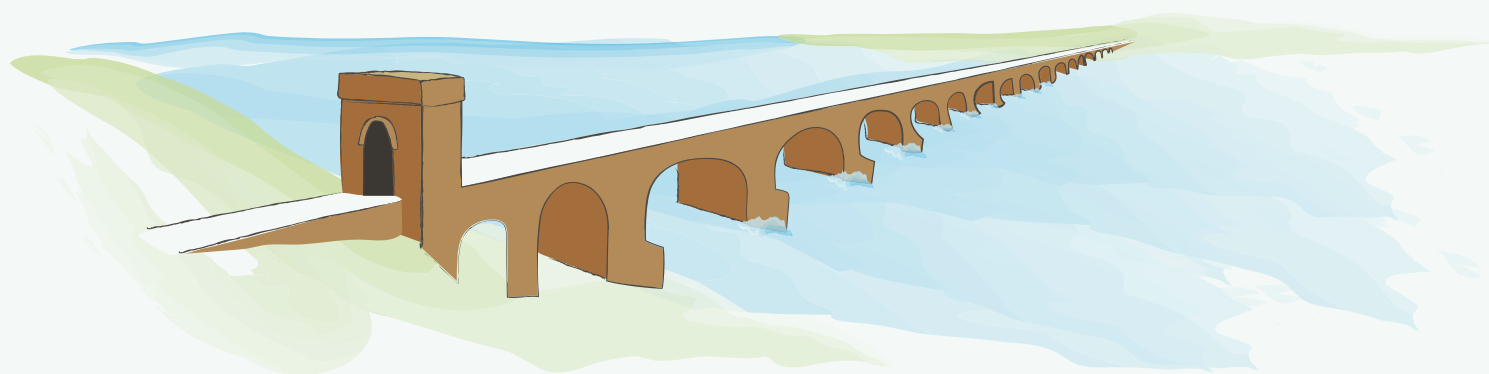


Cómo se construye un puente

Curiosidad

El puente de Trajano

El puente romano más impresionante por sus dimensiones y por el poco tiempo que se tardó en construir fue el puente de Trajano, llamado así en honor del emperador que lo mandó levantar.



En el año 103 d. n. e., para conquistar la Dacia (lo que actualmente es Rumanía), los romanos tenían que atravesar el río Danubio, por lo que Trajano mandó construir un puente que uniera las dos orillas.

El puente alcanzó 1135 metros de largo y 19 metros de altura sobre el nivel del río. Tenía 20 arcos de madera de 52 metros cada uno que reposaban sobre pilares de 20 metros de lado y 45 de alto. Para poder cruzar el puente, en cada extremo del río era necesario atravesar una fortificación llamada castrum.

Durante más de 1000 años fue considerado el puente más largo jamás construido.



ACTUALIDAD

Las huellas del Imperio

En su época de mayor esplendor, las fronteras del Imperio romano alcanzaron el norte de Europa, Asia y las costas orientales de África. Fruto de esa expansión, hoy en día quedan vestigios romanos en 3 de los 5 continentes. Son muchos los restos de infraestructuras romanas repartidas a lo largo de los territorios del antiguo Imperio, no obstante, vamos a destacar los acueductos por su relación con el agua.

Si antiguamente eran protagonistas por la importante función que cumplían, los acueductos siguen siendo referentes actuales al actuar como focos de atracción turística de la región en la que se encuentran. Por todos son conocidos el acueducto de Segovia o el de Ferreres en Tarragona, por poner unos ejemplos, sin embargo hay otros acueductos, también dignos de admirar, situados en otros países. Veamos 3 ejemplos.



Acueducto de Nîmes. Francia

En el sur de Francia, los romanos construyeron un impresionante acueducto de 52 kilómetros de longitud, en su mayoría soterrado, para abastecer de agua a la ciudad de Nîmes. A lo largo de su recorrido tuvo que salvar distintos desniveles, uno de los más importantes el cañón del río del Gard. Para ello construyeron el puente-acueducto del Gard, de 49 metros de altura y 360 metros de longitud, que data del siglo I d. n. e. Hoy en día este puente-acueducto es uno de los 5 puntos más visitados de Francia.

Acueducto de Zaghouan o Cartago. Túnez

Construido bajo el mandato de Adriano, este acueducto, que tiene una longitud total de 132 kilómetros, 17 de ellos en arquería, transportaba las aguas de las fuentes de Zaghouan a Cartago. El acueducto tenía asociado el “Templo de las Aguas”, que albergaba 13 estatuas. La número 13 correspondía a la divinidad protectora de la fuente.

Acueducto de Aspendos. Turquía

Lo que destaca de este acueducto de 19 kilómetros es su sifón invertido de 1670 metros de longitud que atravesaba una zona pantanosa. Esta pieza es única en el mundo romano, tanto por su estado de conservación como por estar dividida en tres puentes separados por dos torres donde el agua subía y bajaba; actualmente conserva sus 30 metros de altura.



CAPÍTULO 5

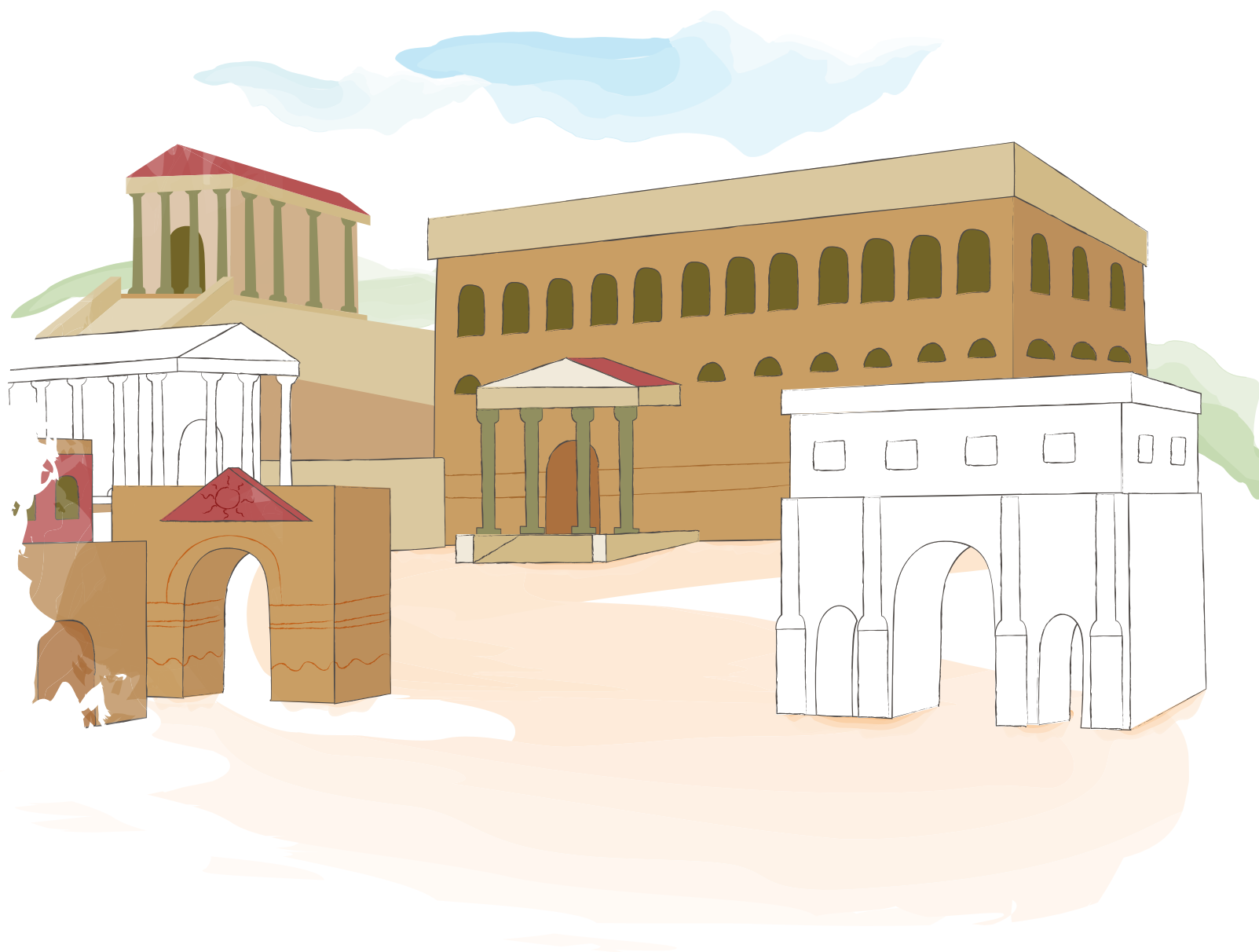
El *aqua* en las ciudades romanas

Ya en el siglo III a. n. e., los romanos superaron el reto de garantizar el abastecimiento de agua a una población, Roma, que llegó a alcanzar un millón de habitantes. Ninguna otra ciudad creció tanto hasta casi 1800 años después. Por eso el abastecimiento de agua de las ciudades romanas, y en concreto de Roma, es considerado como el proyecto de ingeniería hidráulica más grande del mundo.

Y por si eso fuera poco, construyeron además un sistema de alcantarillas capaz de evacuar toda esa agua de las ciudades.



El agua en la *civita*



En la época del Imperio, las ciudades eran el centro de la actividad política, administrativa, cultural, social y religiosa. A ellas acudían diariamente campesinos, comerciantes y vendedores de todas partes que hacían de sus calles un hervidero de gente y bullicio.

A lo largo y ancho del imperio se construían ciudades siguiendo un mismo patrón. Todas estaban rodeadas por una **muralla** que las protegía. Todas disponían de los mismos elementos básicos:

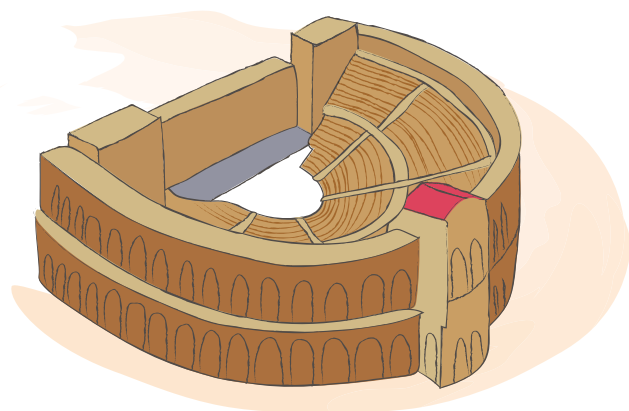
- Infraestructuras que hicieran de la ciudad un lugar cómodo (calles empedradas, aceras y agua en abundancia).
- Condiciones higiénicas (cloacas y baños).
- **Mercados** que garantizaban el abastecimiento.
- Edificios destinados al ocio y la cultura.

En cuanto a su disposición, estaban atravesadas por dos calles principales en direcciones norte-sur (*cardo*) y este-oeste (*decumano*). En el cruce de estas dos calles se encontraba el centro de la ciudad, donde se ubicaba el **foro**, que funcionaba como plaza pública o espacio de reunión y era el lugar más importante.

Los romanos acudían al foro diariamente para realizar diferentes actividades cotidianas o simplemente para intercambiar ideas, ya que era el lugar donde estaban los edificios públicos más relevantes:

- El **templo** donde iban a rezar.
- La **curia** donde se reunía el senado.
- La **basílica** donde se gestionaban los temas administrativos.
- El **tribunal** de justicia.

En las inmediaciones del foro se ubicaban los talleres de artesanos y todo tipo de tiendas.

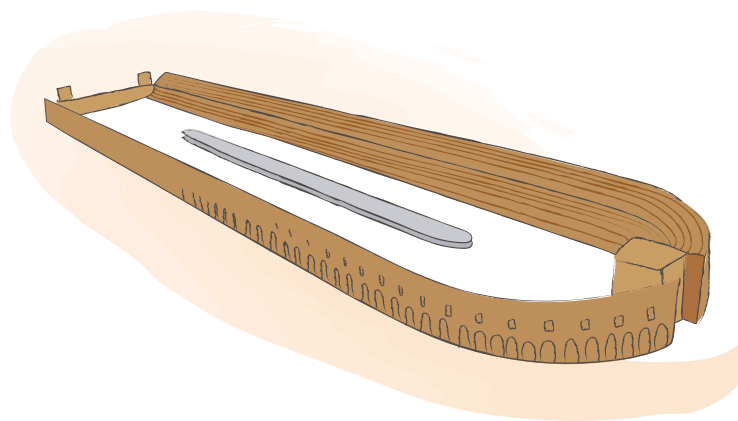


Teatro

Utilizado para representaciones de obras teatrales griegas y romanas.

Además de dedicarse al comercio y a las luchas, los romanos disfrutaban del ocio de forma intensa. Uno de sus pasatiempos preferidos era acudir a todo tipo de espectáculos, en muchas ocasiones de carácter violento. Para este fin se construyeron **circos, teatros y anfiteatros**.

Estos espectáculos gratuitos atraían a miles de personas que se desplazaban a las ciudades. En ocasiones se producían avalanchas y había gente durmiendo en las calles, haciendo peligrar la salubridad de la población.



Circo

Lugar donde se celebraban carreras de carros y de caballos y otros espectáculos hípicos. Estos tipos de actos eran los preferidos por los romanos. En el Circo Máximo de Roma cabían hasta 225 000 personas.

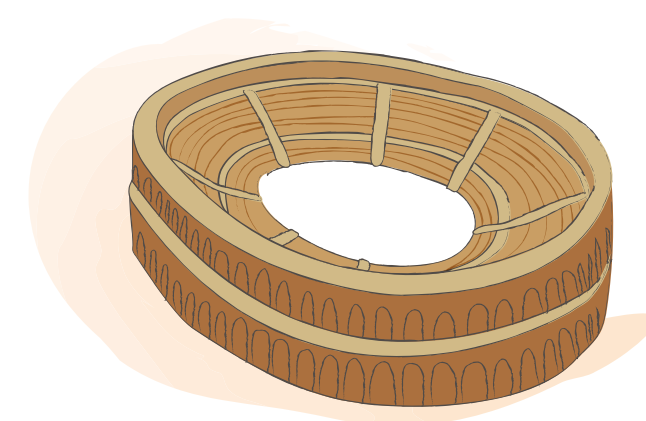
Incluso se creía que alguna de las epidemias de peste que sufrió la ciudad pudo deberse a las aguas utilizadas para las representaciones de batallas navales, que después quedaban estancadas.



La ciudad romana



La ciudad de Pompeya



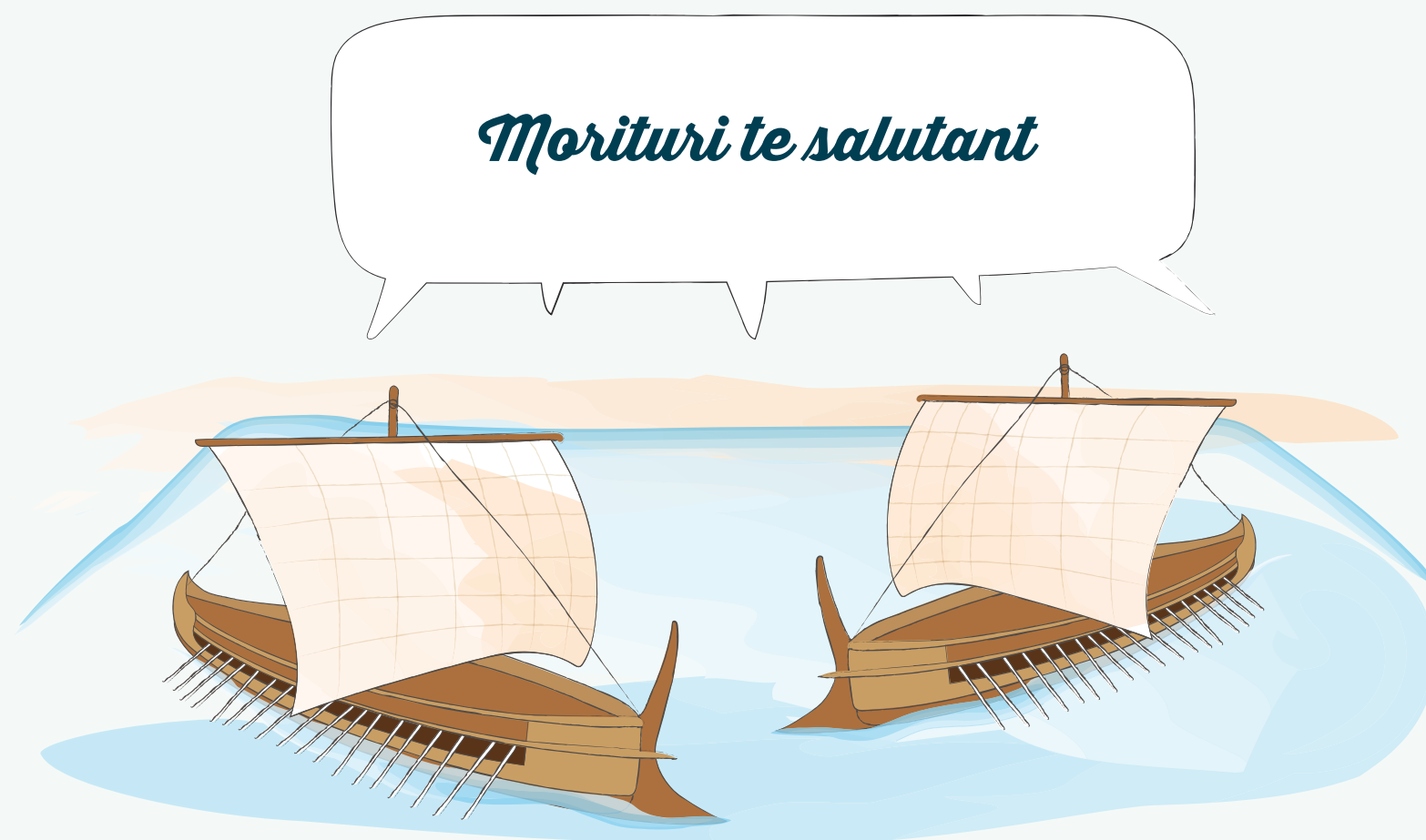
Anfiteatro

Exclusivo de la época romana. Se destinaban a espectáculos con animales exóticos (rinocerontes, elefantes, cocodrilos, panteras, etc.), de carácter religioso, o de lucha de gladiadores.. El más importante fue el Coliseo de Roma, con capacidad para 50 000 espectadores.

Curiosidad

Naumaquia

En el año 46 a. n. e., además de los espectáculos de gladiadores y bestias, Julio César ofreció a su pueblo la recreación de batallas navales para conmemorar importantes victorias como las acontecidas en el mar Mediterráneo por sus temibles naves. Para ello se construyó en las cercanías del Tíber una piscina de grandes dimensiones, ya que tenían que navegar en ella réplicas de los trirremes y quinquerremes romanos. Además de contar con un gran número de naves, para poder escenificar las batallas navales eran necesarios miles de hombres que hicieran de remeros y de soldados. Fueron estos últimos los que saludaron a César con la célebre frase *Morituri te salutant* (“Los que van a morir te saludan”) que ha pasado a la historia.

