http://www.traianvs.net/

AVANCE DEL ESTUDIO HIDRÁULICO DEL

ACUEDUCTO ROMANO DE GADES

Publicado en el IV Congreso de las Obras Públicas en la Ciudad Romana. CITOP. Lugo 2008.

Jenny Pérez Marrero © 2008
jennyperez28@yahoo.es
Isabel Bestué Cardiel © 2008

TRAIANVS © 2009

El presente artículo es un extracto de un trabajo de tesis doctoral que tiene por objeto profundizar en el conocimiento global del acueducto romano de Tempul. Dicha tesis está siendo desarrollada en la Universidad de Granada por Dª Jenny Pérez Marrero, bajo la dirección de los profesores Dª Isabel Bestué Cardiel de la Universidad de Granada y D Rafael Lucas de la Universidad de Sevilla.

Introducción. Primeros sistemas de abastecimiento de agua de la ciudad de Cádiz.

El abastecimiento de agua de la ciudad de Cádiz es el resultado de la evolución del desarrollo técnico, urbano y económico de las diferentes civilizaciones que se asentaron en su territorio; esta superposición de asentamientos culturales con sus diferentes técnicas hidráulicas es la que nos permiten diferenciar una serie de etapas en cuanto abastecimiento de agua de la ciudad, que tuvieron en común las limitaciones de los recursos hídricos en la zona.

En la primera etapa de ocupación el agua se obtenía de fuentes, pozos, y cisternas. Las primeras noticias que nos llegan de los autores clásicos sobre el abastecimiento de agua a la ciudad de Cádiz las tenemos a través de Polybios quien nos describe que en la ciudad fenicia de *Gadir* existió un templo llamado "Templo de Hércules" y que en él existía una gran fuente de agua potable a la que se accedía a través de peldaños, con un régimen inverso a las mareas. Restos arqueológicos vienen a confirmar la existencia de depósitos que se encontraban en uso durante la ocupación romana como lo son el de la Casa del Obispo (siglo III a.C.) ó el de la calle del Viento (siglo I d.C.) (Fierro, 2002). Este tipo de abastecimiento se mantuvo desde los primeros pobladores, cuando fue ciudad fenicia, hasta pasar a ser la ciudad romana de *Gades* en el 206 a.C.

Con el fin de la segunda guerra púnica se dio paso al desarrollo de la ciudad que, por su ubicación geográfica e importancia para el comercio creció rápidamente llegando a contar con una población significativa[1]; esta situación trajo como consecuencia una mayor demanda de agua y la

[1] Suárez de Salazar (Estrabón citado en Suárez, 1610) habla de que *Gades* contó con hasta 500 caballeros para el cambio de milenio, por lo que fue considerada la ciudad más poblada de la Orbe a excepción de Roma y Padua.

necesidad de buscar una fuente que la suministrase de manera constante. Es entonces cuando los ingenieros romanos optan por la construcción de un acueducto que trajo el agua desde el manantial de Tempul a Cádiz con un recorrido de 75 Km. de longitud aproximadamente[2]. Su datación exacta sigue hoy en discusión, pero de lo que no queda duda es que sólo la técnica constructiva romana en materia de acueductos pudo resolver la traída de agua de una fuente tan distante y con la especial dificultad que tiene esta obra.

Además del acueducto de la *Gades* romana se conservan algunos ejemplos de depósitos ó cisternas como el que se encuentra en el anfiteatro ó el del Teatro Cómico del siglo I d.C., así como otros que posiblemente estén relacionados con las antiguas fábricas de salazón del pescado (Fierro, 2002), lo que nos indica que en esta segunda etapa en el sistema de abastecimiento de agua de la ciudad operaban tanto el acueducto como los sistemas primitivos de pozos, fuentes y cisternas.

Tras un período de esplendor, comienza una tercera etapa, cuando la ciudad romana cae en decadencia alrededor del siglo IV d.C. y cesa de manera definitiva el funcionamiento de su acueducto. Hubo entonces un retroceso y los habitantes de la ciudad volvieron a suplir sus necesidades únicamente a través del agua subterránea cercana, haciendo uso de manantiales, pozos y cisternas. Esta situación no presentó problemas hasta que el aumento la población alcanzó niveles en los cuales estas fuentes fueron altamente insuficientes, situación que no se resolvió hasta principios del siglo XIX.

Estado de la cuestión del acueducto romano de Cádiz.

El acueducto romano de Cádiz ha sido objeto de varios trabajos de investigación desde el punto de vista histórico y arqueológico. En el presente artículo se hace un resumen de todas las fuentes que han tratado el tema, que van desde obras de geógrafos hispanos musulmanes del siglo XII hasta trabajos de prospección arqueológica del siglo XX.

Los autores clásicos como Estrabón, Plinio y Mela no dan noticia alguna de la existencia del acueducto romano de *Gades*, sólo hacen una pequeña referencia a los pozos existentes en la ciudad de Cádiz romana.

Las primeras referencias bibliográficas que citan el acueducto romano provienen de enciclopedias de geógrafos hispano-musulmanes de los siglos XII y XIII como: la enciclopedia de al-Zuhrí (al-Zuhrí, citado en Martínez, 1974), quien realizó una descripción de los depósitos terminales *castellum* ó la de Yāqūt (Yāqūt citado en Toledo, 1988) que hace una breve reseña del trazado y de algunos de sus elementos singulares, como el sifón del último tramo del acueducto.

Entre los siglos XVI y XVII se encuentra la obra de al-Maqqarí (al-Maqqarí citado en Martínez, 1974) que se refiere en general a los monumentos antiguos de al-Andalus afirmando:

"Entre ellos también se incluyen los que fabricaron los antiguos para traer el agua por el océano hasta la isla de Cádiz, desde la fuente que hay en la "Región de los Ídolos" (Iqlim al-asnam). Lo trajeron por el fondo del mar, en piedras horadadas en forma de macho y hembra. Cruzaron así los montes y, al llegar a los sitios bajos, edificaron unos puentes sobre arquerías. Atravesándolos así, y alcanzada la tierra mediana, volvían a la construcción mencionada, y cuando topaban con un terreno pantanoso construían una calzada sobre la que corría el agua. Así, hasta alcanzar el mar, en el que después entraba, para salir en la isla de Cádiz."