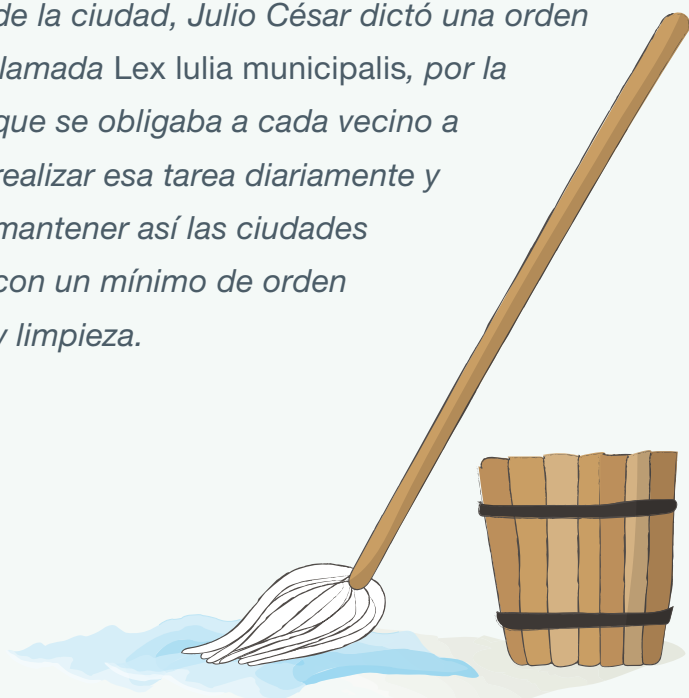


Curiosidad

Lex Iulia municipalis

En muchos pueblos todavía es costumbre que cada vecino barra y limpie su trozo de acera por las mañanas. Pues bien, esa práctica tiene su origen en la época romana.

Para mantener las condiciones de salubridad de la ciudad, Julio César dictó una orden llamada Lex Iulia municipalis, por la que se obligaba a cada vecino a realizar esa tarea diariamente y mantener así las ciudades con un mínimo de orden y limpieza.



La distribución del agua en la ciudad

Antes de que en las ciudades existiera una red de suministro de agua, los romanos se abastecían de dos formas: con pozos para extraer agua subterránea o con depósitos que almacenaban el agua de la lluvia.

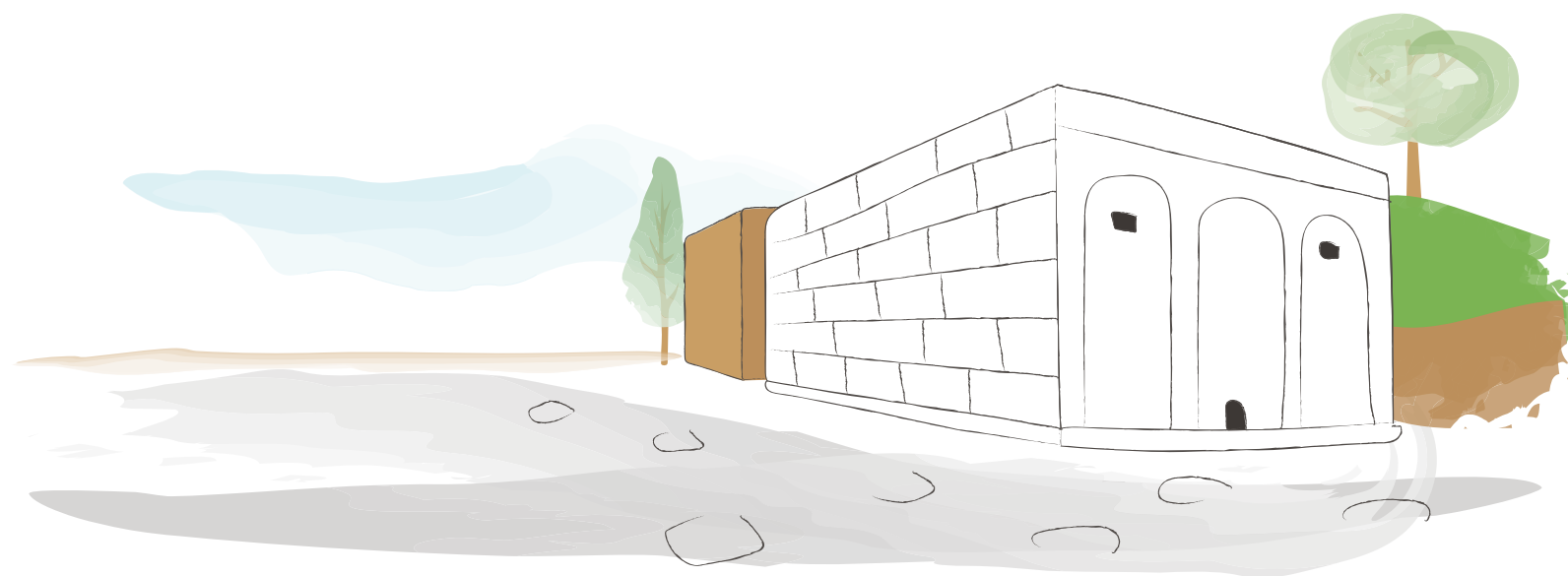
A medida que la población fue creciendo en las ciudades, fue necesario disponer de agua en cantidad y de forma continua. Para ello, como hemos visto en el capítulo anterior, los romanos construyeron los **acueductos**, que la transportaban desde lejanos manantiales preservando la calidad y frescura desde su origen. Una vez dentro de la ciudad, el agua circulaba por canales y tuberías que imitaban la desviación de un río, de manera que nunca se

detenía. Si alguien cerraba un grifo, el agua se desviaba por otra tubería y volvía a salir por otro canal.

Pero, antes de ser distribuida, el agua debía ser almacenada para garantizar un suministro continuo.

Para ello los romanos idearon unos **depósitos** llamados **castellum aquae**, que estaban ubicados generalmente a la entrada de la ciudad, junto a la muralla.

Desde el **castellum aquae**, el agua se distribuía por la ciudad por **tuberías de barro cocido o de plomo**, estas últimas mucho más largas y grandes.

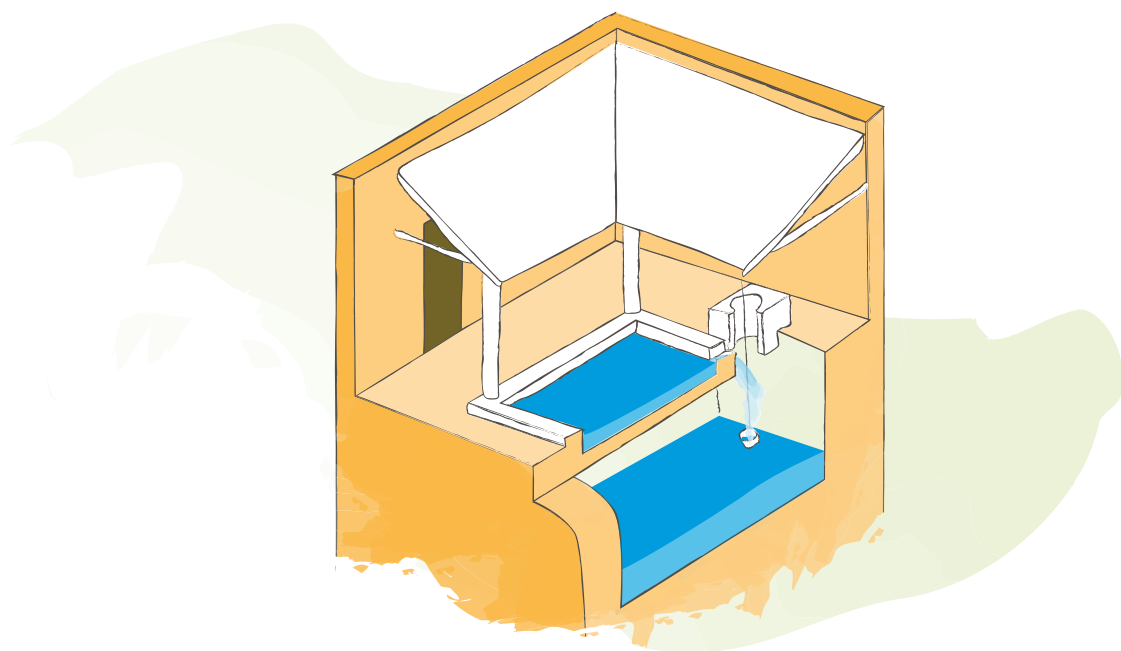


Desde el *castellum*, el agua se distribuía por la ciudad exclusivamente a fuentes públicas, edificios públicos, viviendas particulares de altos cargos o personas importantes que se la podían costear y, en caso necesario, a depósitos secundarios.

En las **domus romanas**, casas unifamiliares, la vida se realizaba de puertas adentro y disponían de un gran **patio central**, llamado *atrium*, donde recibían y atendían a las visitas. Para disponer de agua en este tipo de vivienda idearon un sistema, llamado *compluvium*, que recogía el agua de la lluvia haciéndola caer por el tejado inclinado hasta unas cisternas o *impluvium*, ubicadas en el *atrium* de la casa.



Visita virtual por una casa del s. I d. n. e. Casa Salvius en Carthago Nova



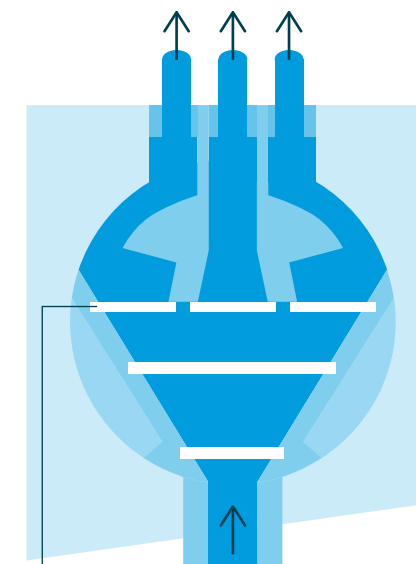
Pero no todas las casas eran *domus*. Para albergar a toda la población (familias y muchos comerciantes que vivían dentro de la muralla), se comenzaron a construir en altura casas de hasta 6 pisos llamadas **insulas**, en las que podían vivir hasta 200 personas, generalmente de clase humilde.

En estos edificios de viviendas, la parte de abajo era destinada al comercio y a tabernas y no disponían de agua.

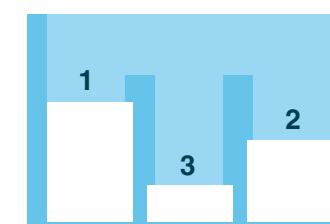
Para controlar la tarea de reparto se utilizaban los **partidores**. Inicialmente, estos partidores funcionaban de manera que el agua se distribuía según un orden de prioridad: primero a las fuentes públicas, después a los edificios públicos y, si había agua suficiente, a casas particulares.

Para regular cuánta agua iba a cada destino, las tuberías de salida de los partidores tenían diferentes diámetros, de manera que el diámetro mayor distribuía el agua al uso al que más se quería destinar. Esta unidad de medida basada en el diámetro de la tubería se llamó **quinaria** y equivalía a 5/4 de un dedo.

Salida de los circuitos de distribución

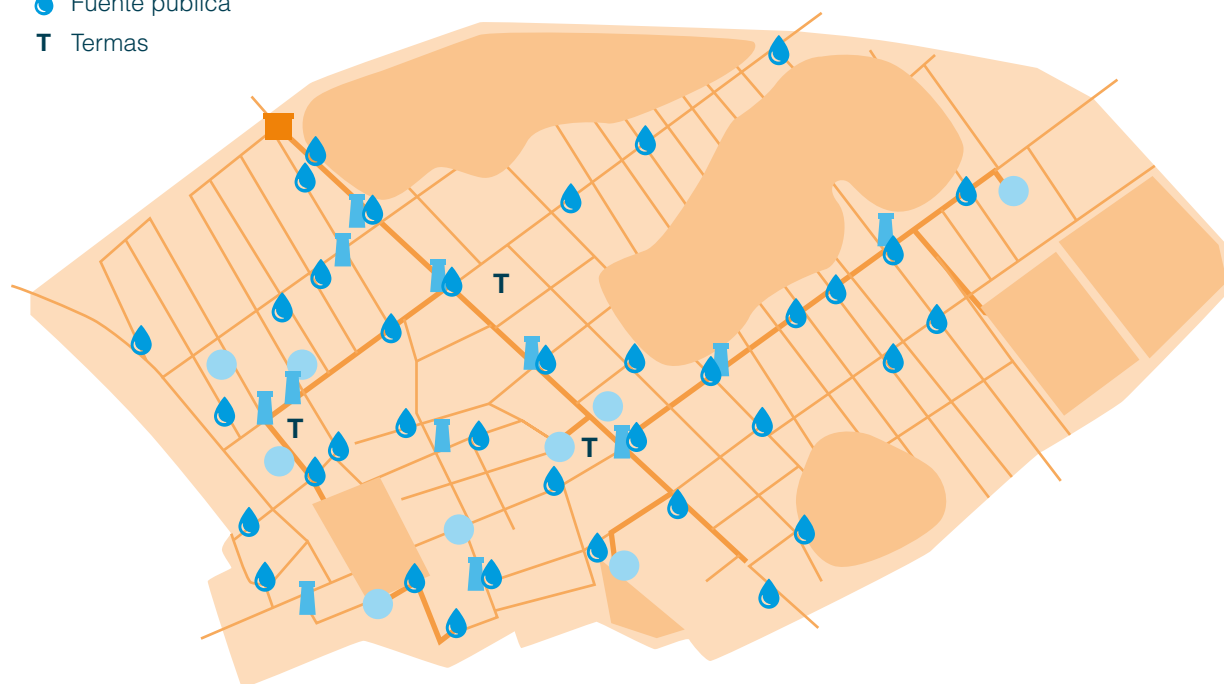


El agua pasa por particiones de alturas diferentes:



1. Fuentes públicas
2. Edificios públicos
3. Casas particulares

- Circuito de distribución para monumentos públicos
- Calle
- Castellum
- Reserva de altura
- Torre de distribución
- Fuente pública
- T Termas



El agua en una ciudad romana: Pompeya

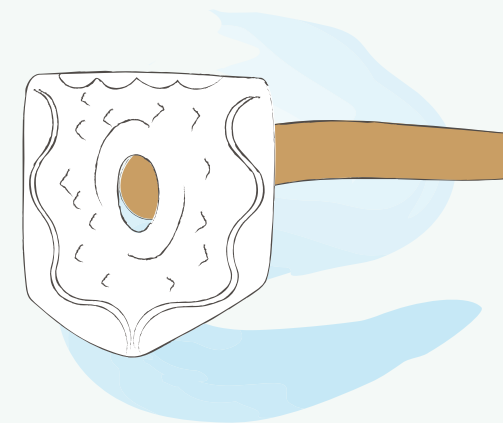
Con el tiempo se construyeron más acueductos para abastecer a las ciudades y este sistema de reparto prioritario desapareció, repartiéndose el agua por igual a toda la ciudad y pudiendo ampliar su distribución a otros usos como los cuarteles, concesiones específicas del emperador o fuentes decorativas.

Curiosidad

Evitando el fraude

Al igual que ocurre hoy, los romanos debían pagar el coste que suponía transportar el agua hasta sus viviendas. La cantidad de la que disponían o concertaban se aseguraba por el mayor o menor diámetro de la tubería de acceso, y en función de eso debían pagar más o menos.

Para evitar que los romanos pagaran menos de lo que les correspondía cambiando el calibre de la canalización, idearon el calix. Este artilugio estaba formado por una tubería unida a una carátula que se empotraba en la pared. El calix tenía una decoración concreta que hacía difícil su falsificación o manipulación.



La red de alcantarillado de la ciudad también tenía su coste. Su mantenimiento y limpieza se costeaba gracias a un impuesto pagado por los ciudadanos llamado tributum cloacarum.

La calidad del agua

Para garantizar un suministro de agua constante y de calidad, fue necesario contar en las ciudades con los siguientes elementos:

- **Piscina limaria** (depósitos-desarenadores), para eliminar las posibles arenas y sólidos arrastrados en el agua antes de su distribución por la ciudad.
- **Aliviaderos**, que dejaban correr el agua de forma continua para mantener el caudal adecuado; en ocasiones, las fuentes públicas hacían esa función y manaban agua ininterrumpidamente.

Cuando era necesario abastecer de agua a las ciudades que estaban situadas en la cima de una colina y esta no podía llegar hasta allí desde el manantial por gravedad, se bombeaba a depósitos ubicados en las zonas más elevadas de la ciudad, por ejemplo con una **noria**.

El abastecimiento de la ciudad de Roma

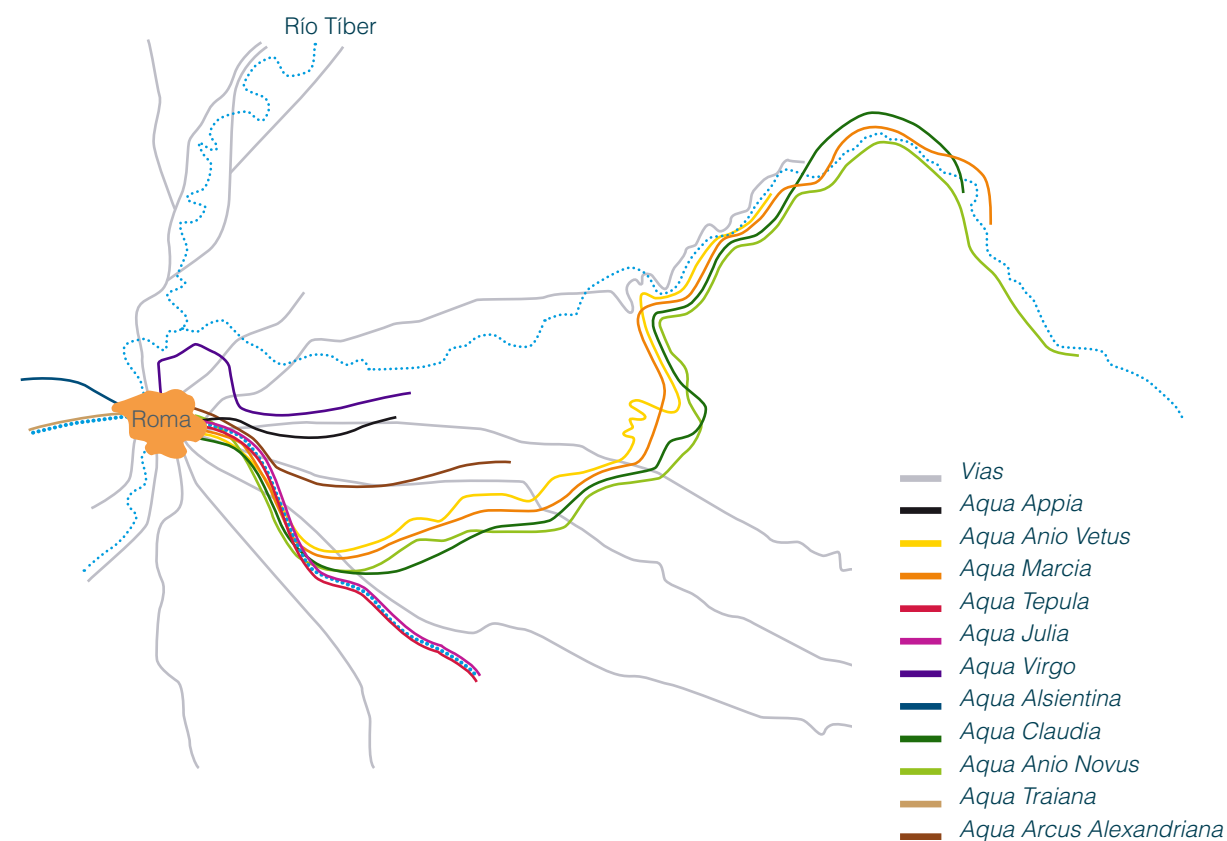
Roma fue conocida como ‘la ciudad del agua’ y, como refleja el dicho, no se construyó en un día. Esta última frase es aplicable también a la construcción del sistema de abastecimiento de agua potable de la ciudad, que duró varios siglos.

Al mismo tiempo que Roma crecía en esplendor, los emperadores realizaban innumerables obras de ingeniería hidráulica, lo que permitió a la ciudad mantener su estatus hasta el año **537 d. n. e.**, en el que los acueductos dejaron de utilizarse.

Al igual que el resto de ciudades romanas, Roma se surtía del agua de la lluvia o de pozos hasta que en el año 312 a. n. e., bajo el mandato de **Apio Claudio**, comenzaron a realizarse las primeras obras para su abastecimiento. En ese momento se construyó

el primero de los **11 acueductos** que acabarían suministrando agua a esta gran urbe. Este primer acueducto, de 16 kilómetros de longitud, recibió el nombre de *Aqua Appia* en honor de dicho emperador.

Años más tarde, en el año 144 a. n. e., se construyó el acueducto *Aqua Marcia*, de 99 kilómetros, 16 de los cuales fueron elevados sobre el terreno. Con este acueducto se consiguió llevar a la ciudad 140 000 metros cúbicos de agua al día.



Las aguas que llegaban a la ciudad procedían de manantiales excepto en los siguientes casos:

- *Aqua Alsietina*, que tomaba el agua de un lago y se destinaba a la naumaquia o al riego, salvo que fuera imprescindible su uso para el consumo.
- *Aqua Vetus* y *Anio Novus*, que captaban el agua del río Aniene.

La perfección en el sistema de abastecimiento de agua de Roma fue tal que, con 9 acueductos, llegó a recibir en torno a 1 500 000 metros cúbicos de agua limpia y fresca diariamente. Y según fuentes de la época, se estima que en ese momento cada romano llegó a disponer de unos **370 litros** de agua **al día**.



Finalmente, se calcula que de los 507 kilómetros de acueductos, 434 eran subterráneos, 15 en superficie y 59 estaban elevados con vistosas arquerías. Una gran obra de ingeniería que hoy en día sorprende por su magnitud, calidad y eficacia.

Además de para el consumo, en Roma eran necesarios miles de litros de agua para el funcionamiento de instalaciones en las que este recurso era fundamental: **baños** y otros servicios públicos y **termas imperiales**. Por eso no es de extrañar que fuera necesario disponer de más 1 000 000 de metros cúbicos de agua al día para poder cubrir toda esa demanda.



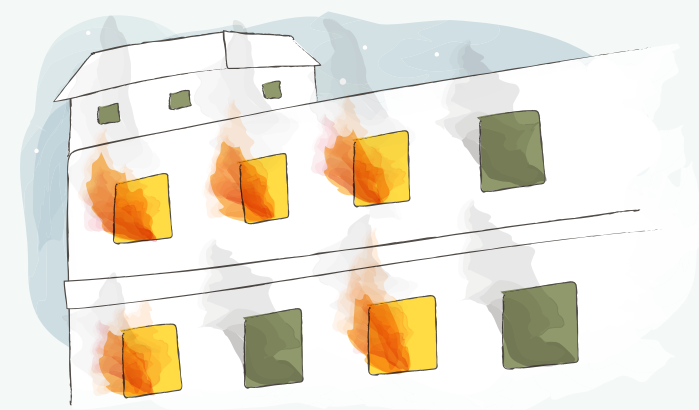
Roma 320 d. n. e.

Curiosidad

¿Y si hay un fuego?

En la ciudad de Roma eran frecuentes los incendios en las viviendas, ya que los arcos de los techos estaban contruidos de madera y para calentar las viviendas los romanos utilizaban, entre otros sistemas, los braseros.

Para luchar contra los incendios, los romanos crearon un cuerpo formado tanto por policías como por bomberos –llamado cohortes vigilum– que por la noche se dedicaban a vigilar las calles y a sofocar los fuegos si era necesario.



El saneamiento en la *civita*

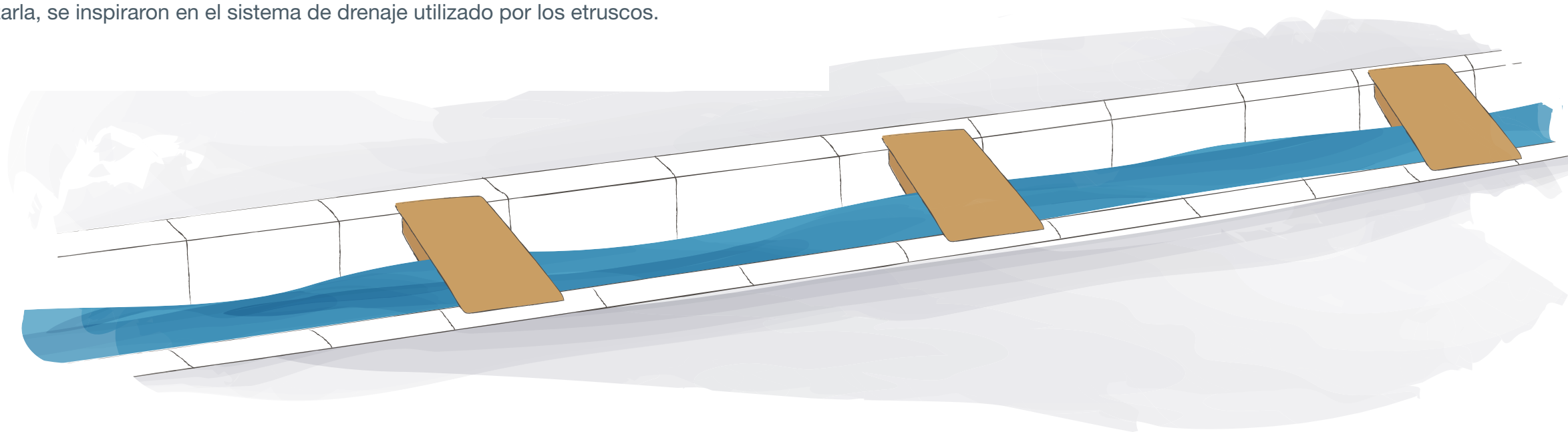
Los romanos resolvieron también el problema del saneamiento urbano, ideando un sistema de **cloacas** que se sigue utilizando hoy en día en muchas ciudades del mundo.

Cuando en las ciudades aún no existían sistemas de evacuación de las aguas residuales o el alcantarillado, estas corrían por las calles generando un olor insoportable, pues los romanos tenían la costumbre de arrojar sus desperdicios por las ventanas. Mientras tanto, con ayuda de **las aceras o de piedras**, conseguían caminar por una zona elevada y seca y la lluvia era la encargada de arrastrar toda esa suciedad de las calles.

La construcción de la primera red de alcantarillado romana tuvo lugar en la ciudad de Roma. Fue un proyecto que se realizó por fases a lo largo de varios siglos y, para realizarla, se inspiraron en el sistema de drenaje utilizado por los etruscos.

A finales del reinado de **Tarquino el Soberbio**, último rey etrusco, comenzaron las primeras obras. En una primera fase, para eliminar el agua que discurría por las colinas y se acumulaba en los valles, los romanos construyeron grandes zanjas a lo largo de cada valle. Como si de un río se tratara, el agua corría por esas zanjas hasta la desembocadura del Tíber.

En una segunda fase, estas zanjas se reforzaron con maderas en sus laterales y se cerraron por arriba hasta que, en una tercera operación, se reforzaron con bóvedas de cañón y de piedra, llegando a tener una altura de entre 2 y 10 metros.

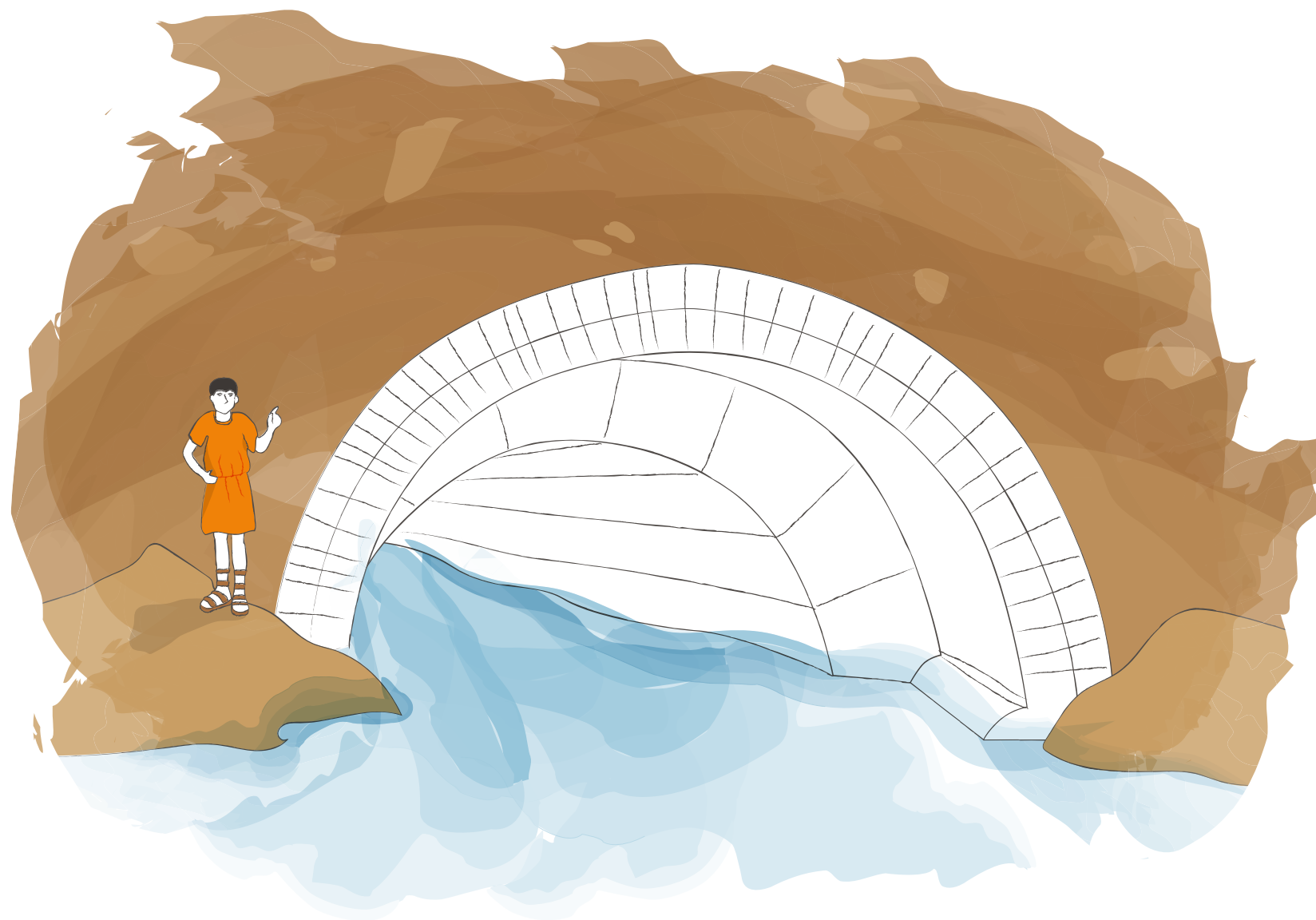


El trabajo de construcción de las cloacas era considerado muy duro, por lo que lo solían realizar **presos o esclavos**, y era tan desagradable que, en ocasiones, estos se suicidaban para evitar realizarlo.

La dimensión de esta red de alcantarillas era tal que los romanos utilizaban barcas para moverse por su interior y poder realizar las tareas de inspección y mantenimiento.

Años más tarde, bajo el mandato de Julio César, en el año 33 d. n. e., los ingenieros romanos idearon cómo evacuar, además de las aguas pluviales, las aguas residuales de la ciudad. Para ello se creó un sistema de **canales subterráneos** en las principales calles de la ciudad, comunicados entre sí, donde se recogían todas las aguas residuales.

Este primer sistema de saneamiento realizado por los romanos, llamado **Cloaca Máxima**, que significa ‘alcantarilla mayor’, llegaba hasta el Tíber desde el foro recorriendo una distancia de unos 800 metros y estaba separado de la red de abastecimiento de agua.



Actividad 5: Saneando la ciudad



Otras cloacas

Con el tiempo, en Roma se fueron construyendo otros ramales o cloacas que también recogían las aguas residuales de otras zonas de la ciudad y las vertían al Tíber, como la denominada *del Circo Máximo* debido a que pasaba muy cerca de ese recinto.

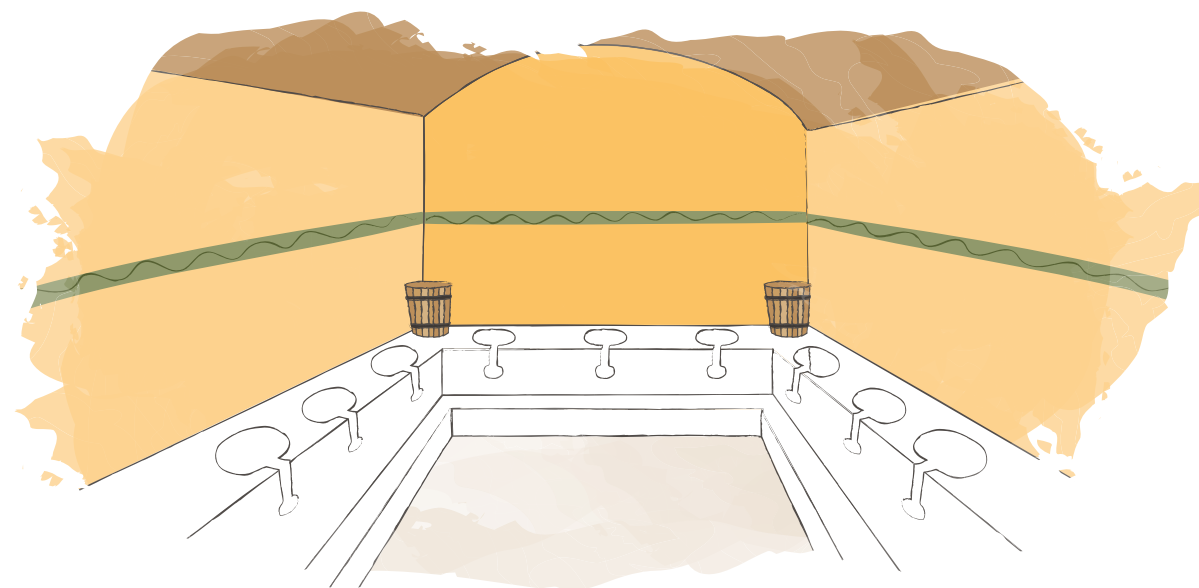
En total, Roma llegó a disponer de **4 cloacas**, la Cloaca Máxima y otras 3 de mayor longitud que recogían las aguas residuales de los diferentes barrios de la ciudad y las vertían al Tíber, aguas abajo de la zona de vertido de la *Cloaca Máxima*.

Este sistema de alcantarillado se siguió utilizando incluso muchos años después de la caída del Imperio romano de occidente. Allí se vertían las aguas pluviales, las de las termas y baños públicos y las de las viviendas que disponían de la instalación adecuada.



Las latrinae

Para hacer sus necesidades, los romanos utilizaban los **aseos públicos**, llamados *latrinae*, distribuidos por la ciudad. Estos aseos estaban comunicados con las alcantarillas, donde iban a parar los residuos que se generaban.



Los aseos eran mixtos y los romanos hacían sus necesidades sentados a lo largo de un banco donde no existía ningún tipo de separación para preservar su intimidad.

Aunque en las *domus* sí existían retretes comunicados con las alcantarillas, en los barrios más humildes se utilizaban ánforas o grandes jarrones para recoger la orina.



Los oficios del agua

Para que un sistema tan complejo de abastecimiento de agua y saneamiento de la ciudad funcionara, se necesitaban personas que desempeñaran varios trabajos y oficios:

Curator aquarum

Funcionario público encargado de la conservación del sistema de abastecimiento de agua de la ciudad.

Curator cloacarum

Funcionario encargado de la conservación de las cloacas; el trabajo de limpiarlas correspondía a criminales condenados.

Villicus plumbi

Responsables de la construcción y mantenimiento del sistema de agua en el interior de la ciudad.

Aquarii

Fontaneros encargados de reparar las averías de la red de abastecimiento.

Plumbarii

Especialistas en conducciones de plomo.

Cohortes vigilum

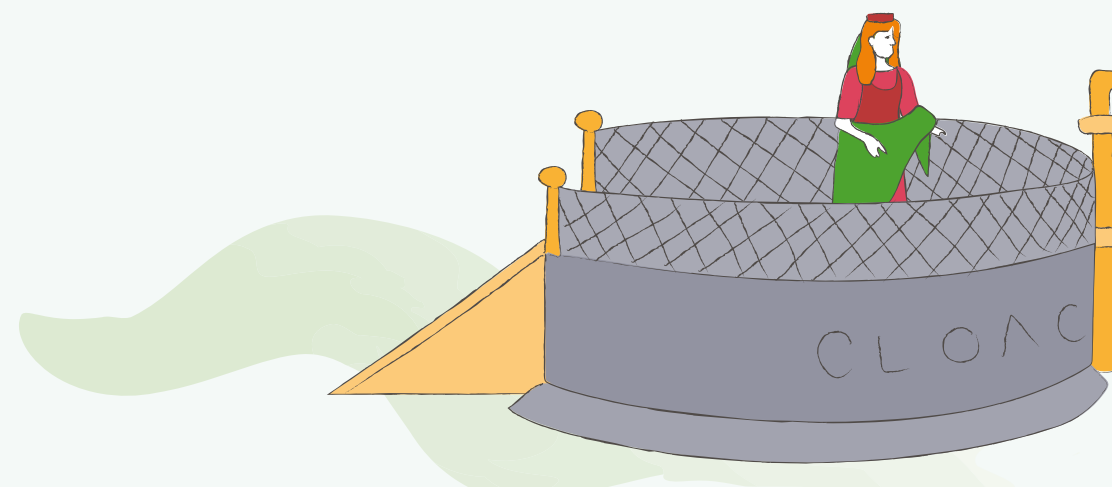
Vigilaban las calles por las noches y actuaban como bomberos en el caso de que se produjera algún fuego.

Curiosidad

La diosa de las alcantarillas

Los romanos daban tal importancia a las cloacas y a la limpieza de la ciudad que en su religión había espacio para una diosa de las alcantarillas, a la que llamaban Venus Cloacina.

Esta diosa tenía su propio santuario en el foro. Allí, el 1 de abril de cada año se la adoraba con un ritual en el que las mujeres se bañaban en agua de mirto. Este santuario fue plasmado incluso en los denarios (monedas) utilizados en el año 42 a. n. e., donde se podía ver la inscripción cloacinae en la base del templete.



Ocio y negocio: termas y baños públicos

Además de los edificios públicos y de ocio ya comentados, existían en Roma otros lugares muy frecuentados por los romanos donde, además de relajarse y asearse, tenían lugar encuentros sociales: las termas y los baños públicos.

En la sociedad romana siempre hubo clases. Una parte de sus habitantes, llamados **ciudadanos**, podían votar y ser votados, ser propietarios y casarse.

Entre ellos se encontraban senadores, magistrados, patricios, militares y personas más humildes llamados la plebe. Las mujeres libres, los libertos y esclavos eran considerados **no ciudadanos** y, por tanto, no podían ejercer ninguno de los derechos anteriores.