Después de las referencias de los geógrafos hispano-musulmanes tenemos las obras del siglo XVI en las que se hace mención al acueducto romano, como *Crónica General de España Tomo I* de

[2] Según Fernández Casado (Fernández, 1983) el acueducto romano de Cádiz fue el de mayor longitud de *Hispania* con 75 Km.

http://www.traianvs.net/

Florián Ocampo (Ocampo, 1578) quien le atribuye a Cornelio Balbo la construcción de dicho acueducto. Sitúa la captación de agua en el sitio de Tempul, en el término de Jerez de la Frontera, además de fijar como punto de paso del acueducto el Puente Suazo desde donde se dirigía a la ciudad de Cádiz.

En las dos obras de Agustín de Horozco (Horozco, 1845; Horozco, 1929; Morgado, 2000) tanto en: "Discurso de la Fundación y Antigüedades de Cádiz y los demás sucesos que por ella han pasado, 1591", y en: "Historia de la Ciudad de Cádiz, 1598", se trata el tema del acueducto romano. La describe como la obra más conocida de los romanos en Cádiz y al igual que Florián Ocampo le atribuye la construcción a Cornelio Balbo. El origen ó captación lo estableció en Tempul, con una longitud de 12 leguas, 67 Km. aproximadamente[3], que contó con diferentes tramos que podían ir sobre pilares, túneles ó atanores de piedra hasta la ciudad de Cádiz. Los depósitos terminales los ubicaba cerca de lo que fue: el Matadero de la Carne, Puertas de Tierra y de la Ermita de San Roque; establece que fueron siete con unas dimensiones de doscientos pies de largo y sesenta pies de ancho, equivalentes a 56 m. de largo por 17 m. de ancho aproximadamente. En las obras de Horozco se hace mención del encargo hecho por el Rey Felipe II al religioso Azario Mariano de reconocer el estado del acueducto romano, en lo que sería el primer intento conocido de rehabilitación del mismo.[4]

En el siglo XVII se publica la obra de Suárez de Salazar (Suárez, 1610) de la que hemos extraído la descripción que hace del acueducto, estableciendo el origen de la conducción en el sitio denominado Tempul cercano a la ladera de la Cabras, dentro del término de Jerez de la Frontera, distante 11 leguas unos 61 Km. de la ciudad de Cádiz. Señala que a tres leguas, unos 17 Km., del nacimiento se encontraba una quebrada, una tierra llamada "los Arquillos", en donde se optó por construir unos arcos sobre los cuales instalaron la cañería. Establece algunos sitios por donde discurría la conducción como: Mesa de los Bolaños, el Arrecife, las viñas de la villa de Puerto Real, la venta del Arrecife, el Puente Suazo, el castillo de la Isla de León, la Puerta de Muro ó de Tierras, y la playa de Mediodía.

En la obra "Emporio de la Orbe" de Fray Jerónimo de la Concepción (Fr. Jerónimo de la Concepción, 1690), Libro II, Capítulo VI, se data el acueducto como una obra del año 17 a.C. realizada por Cornelio Balbo Gaditano el Menor. Al igual que las anteriores descripciones, señala que el origen del acueducto se encontraba en Tempul en las Sierras de Jerez. En cuanto a la descripción del trazado hace la misma que Suárez de Salazar (Suárez, 1610), sin ninguna nueva aportación. Expone que el número de depósitos terminales eran siete, sobre los que muchos años después se construiría la ermita de San Roque y el matadero antiguo. Al igual que Agustín de Horozco (Horozco citado en Morgado, 2000) hace mención del encargo hecho por el Rey Felipe II al padre Ambrosio Mariano para reconocer la antigua cañería.

En el siglo XVIII se presentó una situación de escasez de agua en la ciudad de Cádiz, por lo que se encomendaron una serie de trabajos de reconocimiento del acueducto romano con miras a su rehabilitación. Para la fecha ejercía el cargo de gobernador militar y político de Cádiz el Conde O´Reilly, quien ordena la elaboración del proyecto a cargo de una serie de arquitectos e ingenieros militares entre los que destacan: Don Vicente de Rueda, Don Antonio Hurtado, Don

[3] En el presente trabajo se realizan las conversiones de unidades al sistema métrico actual siguiendo la correspondencia oficial según la Real Orden del 9 de diciembre de 1852. Se ha trabajado con la vara castellana equivalente a 0,8359 m.

[4] Azario Mariano ó Ambrosio Mariano. Se desconoce si se realizó el reconocimiento y el informe, habiéndose consultado el Archivo de Simancas en donde no se encontró nada al respecto.

http://www.traianvs.net/

Ignacio Garcini y Scipion Perossini[5]; el resultado de estos trabajos fue una serie de manuscritos, en donde se describen los sitios por donde discurrió el trazado del acueducto, así como los cálculos necesarios para su rehabilitación. Hasta la fecha de hoy conocemos la existencia de dos manuscritos, uno de 1784 (Garcini et al., 1784) y otro de 1.786 (Rueda, 1786), además de un tratado impreso fechado en 1786 (Perosini et al., 1786).

Manuscrito de 1784[6](Garcini et al., 1784), contiene dos informes: el primero elaborado por el arquitecto Don Ignacio Garcini en 1782 y el segundo por los ingenieros Don Antonio Hurtado y Don Vicente de Rueda, de fecha 27 de abril de 1784.
En el informe de Garcini se hace una breve descripción de todo el trazado del acueducto, estableciendo la longitud total del mismo entre 14 y 15 leguas, es decir entre 78 y 83 Km. aproximadamente. Su mayor aportación es un plano de perfil del terreno por donde pasaba el acueducto en el sitio llamado de los Arquillos, en donde debió existir un sifón que cruzaba el actual arroyo de Salado de Paterna.
El informe de Hurtado y Rueda es el resultado de un reconocimiento preliminar del tramo comprendido entre el manantial de Tempul y las inmediaciones del Puerto de la Cruz, de 15 Km. de longitud aproximada, que equivale a un 20 % de la longitud total de la conducción estimada actualmente en 75 Km.
En los sitios donde se encontraban con restos del acueducto se realizaron catas que fueron registradas en una serie de planos de detalle que acompañan el informe. Además, cada uno de los 130 puntos reconocidos fue ubicado en su correspondiente plano de planta, lo que constituyó la primera hipótesis de trazado de un primer tramo del acueducto dibujado en planos.