Aunque en la antigua Roma no todas las personas eran iguales, en las termas y baños públicos no había distinciones y todo el mundo podía entrar en ellos.

En las termas, los romanos podían disfrutar de las comodidades y actividades que allí se ofrecían, como:

- Actividades de agua, alternando **baños** fríos (en el *frigidarium*), templados (en el *tepidarium*), calientes (en el *caldarium*) o incluso de vapor (en el *laconicum*)
- Actividades deportivas y ejercicios en un espacio destinado como **gimnasio**.
- Actividades relajantes con **masajes**.
- Actividades de lectura en **bibliotecas**.



Senador

Militar

Patricio

Campesino

Artesano

Adinerada

Plebeya

Liberto

Esclavo

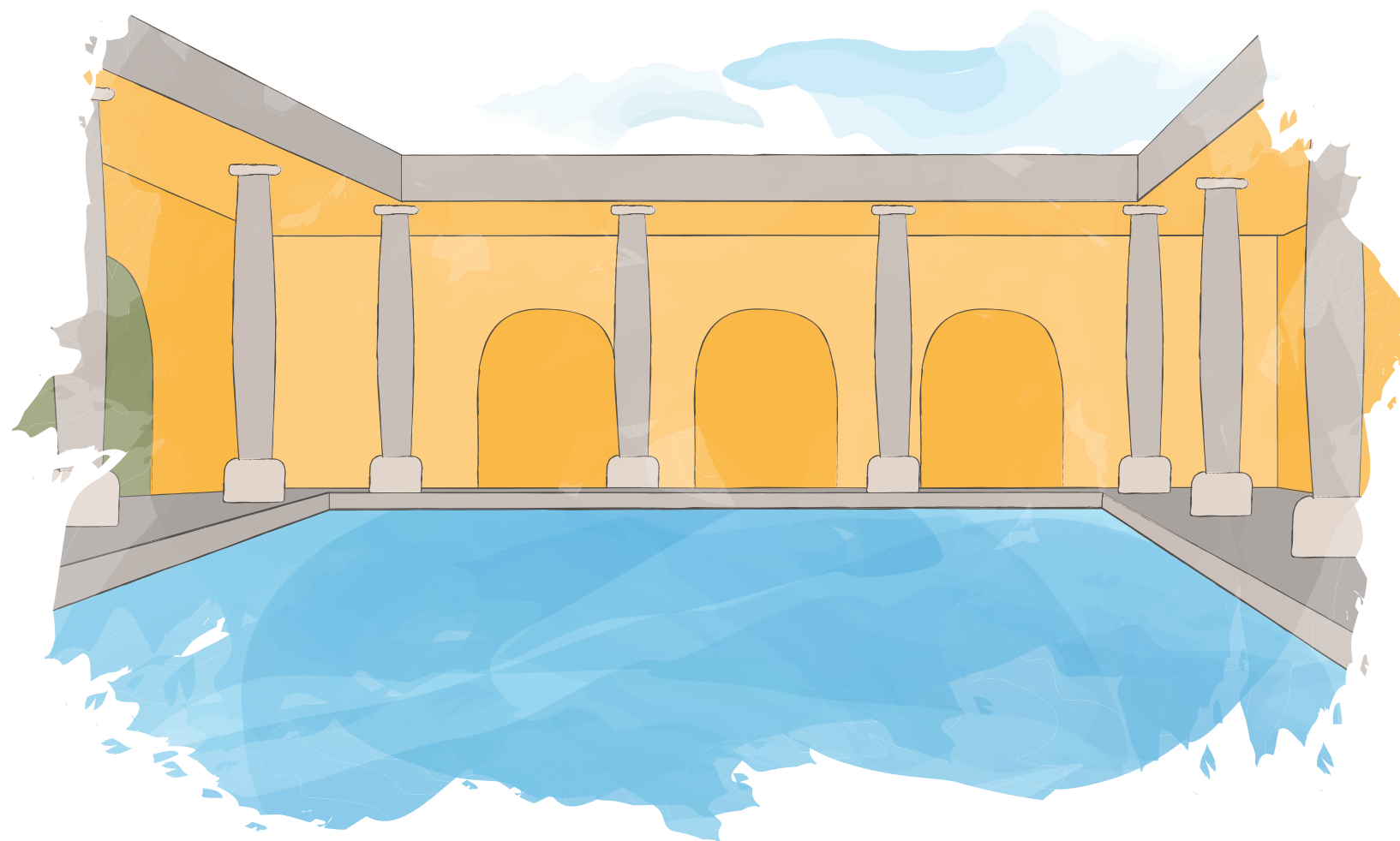
Esclava

Minoría acomodada

Plebe

Mujeres libres

*Ciudadanos**No ciudadanos*



 **Baños de Caracalla**

En estos espacios, las mujeres y los hombres estaban separados en salas diferentes o por distintos horarios de uso.

Tenían un **coste asequible**, por lo que incluso las personas con menos recursos podían permitírselo, y los niños podían entrar sin pagar. Para asearse y limpiarse, los romanos no utilizaban jabón sino **aceite**. Se untaban el cuerpo con él para luego retirarlo con una especie de espátula.

En ocasiones, estos edificios donde los romanos realizaban sus hábitos higiénicos eran mandados construir por grandes propietarios o importantes comerciantes, que donaban a la ciudad conjuntos termale. Allí los romanos aprovechaban para charlar con otros ciudadanos de su misma categoría, **cerrar negocios** y participar en juegos de mesa o levantamientos de pesas.

Hubo un momento en el que en la ciudad de Roma llegaron a existir 11 grandes termas, unos 900 baños públicos y más de 1200 fuentes ornamentales además de piscinas privadas.

Curiosidad

Las fullonicaes

En las ciudades romanas existían lavanderías donde los romanos limpiaban sus famosas togas.

En ellas la tela se lavaba en grandes pilas llenas de agua. Como no se conocía el jabón, se utilizaba tierra de batán (una especie de arcilla) y orina procedente de los baños públicos. La mezcla absorbía la grasa de los tejidos.

Los fullones –generalmente esclavos– eran los encargados de pisar las telas para favorecer su lavado.

Después, la ropa se tendía y se golpeaba con palas de madera para eliminar la humedad y estirla. Si el tejido era de lana, se ponía al sol y se peinaba.

En las lavanderías también se blanqueaban las togas quemando azufre debajo de ellas –actuaba como blanqueador– mientras se secaban.

Finalmente, antes de entregar la ropa a sus dueños, se planchaba la tela haciéndola pasar por unas prensas.

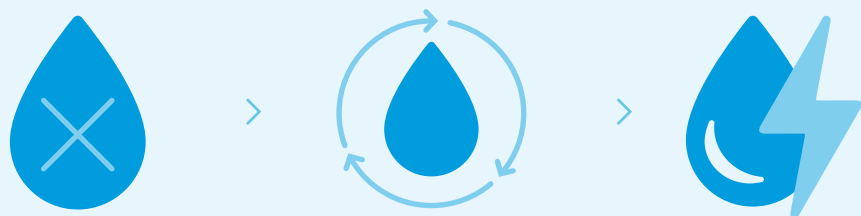


ACTUALIDAD

El saneamiento es un derecho

A lo largo de la historia, el saneamiento ha pasado por muchas fases: desde la existencia de un novedoso sistema de alcantarillado, de baños públicos y letrinas en las ciudades de la época del Imperio romano hasta tener su propio día de celebración a nivel mundial, pasando por un periodo de más de 1000 años en el que estuvo en desuso. Pero, ¿cómo hemos pasado de un sistema de saneamiento a otro?

Después de la Edad Media, durante la que se sucedieron graves problemas de salud pública debido a continuas epidemias de cólera y otras enfermedades, ya en el siglo XIX, las grandes ciudades instalaron cañerías e inodoros y construyeron sistemas de alcantarillado que evacuaban las aguas residuales. Estas se vertían a los ríos sin depurar, hasta que a finales de la década de los 70 se comienza con la depuración de las aguas residuales tal y como hoy la conocemos.



En la actualidad, los procesos de depuración se han perfeccionado para aprovechar y generar energía, así como para obtener un agua apta para su reutilización en diversos usos alternativos.

Sin embargo, y a pesar de estar en el siglo XXI, existen todavía en torno a 2400 millones de personas que carecen de acceso a servicios básicos de saneamiento, como retretes o letrinas, y más del 80 por ciento de las aguas residuales resultantes de las actividades humanas se vierten en ríos y mares sin eliminar los contaminantes que llevan. Como consecuencia de ello, cerca de 1000 niños mueran cada día a causa de enfermedades diarreicas prevenibles relacionadas con el agua y el saneamiento.

Todos estos problemas provocaron que, en 2010, las Naciones Unidas declararan el acceso al agua y al saneamiento como un derecho humano, y tres años después, en 2013, el 19 de noviembre como el Día Mundial del Retrete.



Estos hechos culminan con la inclusión del Objetivo 6 –Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos– como uno de los diecisiete Objetivos de Desarrollo Sostenible para alcanzar a nivel mundial, en el año 2030, las siguientes metas:



Lograr el acceso universal y equitativo al agua potable, a un precio asequible para todos.



Lograr el acceso equitativo a servicios de saneamiento e higiene adecuados para todos, prestando especial atención a las necesidades de las mujeres y las niñas y las personas vulnerables.



Mejorar la calidad del agua disminuyendo su contaminación por vertidos, y reduciendo a la mitad el porcentaje de aguas residuales sin tratar aumentando su reciclado y reutilización.



Aumentar el uso eficiente de los recursos hídricos en todos los sectores y asegurar la sostenibilidad de la extracción y el abastecimiento de agua dulce.



Gestionar de forma integrada los recursos hídricos a todos los niveles, incluso mediante la cooperación transfronteriza.



Proteger y restablecer los ecosistemas relacionados con el agua, incluidos los bosques, las montañas, los humedales, los ríos, los acuíferos y los lagos.



Cooperar y apoyar a los países en desarrollo en la creación de capacidades para una obtención y gestión adecuadas del agua.



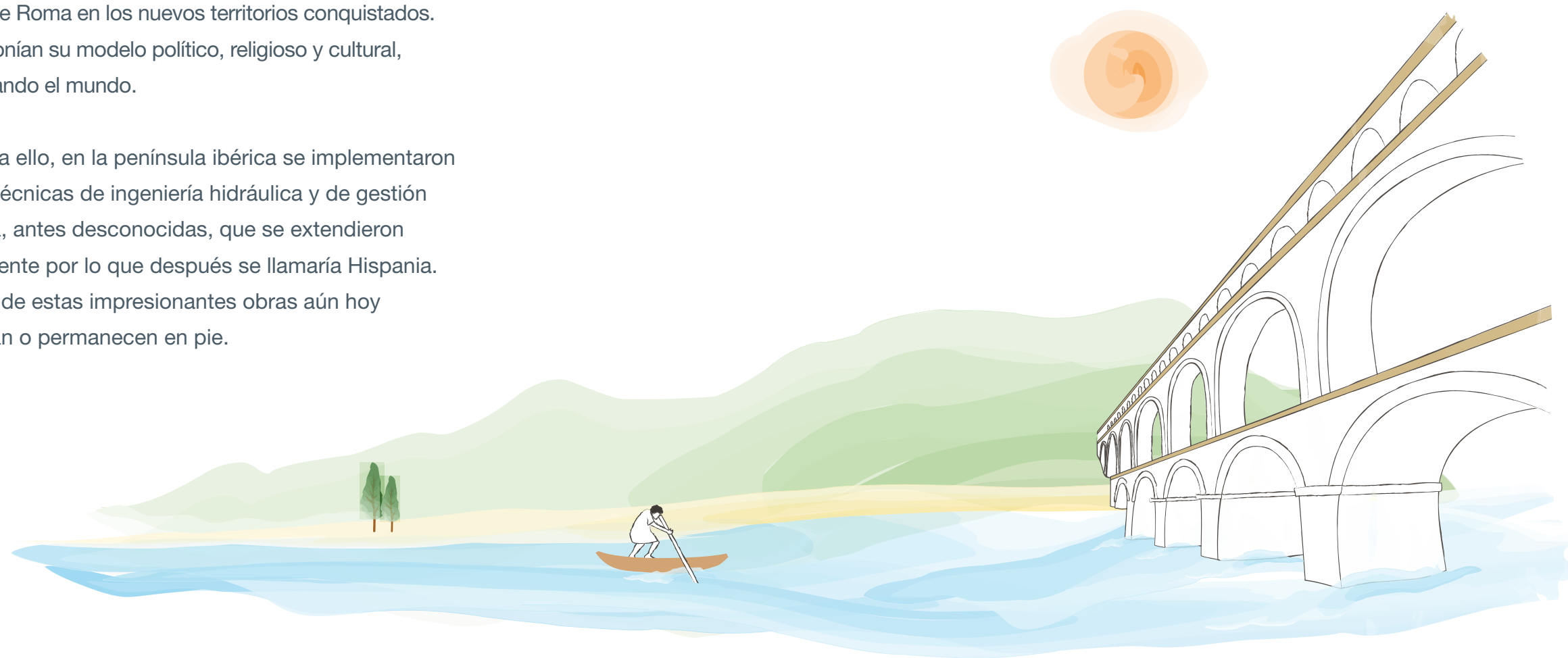
Apoyar y fortalecer la participación de las comunidades locales en la mejora de la gestión del agua y el saneamiento.

CAPÍTULO 6

Y en Hispania...

El Imperio construía ciudades a imagen y semejanza de la ciudad de Roma en los nuevos territorios conquistados. Así, imponían su modelo político, religioso y cultural, romanizando el mundo.

Gracias a ello, en la península ibérica se implementaron nuevas técnicas de ingeniería hidráulica y de gestión del agua, antes desconocidas, que se extendieron rápidamente por lo que después se llamaría Hispania. Muchas de estas impresionantes obras aún hoy funcionan o permanecen en pie.



El legado hidráulico romano

Antes de la llegada de los romanos, en la península ibérica habitaban tres pueblos, los íberos, los celtas y los celtíberos, siendo los primeros, dedicados a la agricultura, ganadería y comercio, los que poblaban las costas mediterráneas. Al estar ubicados en la costa, los íberos sufrieron varias colonizaciones por parte de fenicios, griegos, cartaginenses y finalmente romanos.

La entrada de los romanos en la península ibérica comenzó con el desembarco de legiones romanas en el marco de la segunda guerra púnica en el año **218 a. n. e.**, pero no fue hasta dos siglos después cuando los romanos consiguieron dominar toda la península.



Al principio, los romanos comenzaron conquistando los territorios bañados por el Mediterráneo, en torno al año 201 a. n. e., y fundando las ciudades que luego serían Barcelona, Tarragona, Cartagena o Cádiz.



Más tarde, en el año 120 a. n. e., los romanos se extendieron hacia el interior de la península fundando ciudades como Mérida, Córdoba, Toledo o Zaragoza.



Finalmente, sus ejércitos consiguieron la conquista total de la península en año 19 a. n. e. fundando las ciudades norteañas de Lugo, Astorga o Pamplona.



Para gestionar Hispania, el territorio se dividió administrativamente en dos provincias, Citerior, la más cercana a Roma, y Ulterior, la más lejana. Más tarde, esta última se dividiría a su vez en Baetica y Lusitania.

Al ser **Carthago Nova** (Cartagena) una de las primeras ciudades colonizadas, es allí donde se ha encontrado el sistema hídrico más antiguo de la época romana fuera de Italia. Anterior a los grandes acueductos que después se construirían en ciudades como **Córdoba**, **Tarragona** o **Mérida**, estaba formado por un acueducto y las fuentes públicas a las que abastecía.

La rica Hispania fue la provincia romana que más recursos aportó a Roma: aceite, minerales o incluso soldados. Por ese motivo, los hispanos accedieron a la **ciudadanía romana** y fueron reconocidos como parte del pueblo romano. En Hispania, además, nacieron tres importantes **emperadores romanos**: Trajano, Adriano y Teodosio.

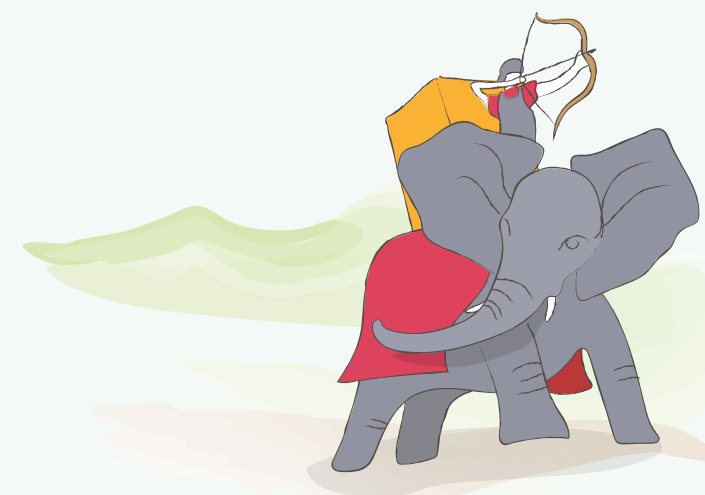


Hispania romana

Curiosidad

Aníbal y los elefantes

Durante la segunda guerra púnica (218-202 a. n. e.) Aníbal decidió invadir Roma por tierra en lugar de por mar, atravesando los Pirineos y los Alpes con un gran ejército de más de 30 000 hombres, 37 elefantes y más de 15 000 caballos. Los romanos, conocedores de sus intenciones, decidieron atacar la península ibérica con el fin de dejar sin recursos materiales y humanos a Aníbal durante la guerra.



Esto hizo retroceder a Aníbal a la península hispánica para defender sus territorios, pero los romanos consiguieron conquistar dos importantes ciudades (las que hoy son Cartagena y Cádiz), lo cual conllevó la derrota de Aníbal y la victoria absoluta de Roma.

Nunca se ha llegado a saber el recorrido exacto por donde Aníbal atravesó las inaccesibles montañas de los Alpes.

Actualmente, al realizar excavaciones en un pantano de turba en un paso montañoso entre Francia e Italia, se ha comprobado la existencia en el pasado de una gran masa de excrementos y parásitos de caballos, y que el suelo había sido intensamente pisoteado, posiblemente por los miles de caballos de Aníbal. También se ha descubierto el lugar utilizado como un posible abrevadero natural para aprovisionar de agua al ejército.



Explotación de los recursos naturales

Con la llegada de los romanos a la península se modernizó la agricultura al utilizarse el arado romano, el sistema de cultivo de barbecho y el sistema de riego con acequias que más tarde perfeccionarían los árabes. Con estas nuevas técnicas Hispania se convirtió en la principal proveedora de **cereales, vino y aceite** del Imperio.

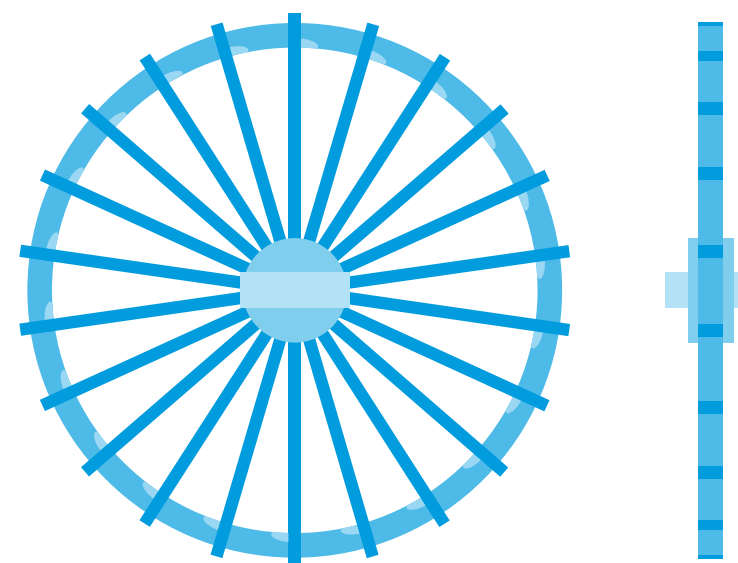
Pero el principal interés de los romanos en la península fueron los **recursos minerales** de cobre en Huelva, plomo en Cartagena, plata en Sierra Morena y Cartagena y oro en Las Médulas (León), el mayor complejo minero de la antigüedad. La forma utilizada de explotación y extracción de minerales no siempre fue la misma.