[5] Ignacio Garcini fue arquitecto de la ciudad de Cádiz en el momento. Don Scipion Perossini fue un arquitecto romano contratado y venido de Italia únicamente para el reconocimiento del acueducto.
[6] Es parte de los fondos de la Biblioteca Nacional. Manuscrito MSS 2216.

http://www.traianvs.net/

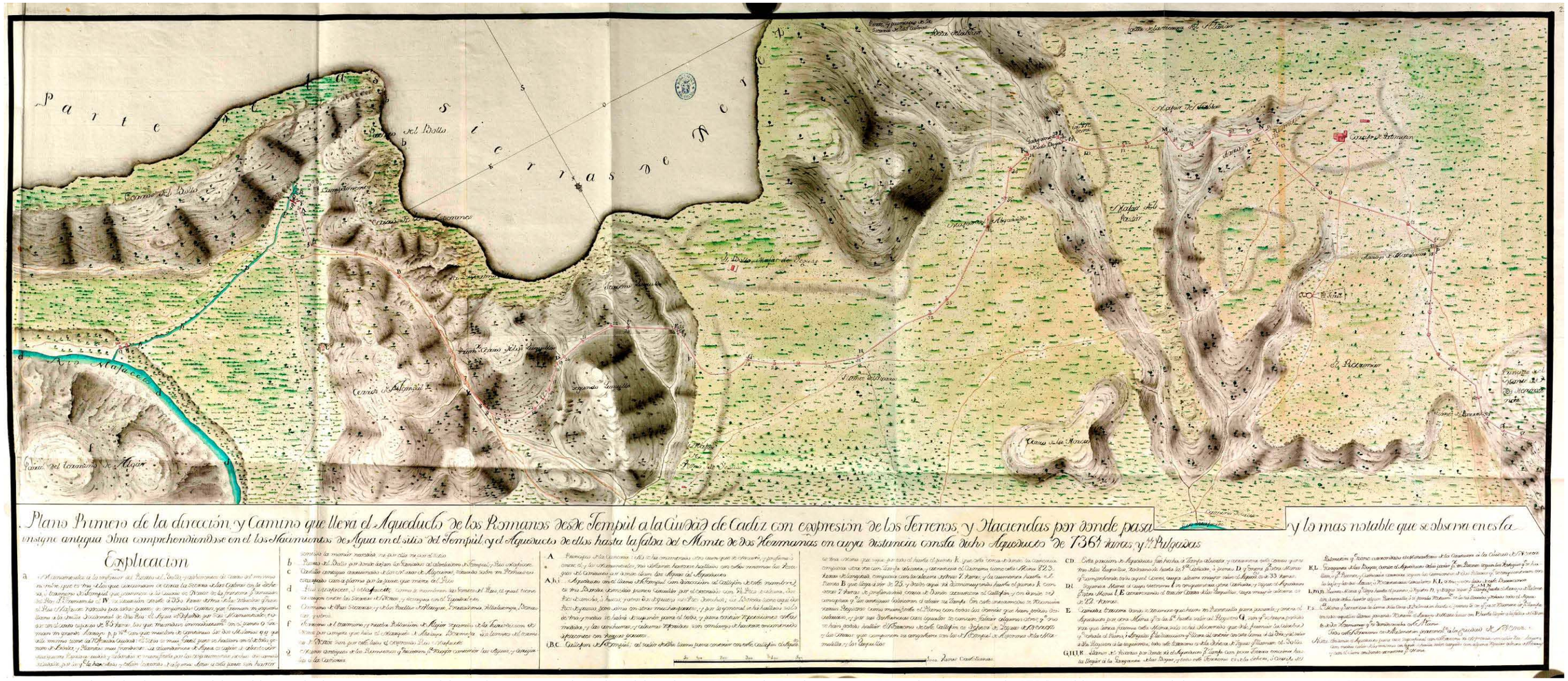


Figura Nº 1, Plano de planta Nº 1 del posible trazado de un primer tramo del acueducto romano de Cádiz. Elaborado por Vicente de Rueda y Antonio Hurtado (Garcini et al., 1784). Biblioteca Nacional de España. Manuscrito MSS 2216.

http://www.traianvs.net/

De los dichos 130 puntos reconocidos 33 eran pozos de registro *puteis* de diferentes tipos según su planta: circular, cuadrada y la que llamamos mixta, que era de forma circular en su interior y de forma cuadrada en su exterior. Se informa que fue común el uso de la técnica constructiva *opus reticulatum* en algunos de los pozos de registro reconocidos. En cuanto a sus dimensiones medias, el informe habla de 0,75 m. de diámetro interior para registros de planta circular, 0,65 m. de lado interior para los registros de planta cuadrada y entre 0,90 - 0,75 m. para los de planta mixta.
En este informe también se aportan datos de la captación, a través de dos planos en donde se dibujan los manantiales y las posibles estructuras construidas para derivar el agua, como el azud de 0,60 m. de alto por 11 m. de largo construido en hormigón romano.
Otros puntos inspeccionados correspondían a tramos de galerías subterráneas ó a nivel del terreno, de sección transversal tipo canal rectangular cubierto con bóveda de cañón, de dimensiones casi constantes: 2 pies de ancho interno medido en la solera del *specus,* unos 0,56 m. y 5 ½ pies de altura, unos 1,48 m. aproximadamente, medidos desde la solera al intradós de la bóveda. Los espesores de los muros eran de 2 pies, unos 0,56 m. y el de la bóveda era variable entre 1 ½ y 2 pies, de 0,40 a 0,56 m. Existían pequeñas variantes en la forma de cubrir el *specus*, pero eran casos puntuales en donde se mencionaba una cubrición con una estructura plana.

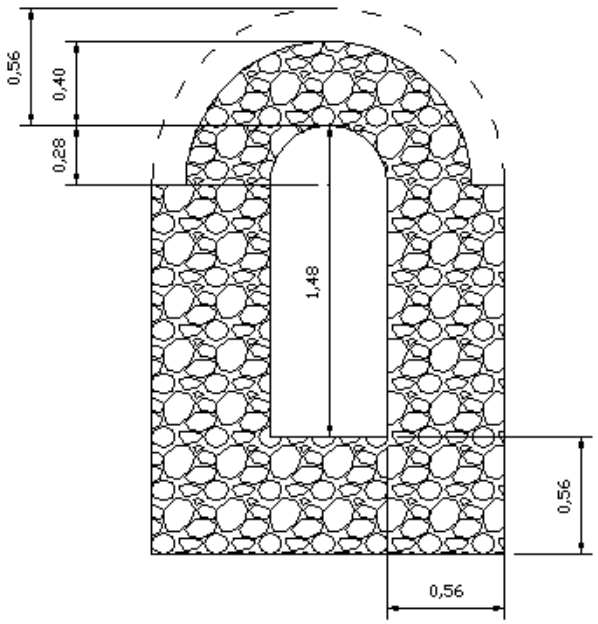


Figura Nº 2, Dibujo de la sección "tipo" del primer tramo del acueducto. Dibujo: J. Pérez, 2008

Se identificaron las estructuras relacionadas con el primer sifón del acueducto que salvaba el arroyo de la Boca de la Foz en la Garganta de Bogas, entre las que estaban: el depósito de recepción, el depósito de cabecera[7] y el *venter*, del cual se documentaron restos de algunos de sus pilares. El ancho de la garganta en el sitio de paso del sifón se establecía en 117 m. con una altura de 27 m.

[7] Según los datos suministrados en el informe se ha estimado la capacidad del depósito de cabecera en 12 m³.

http://www.traianvs.net/

Figura Nº 3, Restos arqueológicos dispersos del acueducto romano de Cádiz que pueden verse actualmente en la Garganta del Bogas. Foto: J. Pérez, 2008

Manuscrito de 1786[8](Rueda, 1786), de Don Vicente de Rueda, que se encuentra dividido en una serie de legajos.

Este manuscrito a diferencia del los informes elaborados en 1784 reconoce un tramo de mayor longitud, de unos 30 Km. aproximadamente, que va desde los manantiales de Tempul hasta la altura de los Cortijos de los Isletes de San Luis. En este informe se realizaron mediciones de longitudes y pendientes del *specus* por tramos que, luego de efectuadas las conversiones y cálculos correspondientes, nos dan un valor de pendiente media de 0,40 m/Km. para dicho tramo. En estos primeros 30 Km. se identificaron 5 puentes-acueductos, 2 puentecillos, 6 alcantarillas, 16 túneles, varios tramos de canal abovedados a nivel del terreno, pozos de registros y 3 sifones. Es importante señalar que este manuscrito contaba en origen con un conjunto de planos y perfiles a los cuales hace constante referencia y que no han sido ubicados a la fecha del presente trabajo.

Se suministra información de los elementos singulares del sistema, como el segundo sifón que estaría ubicado en la Garganta del Valle y en donde localizan lo que llamaron "un registro de caída de aguas", a partir del cual se iniciaba la tubería de atanores de piedra. Del tercer sifón de Los Arquillos establecen su longitud en 2.948 m [9], también construido con atanores de piedra de diámetro interno entre 30 y 33 cm., que salvaba una profundidad máxima hasta el arroyo de 79 m. y con una diferencia de cotas entre las soleras de las minas entrante y saliente de 12 m. aproximadamente. Se establece que el caudal aportado por el manantial en 1.783 era de 345.600 pies^3/día equivalente a 9.787 m^3/día.

[8] Forma parte de los fondos del Instituto de Geografía e Historia Militar de Madrid. En el presente trabajo se ha datado como de 1786, ya que contiene una serie de observaciones hechas sobre el informe del arquitecto Scipion Perosini que es de abril de 1786.

[9] Los datos aportados por este manuscrito (Rueda, 1786) en cuanto al sifón de Los Arquillos difiere con respecto a los suministrados en los informes de 1784 (Garcini et al., 1784), en cuanto a la longitud del sifón y a la profundidad máxima salvada; estos valores están siendo verificados actualmente a través del trabajo de campo.

http://www.traianvs.net/

Tratado impreso de 1786[10] (Personi et al., 1786) firmado por el arquitecto romano Scipion Perosini y el Ingeniero Don Du Bornial, es el resultado de la unión de los informes realizados por varios técnicos y que se encuentra dividido en varios apartados, alguno de los cuales son una copia del manuscrito de 1786 antes analizado (Rueda, 1786).

De este tratado resaltan los conocimientos que aportan acerca de los últimos tramos del acueducto y que no habían sido descritos en los anteriores manuscritos; se hace referencia al último gran sifón, que contó con un dispositivo especial denominado "Torre de los Castillos", la cual estaría ubicada a 4,8 Km. del Puente Suazo y que tenía un depósito en su parte superior desde donde la conducción partía en atanores de piedra con un diámetro interno de 20 - 23 cm. Se indica que probablemente este sifón se iniciaba antes de la mencionada torre por las nivelaciones topográficas hechas en su momento.[11]

Ya a mediados del siglo XIX, en la ciudad de Jerez de la Frontera el ingeniero Don Ángel Mayo inició la elaboración de un proyecto de abastecimiento de agua para dicha ciudad, escogiéndose como fuente de captación el manantial de Tempul. La obra fue ejecutada y a partir de 1869 el nuevo acueducto de Tempul inició el suministro de agua a la ciudad de Jerez de la Frontera hasta la actualidad.[12]

En el proyecto del nuevo acueducto se hacen algunas referencias al acueducto romano como: la existencia en la captación de unos cajeros del acueducto antiguo, con unas dimensiones de 0,60 m. de ancho y 1,50 m. de altura; del trazado hace referencia a los nombres de los sitios en los cuales se encontraron vestigios del antiguo acueducto; por último concluyó que los ingenieros romanos alargaban el trazado de su conducción buscando las cañadas casi en su origen para evitar construir grandes puentes.

En 1934 Enrique Romero (Romero, 1934) hace una recopilación de las descripciones hechas del acueducto romano por algunos autores (Suárez, 1610; Horozco, 1845; Horozco, 1929; Morgado, 2000).

En 1989 se publica en la revista Arqueología un artículo referido al acueducto romano de Cádiz (Fierro, 1989), en donde se hace un breve resumen del estado del conocimiento. La segunda parte de este trabajo se refiere al trazado del acueducto, donde ordena los nombres de los sitios reseñados en los informes del siglo XVIII. La tercera parte del artículo trata sobre los restos arqueológicos existentes para el momento, específicamente describe los encontrados en el llano de los Arquillos y en la playa sur.