Al principio extraían el mineral, que era arrastrado por el agua del río, utilizando bateas.

Más tarde excavaron largas galerías con ayuda de miles de esclavos para poder extraer los minerales directamente del interior de la montaña.



En Huelva, para el drenaje del agua de las minas de Riotinto, los romanos utilizaron la **rota aquaria**, una rueda de madera vertical de achique con un sistema de cangilones integrado (cajoncillos de madera). La rueda eliminaba el agua del nivel freático, que se iba acumulando en los pozos y galerías subterráneas de las minas.



Además de las ruedas, ya en aquella época conocían lo que ahora llamamos “bomba de achique”, que utilizaban para bombear agua. Aunque el inventor de este artificio fue Ctesibio, de origen griego, los romanos lo popularizaron y fue utilizado, por ejemplo, en los trabajos de minería que se realizaban en Hispania. Para elevar agua, los romanos combinaban este sistema con otros como el tornillo de Arquímedes.



Bomba de achique de Ctesibio

Curiosidad

La herencia

Muchos de los sistemas de reparto que en la actualidad utilizamos para gestionar el uso del agua son heredados de la época de la romanización. Algunos ejemplos son:

- La lex usonensis, que establecía el agua de los ríos como pública y su aprovechamiento debía ser gratuito.
- El digesto, que establecía que las aguas públicas de los ríos se tenían que aprovechar proporcionalmente a las tierras que allí hubiera, salvo que alguien demostrase que a él se le había concedido menos.
- La regulación de los horarios para abrir y cerrar el paso del agua que llegaba a las tierras de cultivo.

Construcción de infraestructuras y ciudades

Como se ha comentado, dentro del proceso de romanización fue necesario comunicar las diferentes ciudades romanas, por eso se construyó una amplia red de calzadas. Pero en su construcción fue necesario salvar montañas y pasar sobre grandes ríos, para lo que los romanos construyeron **puentes** fijos y estables.

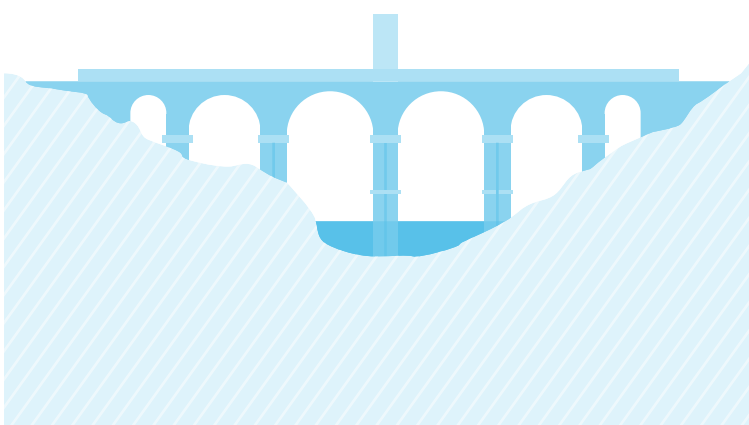


Actividad 6: Nuestro lado más romano



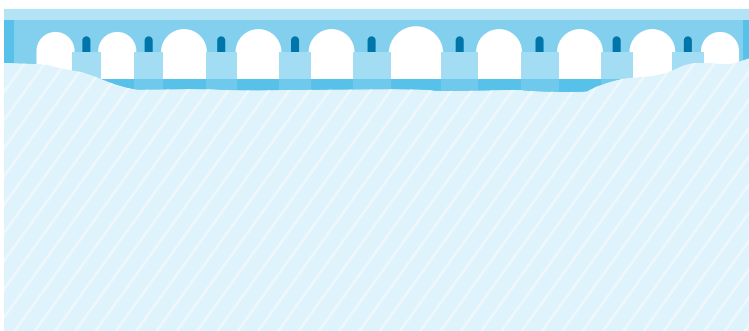
Puentes romanos

Por este motivo, hay muchos puentes romanos en la península, algunos de ellos actualmente en uso. Los más destacables son:



El puente de Alcántara

Sobre el río Tajo en Cáceres. Seguramente el más impresionante de los que quedan en pie en todo el mundo, con una altura máxima de 48 metros. Se construyó en torno al año 105 a. n. e.



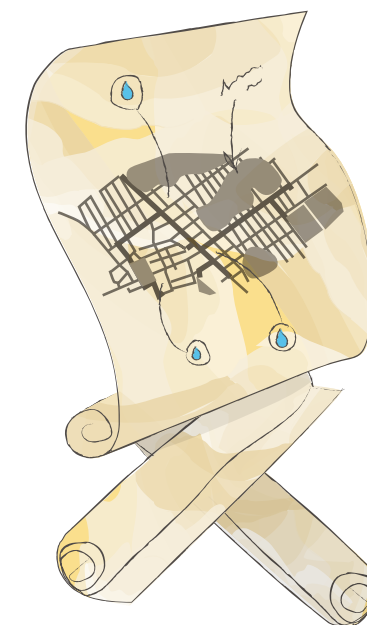
El puente de Mérida

Sobre el río Guadiana en Badajoz. Cuenta con 60 arcos y 792 m de longitud. A pesar de haber sufrido varios deterioros debido a crecidas del río, sigue siendo espectacular.

Abastecimiento de agua y saneamiento

Antes de ubicar y fundar una ciudad en un nuevo territorio, los romanos aseguraban en ella el abastecimiento de agua. Para ello realizaban un estudio detallado de las posibles fuentes de agua, de su caudal y calidad, analizaban la orografía del terreno y diseñaban las posibles propuestas de recorrido del acueducto hasta la ubicación deseada de la ciudad.

Si el estudio se ajustaba a los requerimientos en cuanto a la pendiente del trazado y a la cota de altura de la ciudad, el emperador aprobaba la fundación de la ciudad y el comienzo de las obras.



Una vez construida, el sistema de abastecimiento de agua de la nueva ciudad era el mismo que en el resto del Imperio. Los ingenieros romanos, al igual que hacían en Italia, construían acueductos y depósitos, así como redes de alcantarillado para eliminar los desperdicios de las urbes.

Al contrario de lo que ocurría en Roma y en el resto de la península itálica, en Hispania el clima era más seco e irregular, por tanto fue necesario recurrir a la construcción de **grandes presas** que aseguraran la disponibilidad de agua a lo largo de todo el año.

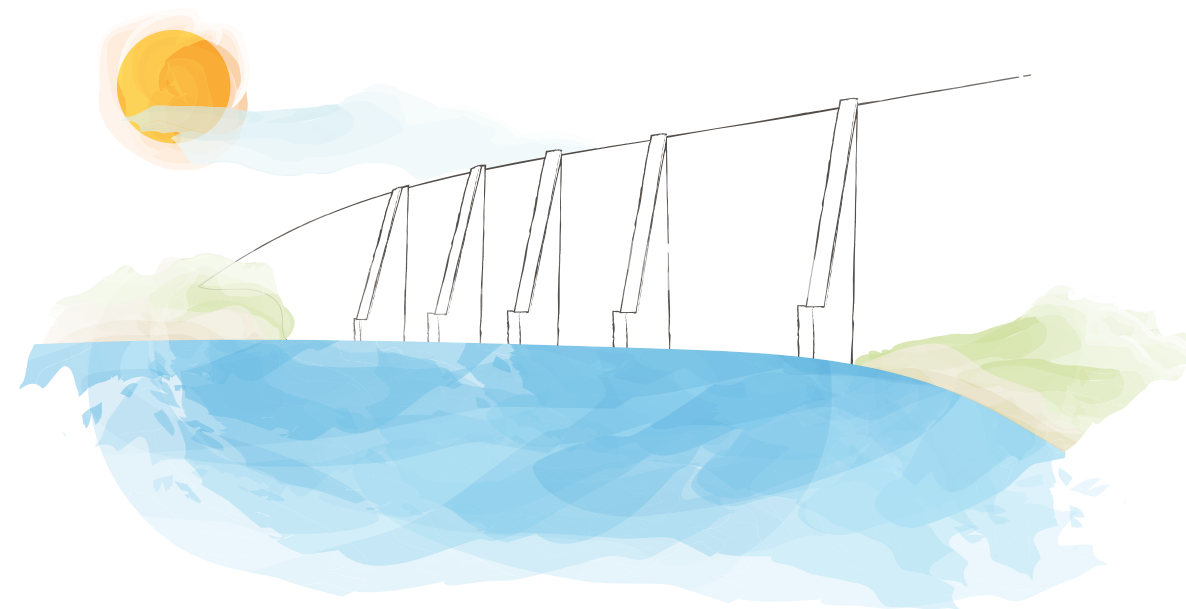
Aunque se han encontrado 73 presas y azudes romanos en la península ibérica, las obras más relevantes fueron construidas durante los siglos I y II d. n. e. en Toledo (Tajo), Zaragoza (Ebro) y Mérida (Guadiana).

De todas ellas, actualmente hay tres en uso:

- **Almonacid de la Cuba**, en Zaragoza. Con sus 34 metros de altura es la presa romana más alta de la península. Para construirla y dotarla de robustez utilizaron la famosa masa *opus caementicium* y también *opus incaertum*. Actualmente se utiliza para riego.
- **Proserpina**, en Mérida. Con una altura de 21,6 metros abastecía a la ciudad a través del impresionante acueducto Milagros. En la actualidad su embalse es una importante área recreativa de la ciudad.
- **Cornalvo**, en Mérida. Con una altura de 20,8 metros abastecía a la ciudad a través del acueducto *Aqua Augusta*. Aún hoy abastece a varios núcleos urbanos cercanos a Mérida.



A pesar de existir tecnología y conocimientos para la construcción de este tipo de presas en aquellos tiempos, tuvieron que pasar muchos siglos hasta que en España se volvieran a construir presas semejantes a las levantadas por los romanos.



En otras ocasiones, los romanos llegaban a ciudades ya habitadas, como es el caso de **Carthago Nova**, antigua ciudad cartaginense. Aunque esta ciudad ya disponía de un sistema de pozos y cisternas que la abastecían de agua, así como de una red muy básica de evacuación de las aguas en las calles principales, con la llegada de los romanos y sus conocimientos hidráulicos la ciudad mejoró su sistema de captación con un acueducto y el de distribución con tuberías de plomo. Incluso cada casa llegó a disponer de un desagüe. Este sistema de abastecimiento y gestión del agua no fue mejorado hasta el siglo XIX.

En *Carthago Nova*, al igual que ocurría en el resto de ciudades del Imperio, los romanos también disponían de **baños y termas** para el aseo, las relaciones sociales y los momentos de relajación. En este sentido, además de las termas de esta ciudad, en Hispania destacan las de Sant Boi de Llobregat.

Así mismo, en Hispania las ciudades romanas también disponían de sistema de cloacas para evacuar sus aguas residuales. Un ejemplo de ello es Mérida, donde se ha podido estudiar la evolución de la ciudad según el trazado de la red de tuberías y alcantarillado, que vertía sus aguas residuales al río Guadiana.

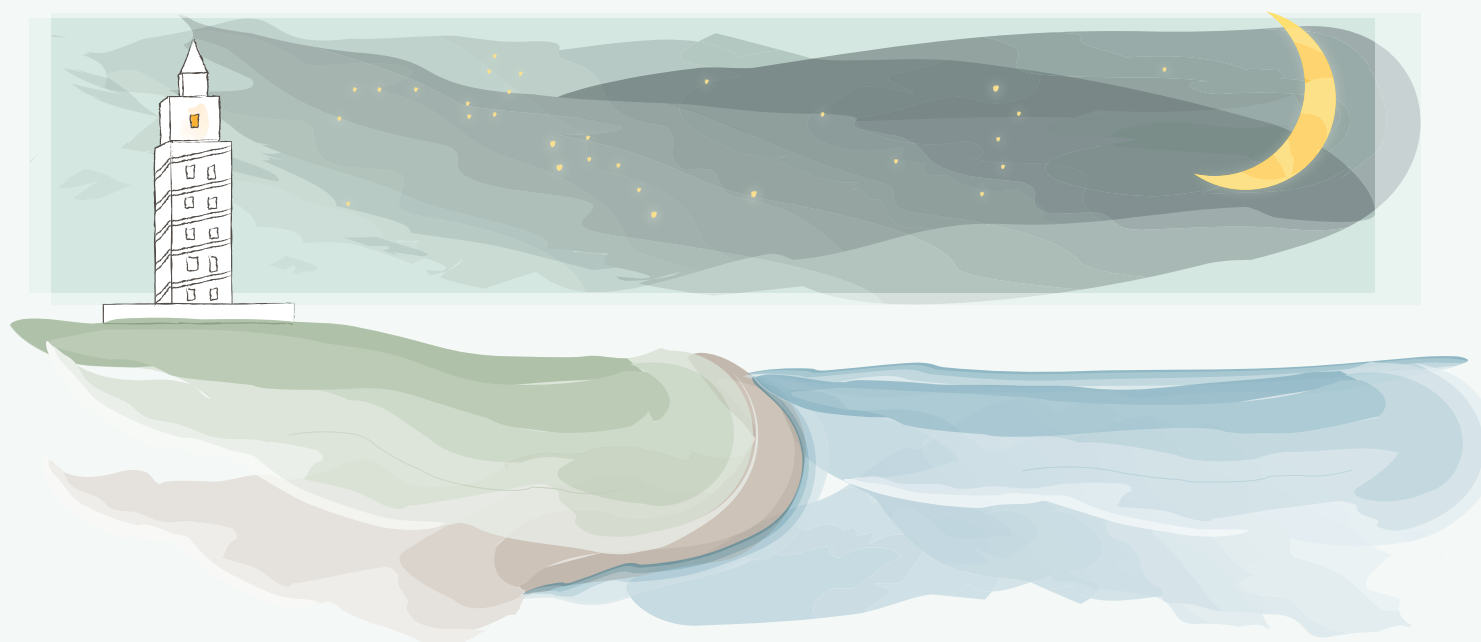
 [La ciudad de Baelo Claudia](#)

 [Las termas de Carthago Nova](#)

Curiosidad

La Torre de Hércules

Los romanos sabían lo importante que era, por la noche, indicar y señalar a los barcos dónde estaba la línea de costa, por lo que construyeron faros. De todos ellos destaca especialmente por su conservación el denominado farum Brigantium, ubicado en La Coruña y que actualmente conocemos como Torre de Hércules. Es el único en todo el mundo de origen y base romana que sigue en funcionamiento.



Otras obras legendarias

En cuanto a infraestructuras hidráulicas se refiere, el legado romano en la península ibérica es enorme. Aun así, hay dos construcciones que merecen ser destacadas, una por su espectacularidad, su belleza y buen estado de conservación, y la otra por la magnitud de la obra para explotar el preciado mineral de oro y el efecto ocasionado en el paisaje que hoy en día podemos admirar.

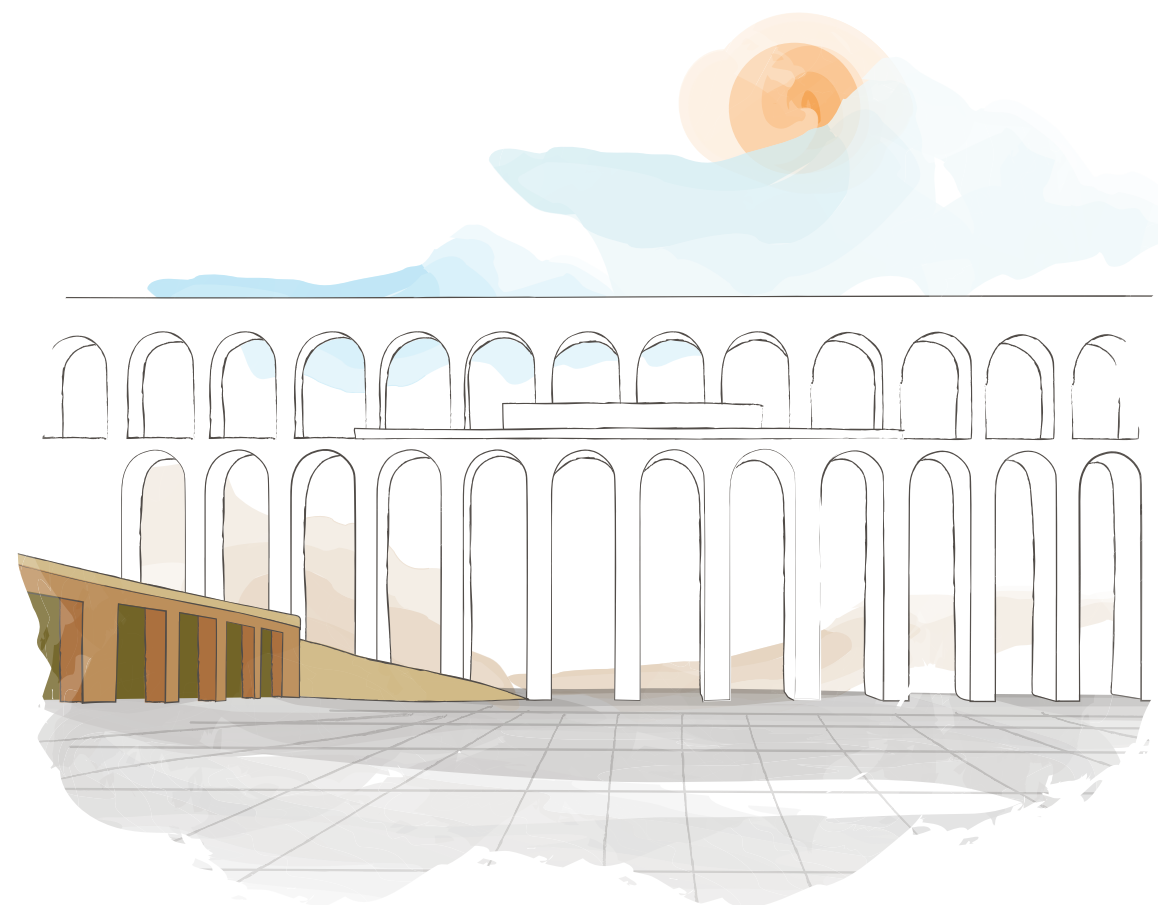
El acueducto de Segovia

Cuando se habla de acueducto, se tiende a pensar erróneamente en las grandes y vistosas arcadas que construían los romanos para transportar el agua en altura. La culpa de ello la tiene, en parte, este espectacular acueducto, el **mejor conservado** de todos cuantos existieron en la península.