De los restos arqueológicos del llano de los Arquillos describe lo que pudieron ser dos registros, así como una serie de bóvedas derruidas y un pilar de un puente que cruza el arroyo Salado de Paterna; en cuanto a los restos ubicados a lo largo del istmo, paralelos a la carretera Nacional IV, a 700 m. del Castillo de la Cortadura, establece que eran tubos hechos con sillares de piedra de dimensiones variables que presentaban perforaciones de 25 cm. de diámetro interior, llegándose a contabilizar alrededor de 450 piezas en bajamar. Otro resto documentado en esta zona y actualmente inmerso en el mar, era un registro de forma tronco-cónica y de tres piezas de material basáltico, del cual se dice debió estar ubicado fuera de la influencia de las mareas por lo que se

[10] De este tratado existen dos ejemplares impresos: el primero se encuentra ubicado en la Biblioteca Provincial de Cádiz y el segundo en la Biblioteca Nacional de Madrid.

[11] Existe un trabajo inédito elaborado por un equipo de la Universidad de Cádiz en el 2007 (Lagóstena et al., 2007), donde se transcriben como una edición crítica el manuscrito de 1784 (Garcini et al., 1784) y el tratado de 1786 (Perosini et al., 1786).

[12] En 1877 es publicado en los Anales de Obras Públicas de España la Memoria relativa a las Obras del Acueducto de Tempul para el abastecimiento de aguas a la ciudad de Jerez de la Frontera (Mayo, 1877).

http://www.traianvs.net/

recomienda un estudio geológico de la evolución de la costa para ubicarnos en el perfil de la costa de la época hispano-romana.
También trata el tema de ubicación del *castellum*, que según sus descripciones se encontraba en la parte más alta de la isla, a unos 20 m.s.n.m., en la zona que va desde la Ermita de San Roque hasta el Antiguo Matadero.

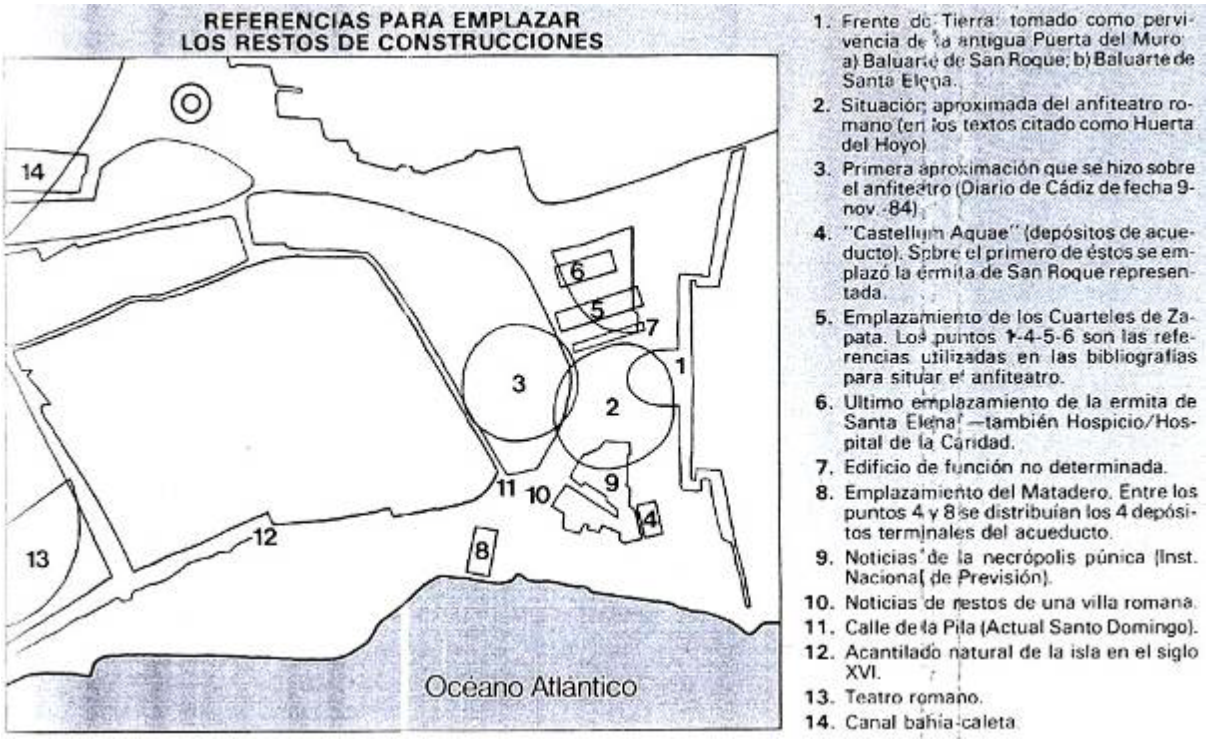


Figura Nº 4, Plano donde se ubican la ubicación del *castellum* del acueducto de Cádiz (Fierro, 1989).

En 1991 en el Anuario Arqueológico de Andalucía/1989 se hace una descripción de los restos hallados de forma casual en 1989 en dos puntos diferentes del acueducto; los primeros restos fueron reconocidos según Don Vicente Muñoz (Muñoz, 1991) en la ladera trasera de Tempul en el término Municipal de Jerez de la Frontera, una galería subterránea de 300 m. de longitud de sección rectangular cubierta con bóveda de medio cañón, cuya sección trasversal tenía 1,70 m. de alto medida en el intradós de la bóveda y un ancho variable entre 0,50 m. y 0,55 m. Los segundos restos documentados en éste artículo fueron los hallados en el término Municipal de Puerto Real, en la zona denominada Llanos de Guerra, cerca del Puente Suazo, paralelo al Km. 674 de la carretera Nacional IV; en cuanto al tipo de restos arqueológicos encontrados se describe un tramo de 70 m. de longitud formado por un conjunto de 3 tuberías en paralelo, de tubos de piedra de sección transversal interior circular de 22 cm. de diámetro con reborde de 9 cm. de grosor por un lado, que permitía la unión de los mismos a través de un mortero de cal. Fueron extraídos 25 m. de las tuberías y dispuestos en la misma orientación a pocos metros del lugar del hallazgo.

http://www.traianvs.net/

http://www.traianvs.net/

Figura Nº 5, Tramo de sifón encontrado en la playa de la cortadura reubicado en la Plaza de Asdrúbal de la ciudad de Cádiz. (Pérez, J. 2008).