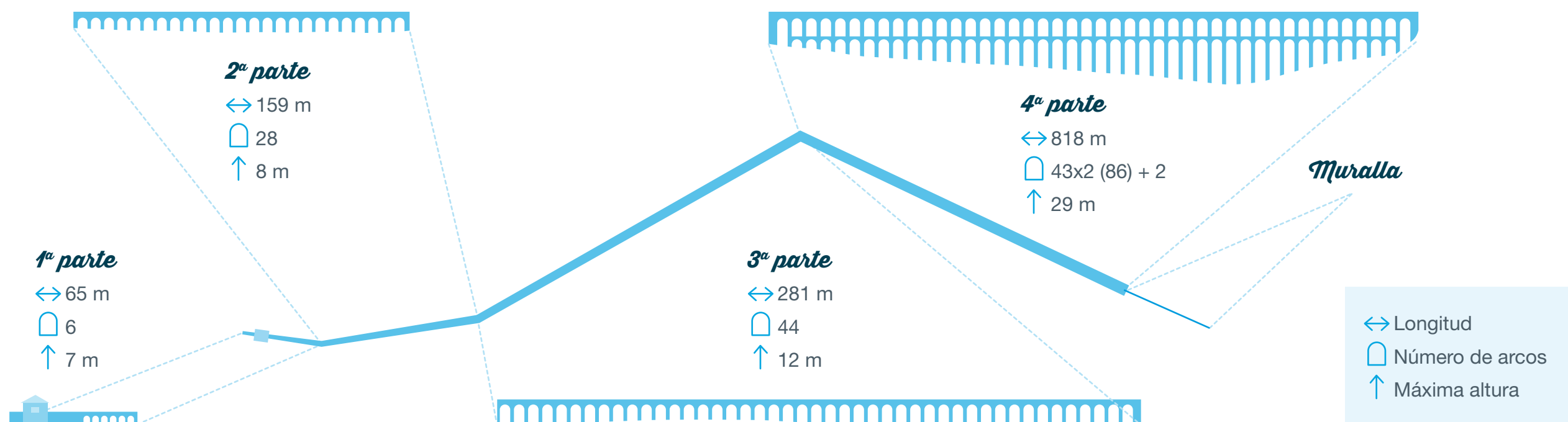
Fue mandado construir a finales del **s. I d. n. e.** para traer las aguas del río Frío (actualmente el manantial de la Fuenfría), que se encontraba a 17 kilómetros de distancia, cerca de la sierra de Guadarrama.



El agua del río se captaba con un pequeño azud, desde donde se derivaba por un canal que llegaba a la ciudad. Tras recorrer unos 11 kilómetros llegaba a un primer depósito para ser conducida a una torre que funcionaba como decantador para eliminar las arenas. Es desde ahí de donde parte el puente acueducto de doble arcada que todos conocemos.



La parte más espectacular es tan solo una parte mínima de toda la infraestructura, mide 818 metros de largo y en su parte más alta alcanza los 28,5 metros y para construirla, los romanos utilizaron **24 000 bloques de piedra** de granito. Lo más impresionante es que no usaron ningún tipo de cemento para unirlos. Estuvo en funcionamiento hasta finales del siglo XX.



El peso de los bloques de granito era inmenso –algunos de ellos llegaban a pesar más de 2000 kilogramos–, por lo que los romanos se ayudaban de unas tenazas para elevarlos. En algunos bloques de piedra aún se pueden ver los agujeros en los que se enganchaban las tenazas.

El acueducto de Segovia



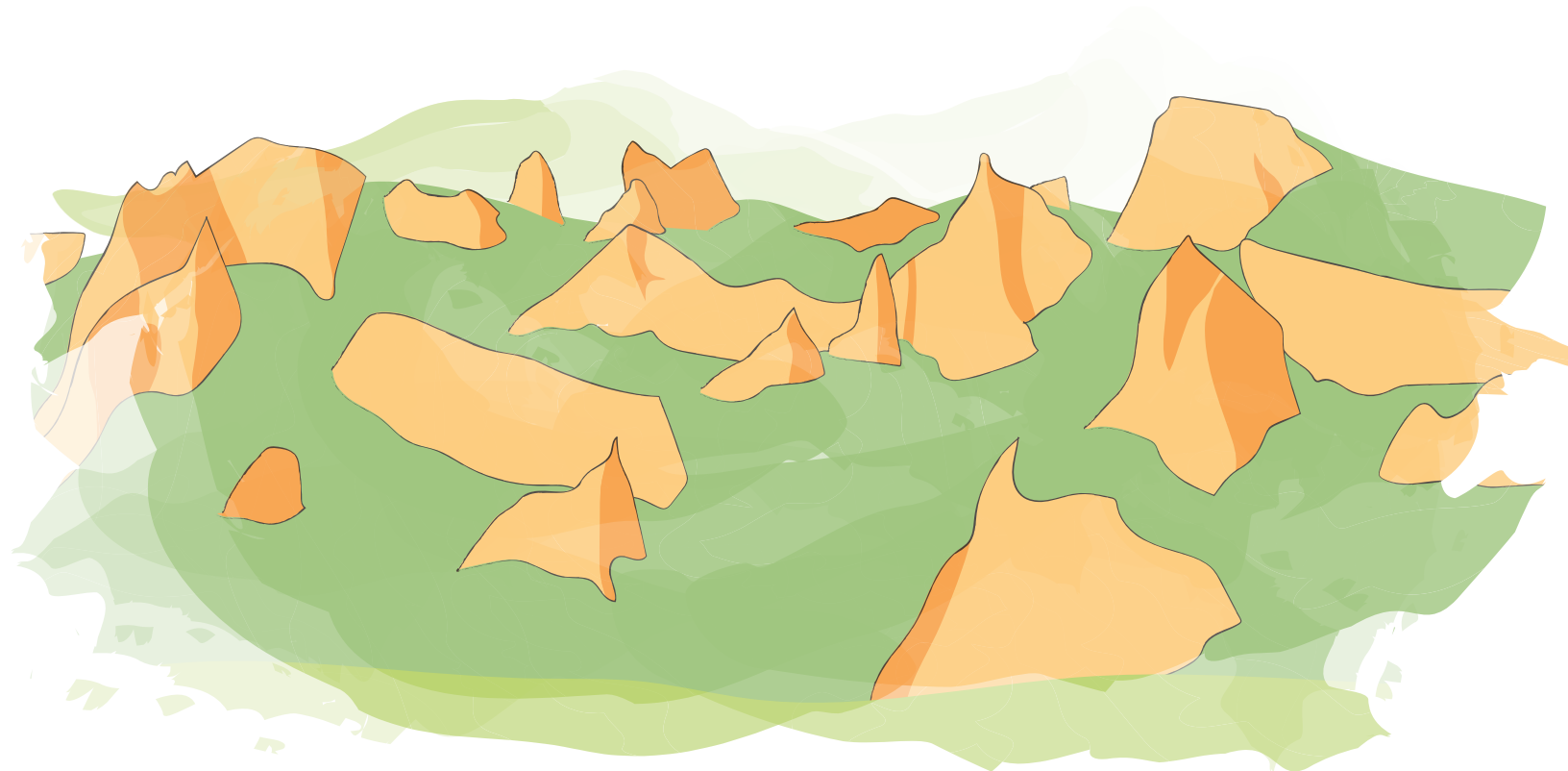
Las Médulas

Las Médulas fueron la **mayor explotación minera** de la época romana y estuvieron en funcionamiento durante más de 200 años. Para extraer los minerales era necesario el uso de agua, por lo que los romanos construyeron, entre los **s. I y II d. n. e.**, una red de canales de más de 600 kilómetros que suministraba agua al yacimiento de forma ininterrumpida. Esta red fue el primer **gran trasvase** de aguas entre dos cuencas (Duero-Sil) en la historia de la península.

El agua se utilizaba para lavar millones de metros cúbicos de sedimentos aluviales ricos en oro.

Para poder disponer de agua suficiente los romanos construyeron:

- **Canales de abastecimiento**, entre los que destaca un canal que, con 143 kilómetros de longitud, fue el segundo más largo de la antigüedad.
- **Depósitos de derivación y almacenaje**, *piscinae* o *stagna*. El más grande podía almacenar casi 18 000 metros cúbicos.
- **Canales de explotación**, *emisaria*, algunos bajo tierra formando galerías.



Según palabras de Plinio, los romanos llegaron a estimar que durante los dos siglos de explotación de las minas trabajaron en ellas unos 60 000 obreros, aunque estudios modernos calculan que fueron entre 10 000 y 20 000. Y la creencia de la época sobre la dureza del trabajo en las minas se expresó con esta frase: “Es menos temerario buscar perlas y púrpura en el fondo del mar que sacar oro de estas tierras”.



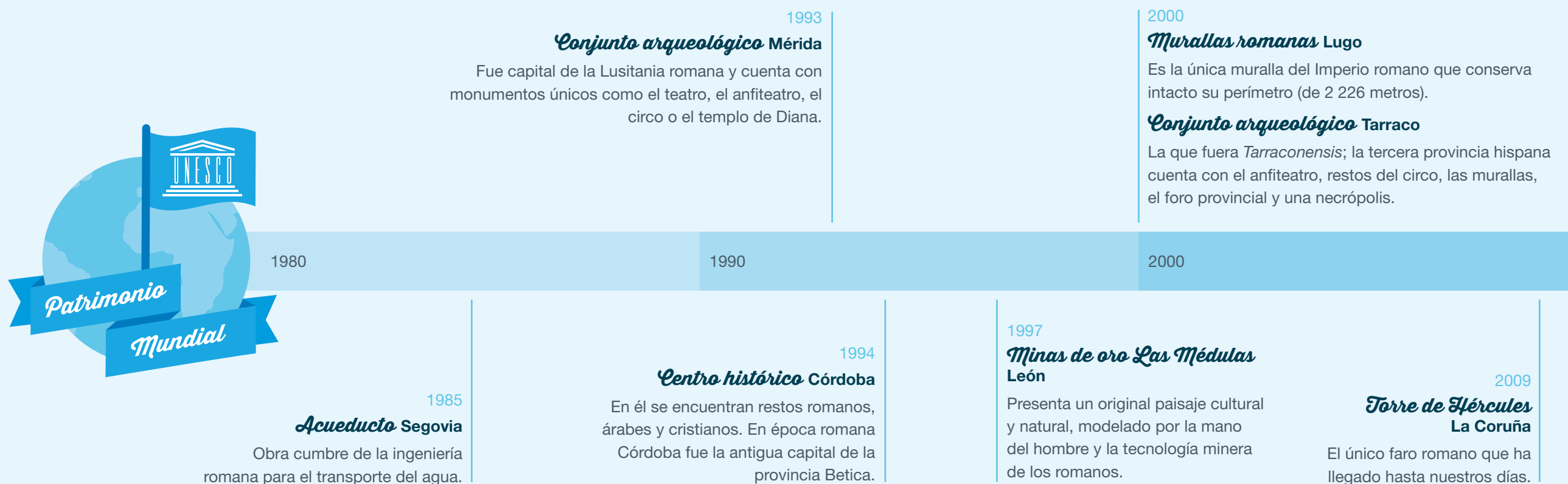
ACTUALIDAD

Patrimonio romano de la Unesco

Los romanos estuvieron en la península ibérica durante varios siglos. Durante ese tiempo dejaron huella de sus conocimientos hidráulicos con un impresionante patrimonio arqueológico además de un gran patrimonio artístico y cultural.

Entre todas sus grandes obras y construcciones han recibido reconocimiento internacional y nacional 7 de ellas, siendo catalogadas como Patrimonio Mundial de la Unesco:

También hay que destacar, dada la excelente conservación de muchas de ellas, la existencia de la Red de Villas Romanas que une los principales yacimientos arqueológicos de España. El objetivo de esta red es fomentar el conocimiento y la puesta en valor de lo que fue la Hispania romana y, en última instancia, conseguir la certificación de Itinerario Cultural Europeo por parte del Consejo de Europa.



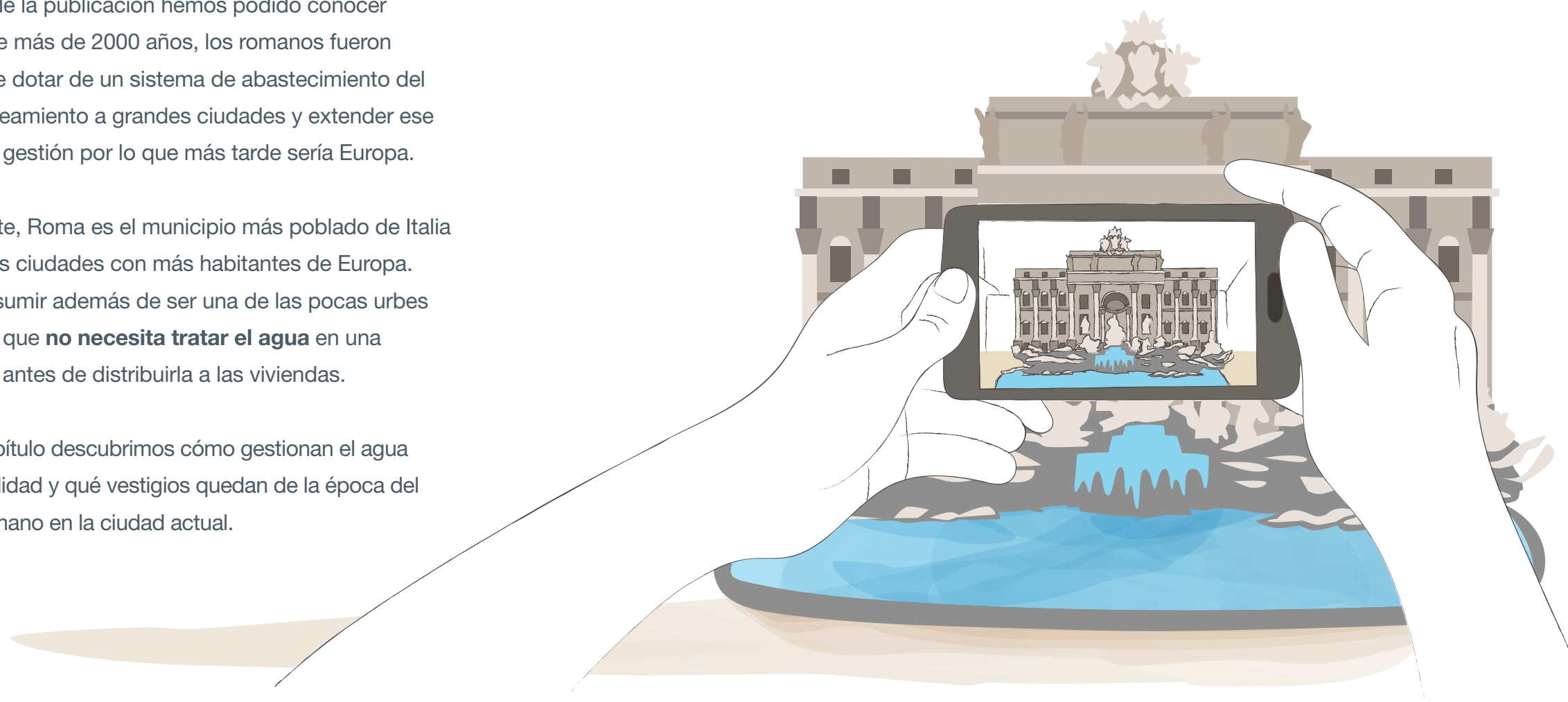
CAPÍTULO 7

Roma, “Ciudad eterna”. El agua en la actualidad

A lo largo de la publicación hemos podido conocer cómo, hace más de 2000 años, los romanos fueron capaces de dotar de un sistema de abastecimiento del agua y saneamiento a grandes ciudades y extender ese modelo de gestión por lo que más tarde sería Europa.

Actualmente, Roma es el municipio más poblado de Italia y una de las ciudades con más habitantes de Europa. Puede presumir además de ser una de las pocas urbes del mundo que **no necesita tratar el agua** en una instalación antes de distribuirla a las viviendas.

En este capítulo descubrimos cómo gestionan el agua en la actualidad y qué vestigios quedan de la época del Imperio romano en la ciudad actual.



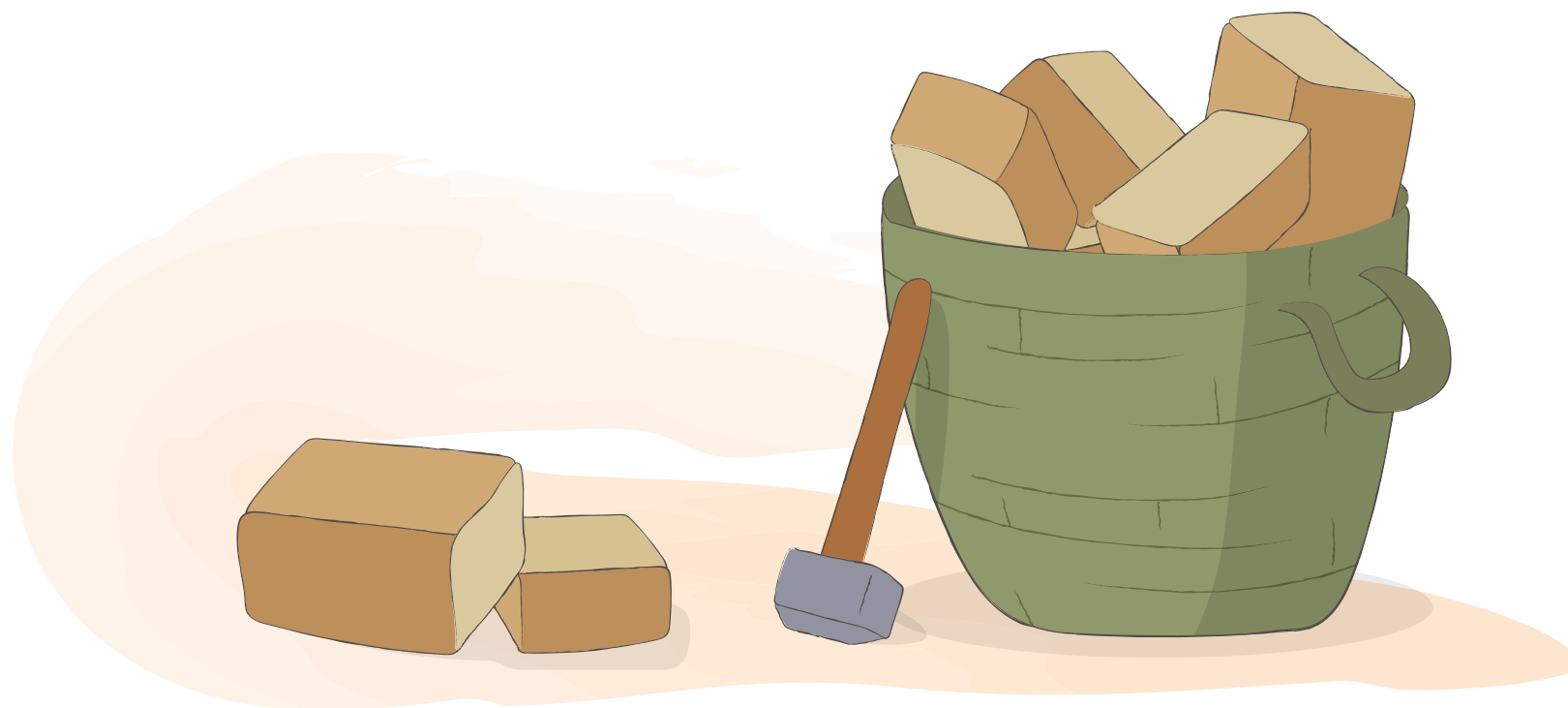
Del Imperio hasta hoy

Como hemos visto en capítulos anteriores, en la época del Imperio se construyeron hasta 11 acueductos para abastecer de agua a la ciudad de Roma. El último acueducto construido en esa época, *Aqua Alexandrina*, data del año 226 d. n. e.

Años más tarde, con la caída del Imperio romano de occidente a manos de los bárbaros y el comienzo de la Edad Media, el servicio de agua corriente de la ciudad se vio interrumpido durante 800 años y muchos de sus acueductos dejaron de funcionar.

Después Roma vivió un periodo de gobernanza alterna, mayoritariamente en manos de los máximos representantes de la Iglesia, los papas. Durante ese tiempo el abastecimiento de agua se dejó en manos de los ***acquarioli*** o ***acquarenari***, que llevaban el agua del Tíber previamente filtrada a la ciudad para venderla y distribuirla.

El saneamiento de Roma también se vio afectado y se deterioró durante la Edad Media hasta que, en el siglo XIII, el papa Gregorio IX restauró y limpió las cloacas e incluso amplió la red. Durante los siglos posteriores también se realizaron obras de ampliación del alcantarillado.



En el siglo XVI se construyó una nueva red de alcantarillado sin conocer la existencia de la antigua, que no se descubrió hasta el siglo XIX cuando Roma fue proclamada capital de Italia.

Durante el Renacimiento se comenzaron a restaurar algunos de los acueductos de la época del Imperio e incluso se construyeron otros nuevos para abastecer a nuevos barrios de la ciudad, que continuaba creciendo.

Nota: en este capítulo, los nombres de los acueductos aparecen escritos de manera diferente en función de si se nombraron en la época romana, en latín (*aqua*) o posteriormente, en italiano (*acqua*).

Con estas ampliaciones y restauraciones los acueductos cambiaron sus nombres:

Acqua Vergine

1453

Se restauró el acueducto *Acqua Virgo*, que pasó a llamarse *Aqua Vergine*, con la inclusión de nueve manantiales.

Acqua Felice

1586

Se construyó *Acqua Felice*, que utilizaba la misma fuente que el acueducto *Aqua Alexandrina*.

Acqua Paola

1605

Se reconstruyó *Aqua Traiana*, dando lugar al acueducto *Acqua Paola*.

Acqua Pía

La restauración de *Aqua Marcia* por orden del papa Pío IX dio lugar a un nuevo acueducto llamado *Acqua Pía*. Para la gestión de *Aqua Marcia*, el más largo e importante de la ciudad, se creó la compañía de agua *Acqua Pia Antica Marcia* en honor del papa Pío IX, que consiguió que en septiembre de 1870 el primer chorro de agua de *Aqua Marcia* llegara a la actual plaza de la República.

Acqua Pescheira

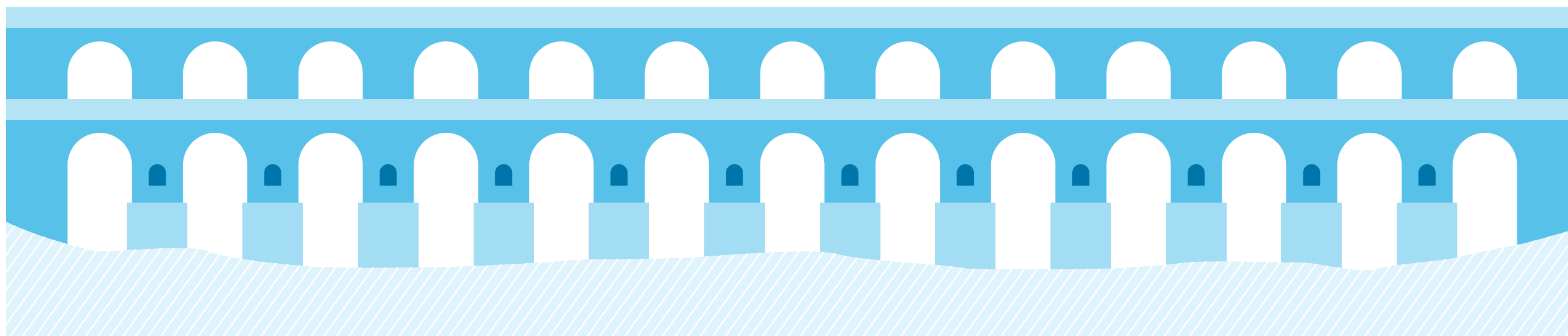
1937

Se comenzó a construir un nuevo y gran acueducto, el de *Peschiera*, que terminó de construirse en 1949 y en la actualidad es de los más importantes.

Acqua Appio-Alexandrino

1968

Se construyó el acueducto *Appio-Alexandrino* para reforzar el acueducto *Felice*. Este nuevo acueducto captaba el agua de acueductos anteriores como *Aqua Appia* y *Aqua Alexandrina* y también de nuevas reservas próximas, de la Borgata Finocchio y de Torre Angela.



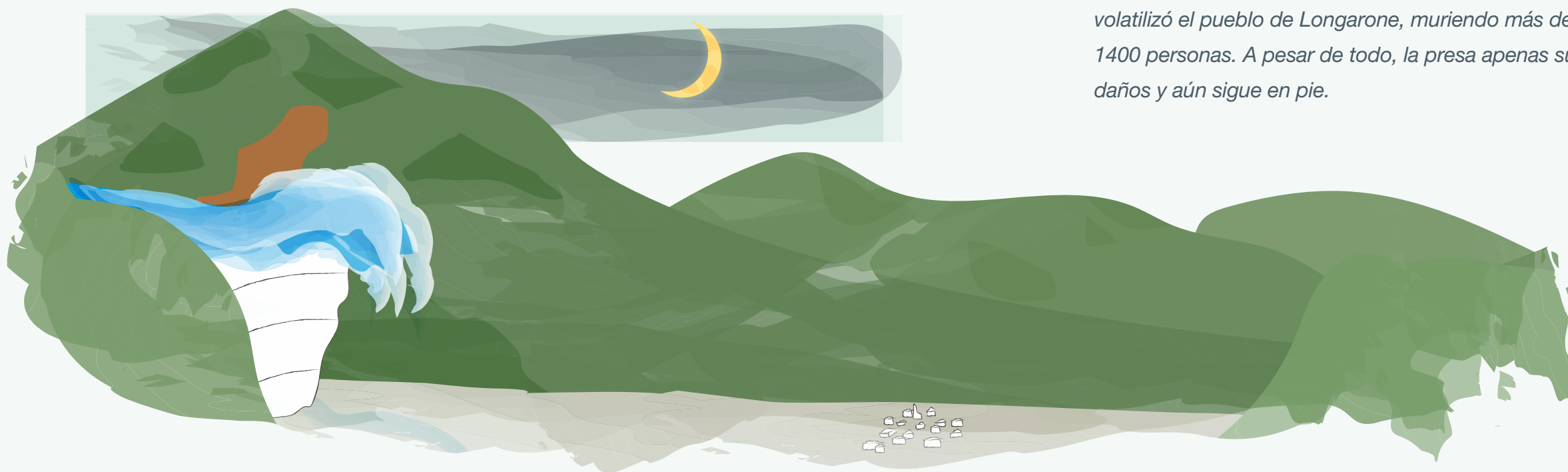
Curiosidad

La presa de Vajont

Durante los años 60 los italianos construyeron algunas presas a lo largo de su península; no obstante, al igual que habían hecho los romanos, el agua que estas almacenaban no se destinó prioritariamente al consumo sino a la producción de energía o al riego.

Sin embargo, existe una presa que será recordada para siempre por todos los italianos, la presa de Vajont, construida en 1961. Ubicada al norte de Venecia, es una de las más altas del mundo, con 262 m, y su fin principal era la producción de energía.

Dos años después de su inauguración, durante una noche de octubre, un deslizamiento de 270 millones de toneladas de terreno provocó una ola gigante de más de 100 metros de altura que pasó por encima de la presa. El impacto se sintió en los sismógrafos de muchas ciudades de Europa y la ola producida volatilizó el pueblo de Longarone, muriendo más de 1400 personas. A pesar de todo, la presa apenas sufrió daños y aún sigue en pie.

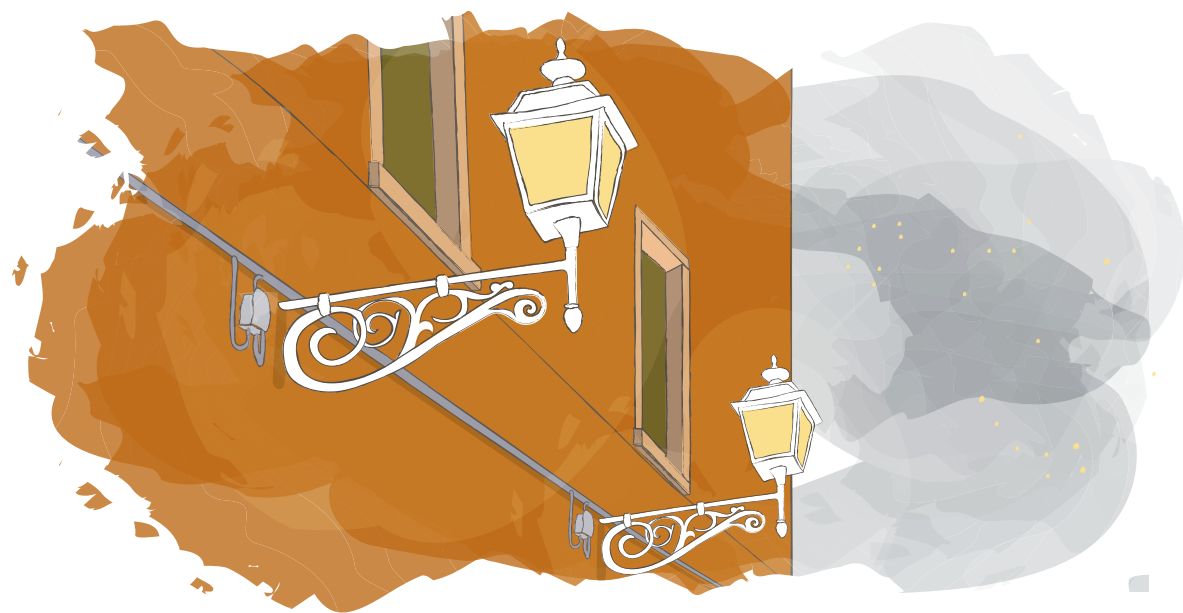


El agua en la Roma actual

En la actualidad la gestión del agua en la ciudad de Roma se realiza de forma integrada con otros dos sectores –energía y medio ambiente– y la lleva a cabo una entidad pública.

El ciclo integral del agua en Roma

La provincia de Roma cuenta con un sistema de abastecimiento, distribución y saneamiento del agua para devolverla al río en buenas condiciones. Esta agua se aprovecha además para producir **energía hidroeléctrica** que se utiliza para el alumbrado público y artístico de los principales monumentos y fuentes de la ciudad y para distribuirla a la red.



En la actualidad, el agua que abastece a la ciudad de Roma y los pueblos de la provincia procede tanto de fuentes subterráneas como superficiales:

Aguas superficiales

- Manantial Peschiera-Capore en los Apeninos centrales
- Manantial del acueducto *Aqua Marcia*, en el valle del río Aniene
- Acueducto *Appio Alessandrino*
- Manantial del acueducto *Nuovo Vergine*

Si escasea el agua en periodos estivales o de sequía se utiliza para consumo la del lago Bracciano.

Aguas subterráneas

Las aguas subterráneas se extraen de cuatro campos de **pozos**: el pantano *Borghese*, *Finocchio*, *Torre Angela* y *Torre Spaccata*.

El acueducto de **Peschiera-Capore** es el principal proveedor de agua de Roma, con una longitud de 130 kilómetros de los cuales prácticamente el 90 por ciento están bajo tierra. Aporta a la ciudad un caudal de 14 metros/segundo.

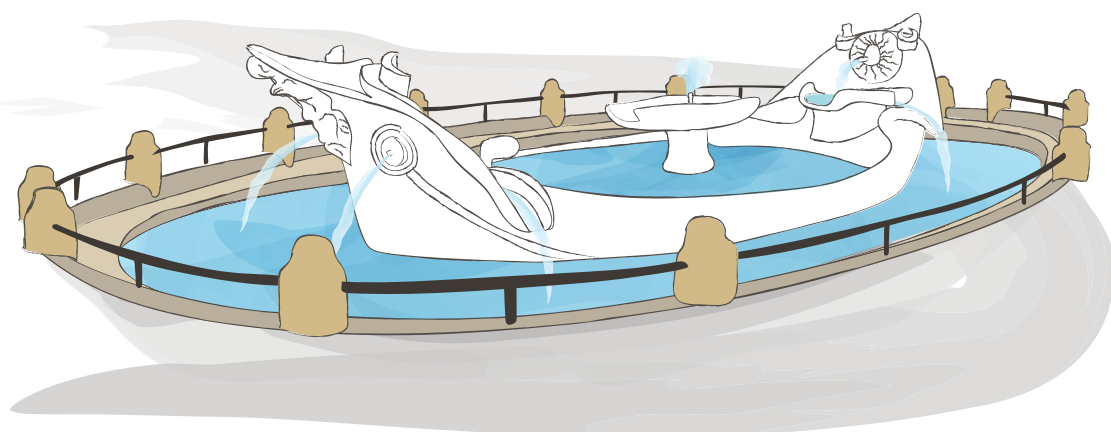
Así mismo, para proteger las fuentes de agua y asegurar su disponibilidad en un futuro, existe un plan de **protección de los terrenos** donde se encuentran dichas fuentes que abarca una extensión aproximada de 4 millones de metros cuadrados.

Hay que destacar que, al igual que en tiempos de la antigua Roma, la ciudad **no** dispone de **sistemas de potabilización** de agua debido a que la mayor parte proviene de manantiales de alta calidad y no es necesario realizar el tratamiento en una instalación especializada.

La **red de distribución** que abastece a la provincia está formada por casi **12 000 kilómetros de acueductos** y 11 000 kilómetros de tuberías. Aproximadamente 4000 kilómetros de esa red pertenecen a la ciudad de Roma.

Dentro de la ciudad, el agua se distribuye a todas las **viviendas** y a las **fuentes públicas y monumentales** que desde hace siglos adornan y decoran Roma. Estas fuentes, al igual que ocurría en la antigüedad, son el punto final de vertido de alguno de los acueductos construidos siglos atrás y de los que se utilizan en la actualidad.

Un ejemplo de ello lo encontramos en el acueducto *Aqua Virgo*, construido en el año 19 a. n. e. Aunque estuvo siglos sin utilizarse con la caída del Imperio romano, se restauró posteriormente y recibió el nombre de *Acqua Vergine*. Actualmente abastece a fuentes tan conocidas como la *Fontana di Trevi* o la *Fontana della Barcaccia*.



El sistema de gestión del agua de la ciudad también incluye las labores de mantenimiento de las fuentes monumentales y las miles de fuentes públicas, así como de los sistemas de riego.



Actividad 7: Nos vamos de fuentes

La **red de saneamiento** de la actual Roma y sus alrededores está formada por más de **4000 kilómetros** de red de alcantarillado y 171 estaciones de depuración de aguas residuales, siendo 4 sólo para depurar las aguas romanas.

Al igual que en la antigua Roma, en la actualidad se cuida al máximo la calidad del agua, por eso se realizan las siguientes labores de control:



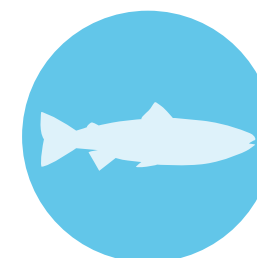
1.º nivel

Monitoreo automatizado de los parámetros fisicoquímicos del agua (turbidez, conductividad, cloro residual y temperatura) en estaciones de medición colocadas cerca de las fuentes, acueductos y depósitos.



2.º nivel

Muestreos diarios en todo el sistema de acueductos a partir de las fuentes de suministro y en toda la red de distribución de varios parámetros (fisicoquímicos, orgánicos, microbiológicos y víricos).

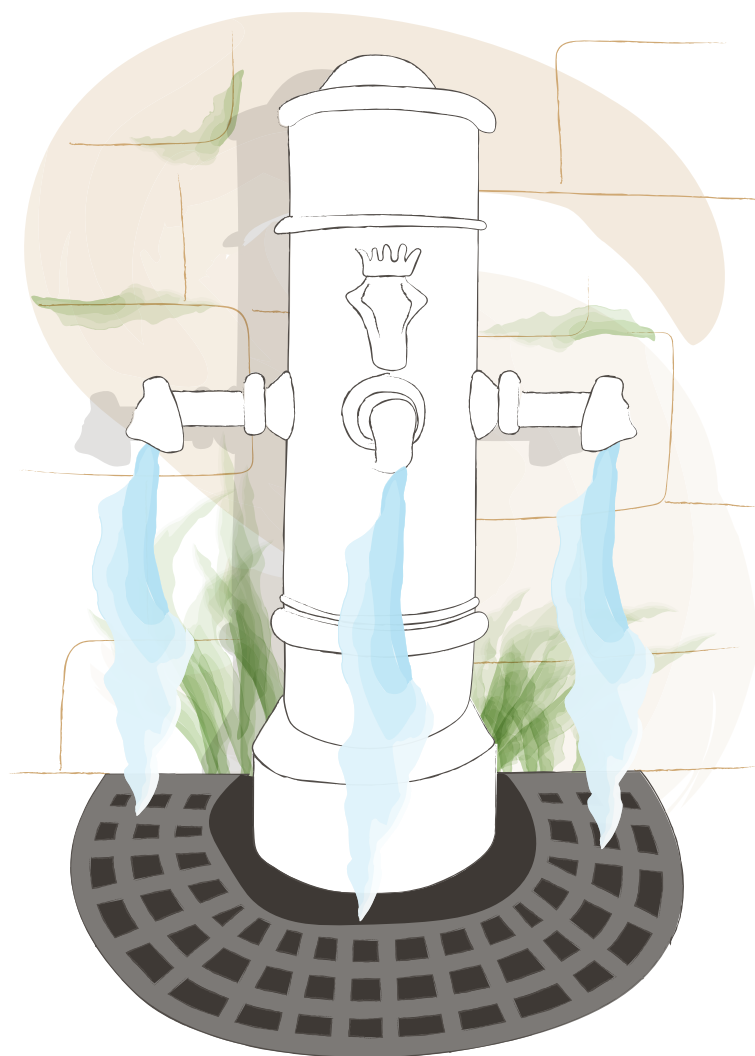


3.º nivel

Biomonitorización utilizando la trucha arco iris a lo largo de los acueductos.

Los *nasoni*

En la época del Imperio romano, uno de los usos prioritarios del agua fue el de las fuentes públicas. A lo largo de los siglos se ha mantenido esa tradición hasta el punto de que hoy Roma tiene casi **2500 fuentes públicas** repartidas por sus calles, plazas, jardines y mercados destinadas al uso de los viandantes.



Estas fuentes –popularmente llamadas ***nasoni*** (narizones) debido a la forma curva del grifo que se asemeja a una nariz– miden 1,20 metros de altura aproximadamente, son redondas y están hechas de hierro fundido.

El agua mana de ellas de forma continua, como en la época del Imperio, sin tener que apretar ningún mecanismo ni abrir el grifo. Si además se coloca el dedo tapando el orificio del grifo, el agua sale por otro agujero hacia arriba.