Figura Nº 6, Vista interior del tramo de sifón encontrado en la playa de la cortadura reubicado en la Plaza de Asdrúbal de la ciudad de Cádiz. (Pérez, J. 2008).

En el año de 1993 se publica el libro titulado "Agua, Ciudad y Territorio. Aproximación geo-histórica del abastecimiento de agua a Cádiz" coordinado por Don Juan Barragán Muñoz (Barragán, 1993). Este trabajo tiene un capítulo que reúne un mayor número de fuentes bibliográficas que citan el acueducto romano de Cádiz, analizando las descripciones que hacen cada una de éstas, además de que incluye una hipótesis de trazado dibujada sobre la planimetría de la provincia.

En ese mismo año se publica la tesis doctoral de Lourdes Roldán (Roldán, 1993) en donde dedica un apartado a la ciudad de *Gades* (Cádiz), centrando su estudio en dos construcciones singulares a saber: el teatro y el acueducto. Esta investigación se enfocó en el estudio de las técnicas constructivas romanas empleadas en los elementos prospectados, además de que buscó paralelos con otras construcciones similares del Imperio, desarrollando en el caso del acueducto un pequeño estado del conocimiento del mismo a la fecha, a partir del estudio de la bibliografía contemporánea de la ciudad de Cádiz. Con todos los datos registrados se elaboró una tercera hipótesis de trazado que se muestra en el plano anexo.

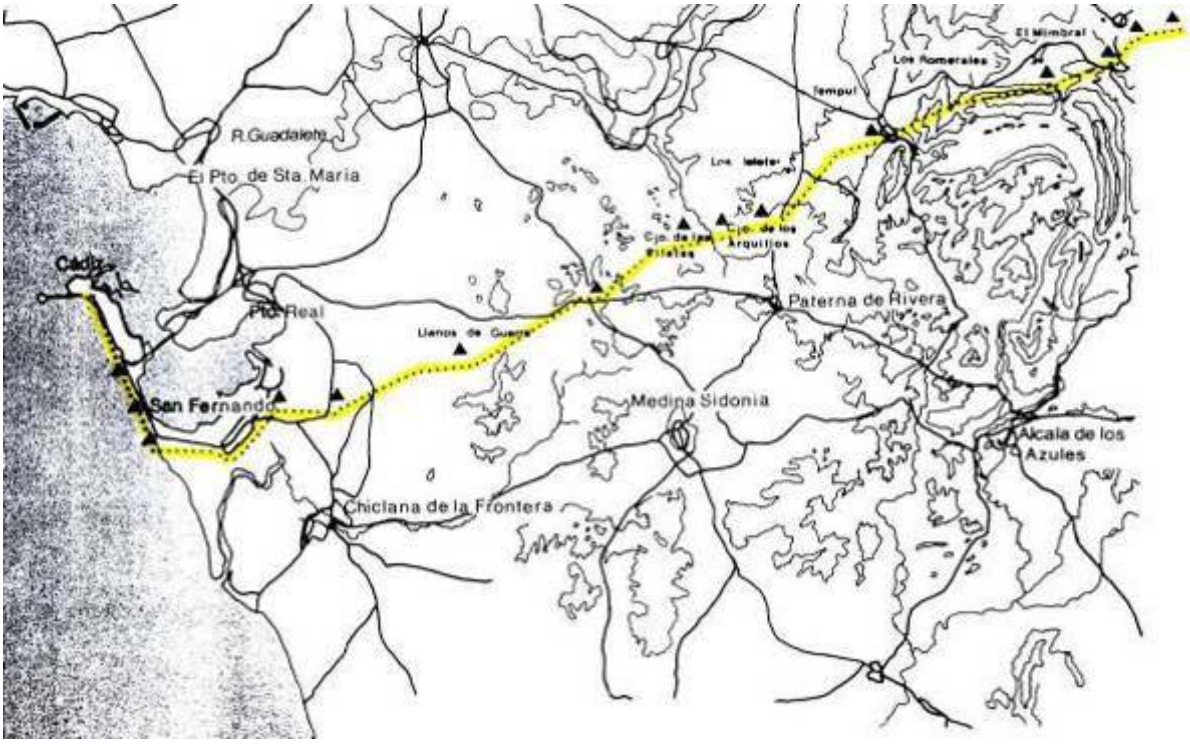


Figura Nº 7, Plano con una hipótesis de trazado de acueducto romano de Cádiz. (Roldán, 1993).

Además de la hipótesis del recorrido, en este trabajo se tomaron ocho muestras de diferentes materiales pertenecientes a distintos puntos del acueducto y que fueron ensayadas en laboratorio. Se llegó a la conclusión de que las técnicas constructivas empleadas en el acueducto de Cádiz fueron *opus incertum, opus vittatum* y *opus caementicum,* con la ausencia de revestimiento interior tipo *opus signinum.*

En 1997 un equipo de la Universidad Autónoma de Madrid realiza un análisis de los restos arqueológicos del acueducto romano de Cádiz con el empleo de Sistemas de Información Geográfica (SIG), a partir de 30 puntos identificados, realizándose una cuarta hipótesis de trazado del mismo. Dicho trabajo partió de un trazado mínimo al que se le fueron imponiendo una serie de condicionantes como: área de proximidad de 4 Km., pendientes y economía de esfuerzos entre

http://www.traianvs.net/

otros; el resultado fue un modelo que generó una serie de rutas óptimas del trazado que no fueron verificadas en campo (Baena et al., 1997).
En el 2004 se publica un artículo referente a sifones en acueductos romanos en Hispania, en donde se hace una descripción del sifón de los "Arquillos", con una primera estimación de su capacidad de transporte en 8.544 m³/día (Bestué y González, 2004).

Figura Nº 8, Restitución del sitio donde debió estar ubicado el sifón de los Arquillos, Cádiz. (Bestué, I.)

Existe un trabajo inédito elaborado por un equipo de arqueólogos de la Universidad de Cádiz que fue financiado por el CEHOPU-CEDEX (Lagóstena et al., 2007), en donde se hace la revisión histórica más completa del acueducto, además de que introducen aportaciones propias basadas en el análisis de toda la información anterior. En cuanto a la datación de la obra lo clasifican como un acueducto con un modelo canónico que se extendió por todo el imperio en época Augustea, pues posee todos sus elementos: canales impermeables, puentes, arcuationes, sifón invertido y *opus caementicium,* que según sus datos debería corresponder a una obra más tardía que la época de Balbo el menor, quizás en tiempos del emperador Claudio.[13]
Como datos técnicos aportan que el sifón del valle de los Arquillos tenía una pérdida de carga de 12,43 m. como valor máximo, a través de la diferencia de altura en ambos lados del valle, y dicen que pudo existir más de una tubería. En cuanto al último sifón que debió terminar en la ciudad de Cádiz, plantean la cuestión de si era un solo sifón de 18 Km de longitud ó dos sifones comunicados con una cisterna elevada en la isla de León.
Del trazado del acueducto se dan las coordenadas UTM de 5 puntos con restos arqueológicos inventariados los cuales se reflejan en la tabla Nº 1.

[13] Establecen una relación entre el acueducto romano y los itinerarios de vías romanas, específicamente con los Vasos de Vicarello y el Itinerario Antonino, para intentar precisar la fecha de construcción del acueducto. Dicha relación se fundamenta en una *masio* denominada *Ad Potem* que sólo aparece reflejada en el Itinerario Antonino y que la asocian con el Puente Suazo por donde se sabe cruzó el acueducto hacia la isla de Cádiz. De lo que concluyen que el acueducto se construyó posterior a los Vasos de Vicarello y antes de la redacción del Itinerario Antonino.

http://www.traianvs.net/

PUNTO	COORDENADAS
Caput Aquae	30S-2608374058218
Punta del Mosquito	30S-2587494058351
Torre de los Arquillos	30S-2393864050318
Puente Suazo	29S-7573664039831
Salado de Paterna "Los Arquillos"	29S-7522914039942

Tabla Nº 1, Coordenadas UTM de los restos arqueológicos georeferenciados del acueducto (Lagóstena et al., 2007).

Descripción del estado actual de los restos arqueológicos del acueducto romano de Cádiz.
El presente trabajo partió de la información de los restos arqueológicos reconocidos en los trabajos anteriores. Todos los datos han sido procesados haciendo uso de un sistema de información geográfica SIG, realizando estimaciones de las posibles ubicaciones geográficas de cada uno de los sitios donde se encontraron dichos restos, información que debe ser corregida con un trabajo posterior de reconocimiento en campo. Un avance de dicho inventario lo podemos ver en la figura Nº 9, en donde se han señalado alrededor de 30 puntos.

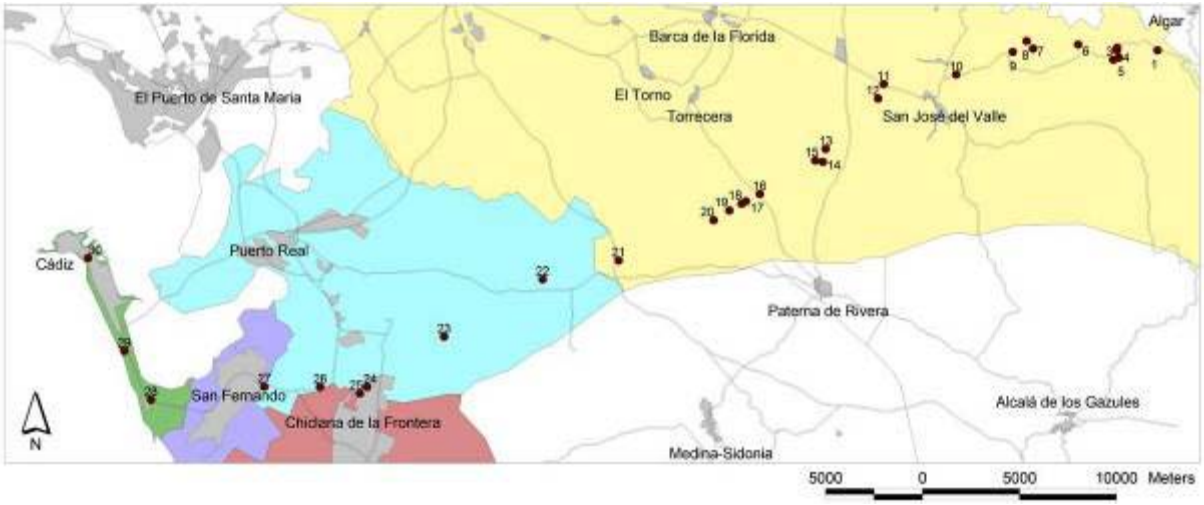


Figura Nº 9, Puntos con posibles restos arqueológicos del acueducto romano de Cádiz, elaborado según los datos de trabajos anteriores.

Se ha iniciado el trabajo de reconocimiento de todos los restos arqueológicos relacionados con el trazado del acueducto, haciendo énfasis en determinar su ubicación geográfica a través de coordenadas UTM[14], su cota altimétrica, el tipo de resto ubicado y características del elemento. Dicho reconocimiento incluye los restos anteriormente reseñados y los de nueva aportación.
Para la fecha del presente artículo se tienen identificados en campo una serie de puntos, de un primer tramo del acueducto que va desde Tempul hasta la zona conocida como Los Romerales[15], gracias a la valiosa colaboración del personal de Aguas de Jerez. Los restos identificados se encuentran en: la zona de captación, en los cerros de los Cuquillos, en la Garganta de Bogaz, en las inmediaciones del Cortijo de Imbro y por último en la zona de los Romerales.

[14] El trabajo de determinación de coordenadas UTM de los puntos identificados se está llevando a cabo con un equipo GPS básico modelo *etrex* SUMMIT GARMIN en una etapa inicial, posteriormente se vacía la información en la planimetría y se corrigen los datos a partir de la ortofotografía en los casos que se trata de restos superficiales.
[15] Estos restos fueron ubicados por el personal técnico de Aguas de Jerez, quienes nos suministraron los datos para su identificación. Queremos agradecer la valiosa colaboración del Don José Manuel González.

http://www.traianvs.net/

PUNTO IDENTIFICADOS	COORDENADAS
Caput Aquae [16]	30S-2608374058218
Putei 1 (Posible Nº 22 Rueda)	30S-2598944058756[17]
Putei 2 (Posible Nº 23 Rueda)	30S-2597994058705
Garganta Bogas 1 (restos disperos)	30S-2585604057754
Garganta Bogas 2 (restos disperos)	30S-2585414057772
Cortijo Fuente Imbro 1	30S-2541384058646
Cortijo Fuente Imbro 2	30S-2540964058691
Los Romerales 1	30S-2534594058199
Los Romerales 2	30S-2534374058178
Los Romerales 3	30S-2533694058135

Tabla Nº 2, Puntos con restos arqueológicos del acueducto reconocidos en el presente trabajo.