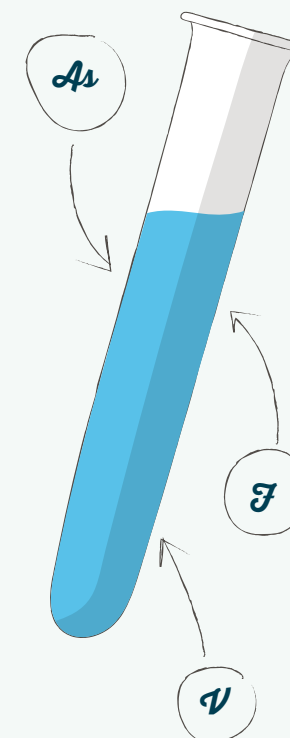
La primera vez que se instalaron los *nasoni* fue en el año 1874 por orden del alcalde Luigi Pianciani. Por aquel entonces se instalaron un gran número de fuentes de hierro con 3 orificios decorados con cabezas de dragones. El agua que fluía de manera continua caía a unas rejillas que comunicaban con la red de alcantarillado. Este diseño inicial cambió hasta lo que hoy es un solo grifo curvado liso pero todavía hoy alguna de esas fuentes sigue en funcionamiento.

Curiosidad

Arsénico y flúor

Dada la geología de la zona, en su mayoría rocas volcánicas, en la región del Lacio el suelo es rico en minerales como el flúor, el arsénico y el vanadio. Debido a la filtración del terreno, estos minerales se encuentran presentes también en los acuíferos, lo cual hace que el agua sea rica en estos elementos.

Por ese motivo, desde hace años existe un control específico de estos elementos en el agua de consumo en las regiones afectadas.



Recientemente se ha creado una **aplicación de móvil** gratuita para localizar los *nasoni* repartidos por la ciudad y saciar la sed de los ciudadanos en caso necesario.



 **Fountains in Italy**

Curiosidad

Una tarjeta de identificación para el agua de Roma

En el año 2007 los romanos idearon una tarjeta equivalente a un documento de identidad para certificar la calidad y la seguridad absoluta de higiene del agua que sale de los grifos de sus casas.

Para asemejarla a dicho documento, tiene incluso las mismas dimensiones. En ella quedan reflejados como datos de identidad del agua los parámetros químicos promedio del agua de Roma y los valores establecidos según la legislación vigente para las aguas destinadas al consumo humano.

En este carnet se destaca del agua de Roma:

- la absoluta seguridad higiénica garantizada por la constante ausencia de índices microbiólogos,
- la mineralización que determina su buen sabor,
- la baja concentración de nitratos,
- la ausencia casi total de plomo, arsénico, cadmio, cromo y níquel.



ACTUALIDAD

Las fuentes de hoy

Los romanos de hoy cuentan con miles de fuentes públicas para beber agua, así como con fuentes ornamentales majestuosas como la *Fontana di Trevi*, de obligada visita para todo aquel que pase por Roma. De hecho, es la ciudad del mundo con más fuentes.

Pero con la *Case dell'Acqua* han querido ir más allá y complementar la función de los *nasoni* con un novedoso sistema. Para ello han instalado por toda la provincia de Roma, no sólo en la capital, unos kioscos dispensadores de agua fría. El ciudadano que desee hidratarse puede hacerlo sin coste alguno en estas *Case dell'Acqua* y decidir si quiere hacerlo con agua natural o *frizzante* (con gas).



La calidad de esta agua es la misma que la que llega a las casas de la ciudad y está sometida a miles de análisis de control anuales.

A través de estas instalaciones se dispensan unos 60 millones de metros cúbicos de agua al año, lo que produciría un ahorro aproximado de unas 1800 toneladas de botellas de plástico anuales, que equivalen a 5000 toneladas de CO₂.

Además, en estas nuevas fuentes de agua públicas tecnológicas también se pueden cargar las baterías de aparatos electrónicos.

FUENTES CONSULTADAS

CAPÍTULO 1

Azcárate Luxán, B.; Azcárate Luxán, M.^a V; Sánchez Sánchez, J., *Atlas histórico y geográfico universitario*, UNED, 2006.

Braudel, F., *Memorias del Mediterráneo*, Ed. Cátedra, 2006.

Codoñer, C.; Fernández-Corte, C., *Roma y su imperio*, Anaya, 1991.

Farman, J., *La superbreve historia de los romanos*, Ed. Molino, 1999.

Mangas, J., *Historia universal. Edad Antigua. Roma*, vol. I, tomo B, Ed. Vicens Vives, 1999.

Mommsen, T., *Historia de Roma. Libro I. Desde la fundación de Roma hasta la caída de los reyes*, Liber Ed., 2006.

Redman, C. L., *Los orígenes de la civilización. Desde los primeros agricultores hasta la sociedad urbana en el Próximo Oriente*, Crítica, 1990.

Antigua. Historia y arqueología de las civilizaciones.

 http://www.cervantesvirtual.com/bib/portal/antigua/roma_txt1.shtml

Área de Cultura y Lenguas Clásicas. *Palladium*. Ministerio de Educación, 2008.

 <http://recursos.cnice.mec.es/latingriego/Palladium/cclasica/esc331.php>

CulturaClásica.com. Primer portal del mundo grecolatino en español.

 <http://www.culturaclasica.com/>

Thalassa-online. El portal del mar.

 <http://web.archive.org/web/20090214095045/http://www.thalassa-online.com/revista/article.phtml?id=190>



FUENTES CONSULTADAS

CAPÍTULO 2

Alföldy, G., *Historia social de Roma*, Alianza Ed., 1996.

Alvar, J. y otros, *Historia antigua*, Ed. Historia 16, 1994.

Cabrero Piquero, J.; Fdez. Uriel, P., *Historia antigua II. El mundo clásico. Historia de Roma*, UNED, 2014.

Garcia-Castellanos, F., “Catastrophic flood of the Mediterranean after the Messinian salinity crisis”, *Nature*, 2009.

Grimal, P., *La civilización romana, vida, costumbres, leyes y artes*, Ed. Paidós, 1999.

Livio, T., *Historia de Roma. Libro I.*, traducción de Antonio Duarte Sánchez, 2011.

Martínez-Pinna, J., “La prehistoria mítica de Roma”, anexo IV, *Gerión*, 2002.

Mommsen, T., *Historia de Roma. Libro I. Desde la fundación de Roma hasta la caída de los reyes*, Liber Ed., 2006.

Rostovtzeff, M., *Roma. De los orígenes a la última crisis*, Ed. Universitaria de Buenos Aires, 1960.

Vargas Yáñez, M., *Cambio climático en el mediterráneo español*, IEO, 2010.

 http://www.ma.ieo.es/gcc/cambio_climatico_reedicion.pdf

Ruiz de Elvira, M., “La mayor inundación de la historia”, *El País*, 2009.

 http://sociedad.elpais.com/sociedad/2009/12/09/actualidad/1260313206_850215.html

Instituto Mediterráneo de Estudios Avanzados (IMEDEA).

 <http://imedeia.uib-csic.es/>

“El cambio climático inundará aún más Venecia”, *Larioja.com*.

 <http://innovando.larioja.com/ciencia-i-d/34-el-cambio-climatico-inundara-aun-mas-venecia.html>



FUENTES CONSULTADAS

CAPÍTULO 3

Cabrero Piquero, J.; Fdez. Uriel, P., *Historia antigua II. El mundo clásico. Historia de Roma*, UNED, 2014.

Catón, M. P., *De agri cultura*.

Codoñer, C.; Fernández-Corte, C., *Roma y su imperio*, Anaya, 1991.

Domínguez Pérez, J. C., “Estructuras comerciales romanas en el período pre-anibálico: una lectura crítica interdisciplinar del período medio-republicano”, *Gerión*, 2006.

Espinos, J.; Masiá, P.; Sánchez, D.; Vilar, M., *Así vivían los romanos*, Anaya, 1987.

Farman, J., *La superbreve historia de los romanos*, Ed. Molino, 1999.

Ferrer Maestro, J. J., “El mercado en la antigua Roma y la economía agropecuaria en tiempos de crisis”, *Gerión*, 2012.

Grimal, P., *La civilización romana, vida, costumbres, leyes y artes*, Ed. Paidós, 1999.

Mommsen, T., *Historia de Roma. Libro I. Desde la fundación de Roma hasta la caída de los reyes*, cap. XIII, Liber Ed., 2006.

Oliver Domingos, J. L., *Los diez libros de arquitectura de Vitrubio*, Alianza Ed., 1995.

Palomo, J.; Fernández, M. P., “Los molinos hidráulicos en la Antigüedad”, *Espacio, Tiempo y Forma*, Serie II, Historia Antigua, 2006.

Ugalde, T., “Máquinas de elevación de agua en la minería romana”, *Traianvs*, 2010.

Área de Cultura y Lenguas Clásicas. *Palladium*. Ministerio de Educación, 2008.

 <http://recursos.cnice.mec.es/latingriego/Palladium/cclasica/esc331.php>

ArteHistoria.

 <http://www.artehistoria.com/v2/contextos/8089.htm>

“Así comían los romanos”, *National Geographic*.

 http://www.nationalgeographic.com.es/historia/actualidad/asi-comian-los-romanos_9476



“Contaminación por plomo en el Imperio romano”, Tendenzias.com.

 <http://tendenzias.com/eco/contaminacion-plomo-antigua-roma/>

El tratado de agricultura de Paladio.

 <http://es.slideshare.net/bebais/paladio-tratadodeagriculturagredos135>

Salas, J., “El clima ayudó a tumbar Roma”, Público.es.

 <http://www.publico.es/ciencias/clima-ayudo-tumbar-roma.html>

Martí Font, J. M., “Europa avanzó sobre un río helado”, *El País*.

 http://elpais.com/diario/2010/03/24/cultura/1269385201_850215.html

Filanaval.

 <http://filanaval.blogspot.com.es/2011/06/historia-de-la-navegacion-los-romanos.html>

Historia y Arqueología.

 <http://www.historiayarqueologia.com/profiles/blogs/agricultura-y-ganader-a-en-el-imperio-romano>

“La agricultura en los tiempos del César”, *Espores, la veu del Botànic*.

 <http://www.espores.org/es/agricultura/lagricultura-en-temps-del-c%C3%A9sar.html>

La dieta mediterránea, dietamediterranea.com.

 <http://dietamediterranea.com/>

Lahiguera.

 <http://lahiguerajaen.blogspot.com.es/2013/03/la-noria-de-la-huerta-caniles.html>

Murcia y el agua. Historia de una pasión, *La Verdad Digital*.

 http://servicios.laverdad.es/murcia_agua/index.htm

Ostia Antica.

 <http://www.ostiaantica.beniculturali.it/es/index.php>



“Ostia, el gran puerto de Roma”, *National Geographic*.

 http://www.nationalgeographic.com.es/historia/grandes-reportajes/ostia-el-gran-puerto-de-roma_6763

Tesoros del Museo Arqueológico Nacional.

 <http://goo.gl/vLgkvm>



FUENTES CONSULTADAS

CAPÍTULO 4

Alba, M.; Feijoo, S., “Los caminos del agua romana”, Ayto. de Mérida, 2010.

Aranda Gutiérrez. F., “Las presas de abastecimiento en el marco de la ingeniería hidráulica romana. Los casos de Proserpina y Cornalbo”, Traianvs, 2006.

Benito Segura, O.; Cárcel Carrasco, F. J., “Análisis de técnicas para abastecimiento de agua en la ingeniería hidráulica romana”, 3Ciencias, Ed. Área de Innovación y Desarrollo, S. L., 2015.

De la Peña Olivas, J. M., “Las técnicas y las construcciones de la ingeniería romana”, V Congreso de Obras Públicas Romanas, Fundación de la Ingeniería Técnica de Obras Públicas, 2010.

Feijoo Martínez, S., “Las presas y el agua potable en época romana: dudas y certezas”, III Congreso de Obras Públicas Romanas, *Nuevos elementos de ingeniería romana*, 2006.

García Quintas, M. M., “Algunas implicaciones jurídicas de la conducción del agua a la Roma Antigua”, Anuario Jurídico y Económico Escurialense, XLIV, 2011.

Martínez Maganto, J.; Petit Domínguez, D., “La pez y la impermeabilización de envases anfóricos romanos”, Centro de Estudios Históricos, CSIC, 1998.

Sechi Nuvole, M., “Calidad de las aguas e intuiciones de hidrogeología en el libro VIII del de Architectura de Vitrubio”, *Revista de Ciencias Humanas Espacio y Tiempo*, 2007.

Viollet, P.-L., “L’hydraulique dans les civilisations anciennes. 5000 ans d’histoire”, Ed. Presses de l’École Nationale des Ponts et Chaussées, 2004.

ArteHistoria.

 <http://www.artehistoria.com/>

Dialnet.

 <https://dialnet.unirioja.es/>

El Almanaque.

 <http://www.elalmanaque.com/lexico/potable.htm>

El Confidencial.

 <http://goo.gl/jkjBxN>



Histórico Digital.

 <http://historicaldigital.com/aqua-el-abastecimiento-de-agua-en-las-ciudades-romanas.html>

Portal europeo de ingeniería romana.

 <http://www.traianvs.net/index.php>

Radio Televisión Española.

 <http://www.rtve.es/alacarta/videos/ingenieria-romana/acueducto-nimes-ingenieria-romana/3317046/>

Portal *Ambientum*.

 http://www.ambientum.com/revista/2004_01/ROMA.htm

National Geographic.

 http://www.nationalgeographic.com.es/historia/grandes-reportajes/acueductos_8592

Roman acueducts.

 <http://www.romanaqueducts.info/aquasite/index.html>



FUENTES CONSULTADAS

CAPÍTULO 5

Calandra, O. J., “Naumaquias, el mayor espectáculo de Roma”, Boletín del Centro Naval nº 822, 2008.

Benito Segura, O.; Cárcel Carrasco, F. J., “Análisis de técnicas para abastecimiento de agua en la ingeniería hidráulica romana”, *3Ciencias*, Ed. Área de Innovación y Desarrollo, S. L., 2015.

De la Peña Olivas, J. M., “Las técnicas y las construcciones de la ingeniería romana”, V Congreso de Obras Públicas Romanas, Fundación de la Ingeniería Técnica de Obras Públicas, 2010.

Hernández Casado, C., *Historia antigua del saneamiento de aguas en la época romana*, Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.

Hopkins, John N. N., “The Cloaca Maxima and the monumental manipulation of water in archaic Rome”, *The waters of Rome*, nº 4, 2007.

Arte España.

 <http://www.arteespana.com/urbanismo.htm>

ArteHistoria.

 <http://www.artehistoria.com/v2/contextos/6435.htm>

EduCaixa.

 https://www.educaixa.com/microsites/Romanorum_vita/La ciudad romana/index.html

Histórico Digital.

 <http://historicodigital.com/aqua-el-abastecimiento-de-agua-en-las-ciudades-romanas.html>

iagua.

 <http://www.iagua.es/noticias/espana/ematsa/15/07/15/tarragona-practicamente-no-se-registran-perdidas-red-suministro-agua>

Maquetas históricas.

 <http://www.maquettes-historiques.net/P9.html>



Red Española de Ciudades Inteligentes.

 <http://www.redciudadesinteligentes.es/>

Romanorum vita. Una historia de Roma.

 <http://www.romanorumvita.com/?lang=es>

Smart Quimic.

 <http://www.smartquimic.com/index.php/entrevistas/item/459-salvador-plana>

Tarragona Smart.

 <http://www.tarragonasmart.cat/mediterranean-city/projectes/aigua/>



FUENTES CONSULTADAS

CAPÍTULO 6

Antón, J., “Heces de caballo para resolver el misterio de Aníbal”, *El País*, 2016.

Aranda Gutiérrez. F., “Las presas de abastecimiento en el marco de la ingeniería hidráulica romana. Los casos de Proserpina y Cornalbo”, Traianvs, 2006.

Castillo Barranco, J. C.; Arenillas Parra, M., “Las presas romanas en España. Propuesta de inventario”.

Jurado, F., “El acueducto romano de Segovia”, *Ingeniería y territorio*, Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, 2002.

Martínez Garcerán, M.^a P., Cuaderno de Gabinete Didáctico nº 2, Museo Arqueológico Municipal de Cartagena.

Martínez Garcerán, M.^a P., Cuaderno de Gabinete Didáctico nº 4, Museo Arqueológico Municipal de Cartagena.

Morales Gil, A., “Orígenes de los regadíos españoles: estado actual de una vieja polémica”, Instituto Universitario de Geografía, Universidad de Alicante, 1992.

Morales Gil, A., “El riego con agua de avenida en las laderas subáridas”, Universidad de Murcia, 1969.

Arte España.

 <http://www.arteespana.com/villasromanasespana.htm>

ArteHistoria.

 <http://www.artehistoria.com/v2/contextos/12575.htm>

Cervantes virtual.

 http://www.cervantesvirtual.com/bib/portal/antigua/hispania_romana.shtml

Diorama del acueducto de Segovia.

 <http://www.alejandroduque.com/Pages/AcueductodeSegovia.aspx>

El sitio del agua.

 <http://www.elsitiodelagua.com/ES/content/Historia>



Fundación Las Médulas.

 <http://www.fundacionlasmedulas.info/index.php/template-layout/all-module-positions-6/all-module-positions-11>

Histórico Digital.

 <http://historicodigital.com/historia-de-roma.html>

Mapa virtual de la expansión del Imperio romano.

 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Roman_Republic_Empire_map_fast.gif#/media/File:Roman_Republic_Empire_map_fast.gif

Patronato de Turismo del Bierzo.

 <http://canalesromanos.es/presentacion.html#antecedentes>

Portal europeo de ingeniería romana.

 <http://www.traianvs.net/index.php>

Región de Murcia digital.

 <https://www.youtube.com/watch?v=bEYPBnR1UN8&nohtml5=False>

Sinc. La ciencia es noticia.

 <http://www.agenciasinc.es/Noticias/El-acueducto-mas-antiguo-de-la-Espana-romana-se-encontraba-en-Cartagena>

SpanishArts.

 http://www.spanisharts.com/arquitectura/roma_ingenieria.html

Viator Imperi. Tu camino a Roma.

 <http://www.viatorimperi.com/espana>



FUENTES CONSULTADAS

CAPÍTULO 7

Bersani, P.; Bencivenga, M., “Le piene del Tevere a Roma dal V secolo a. C. all’anno 2000”, Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale, 2001.

Margaritora, G., “Approvvigionamento idrico a Roma”, Dipartimento di Idraulica, Trasporti e Strade, Univ. Sapienza.

Acqua per Roma, Acea, Relazioni Pubbliche Romane, 1996.

Locchi, G., “Il Peschiera, l’acquedotto che disseta la Capitale”, *Voci di Roma*, 2013.

 <http://www.vocidiroma.it/articolo/lstp/41422/>

Acea, empresa municipal de agua y electricidad.

 <http://goo.gl/FgFohE>

Acquedotti romani.

 http://web.archive.org/web/20061209011056/http://map.cs.telespazio.it/fontane/acquedotti_romani.htm

Agencia para el control y la calidad de los servicios públicos de Roma capital.

 <http://www.agenzia.roma.it/home.cfm>

“La mayor catástrofe de Europa y el prototipo español para que no vuelva a repetirse”, *Materia*.

 <http://esmateria.com/2013/10/20/la-mayor-catastrofe-de-europa-y-el-prototipo-espanol-para-que-no-vuelva-a-repetirse/>

“Los narizones (*nasoni*) de Roma: un patrimonio a preservar”, *Scuola Romit*.

 <http://www.scuolaromit.it/articoli/los-narizones-las-fuentes-publicas-de-roma/>

“Una «Capilla Sixtina» a orillas del Tíber”, *ABC*.

 http://www.abc.es/cultura/abci-capilla-sixtina-orillas-tiber-201604071029_noticia.html



Canaleduca 25 años

Canal
de Isabel II gestión

Redacción de contenidos: **Lavola** - Diseño gráfico: **Lavola** – 2016