Figura Nº 10, Detalle del paramento de *opus reticulatum* del *putei* Nº 1 identificado del acueducto romano de Cádiz. Foto: J. Pérez, 2008.

[16] Punto identificado anteriormente en el trabajo de Lagóstena Barrios (Lagóstena et al., 2007).

[17] En el caso de los dos pozos identificados se contó con la colaboración del equipo técnico de Aguas de Jerez, quienes nos suministraron la ubicación de dos de los puntos tomada con equipo GPS diferencial de alta precisión, los datos son: Pozo 1: X=259.894,515 Y=4.058.756,223 Z=138,72, Pozo 2: X=259.799,994 Y=4.058.705,201 Z=134,71.

http://www.traianvs.net/

http://www.traianvs.net/

Figura Nº 11, Vista del interior del *putei* Nº 1 identificado del acueducto romano, Cádiz. Foto: J. Pérez, 2008.

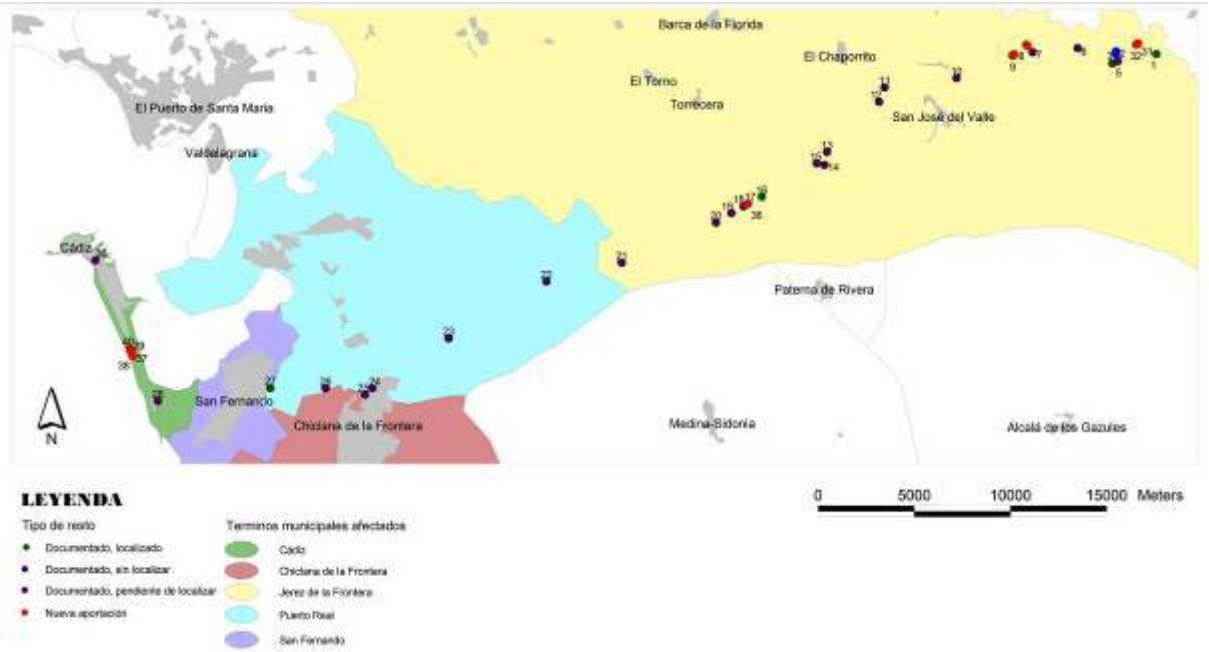


Figura Nº 12, Mapa donde se reflejan los puntos con posibles restos arqueológicos del acueducto romano de Cádiz verificados en el presente trabajo.

Análisis de la información

Se ha realizado un primer análisis toponímico en el ámbito del acueducto a partir de los nombres de los sitios citados como posibles puntos de paso del mismo, además de sitios con nombres cuyo significado pueda estar asociado a la existencia del acueducto. Un avance de los resultados se muestra en la figura Nº 13.

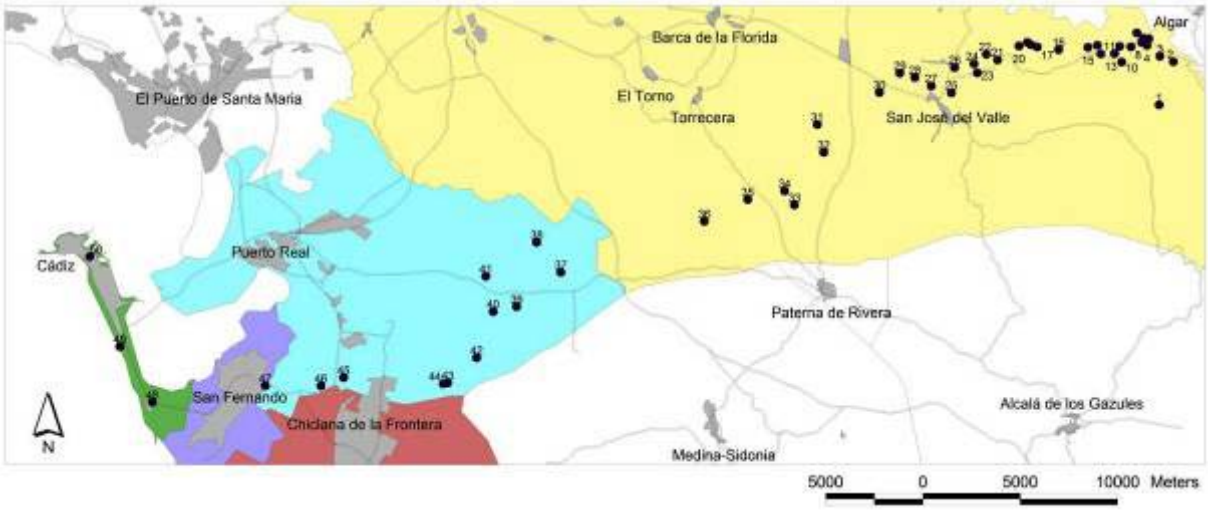


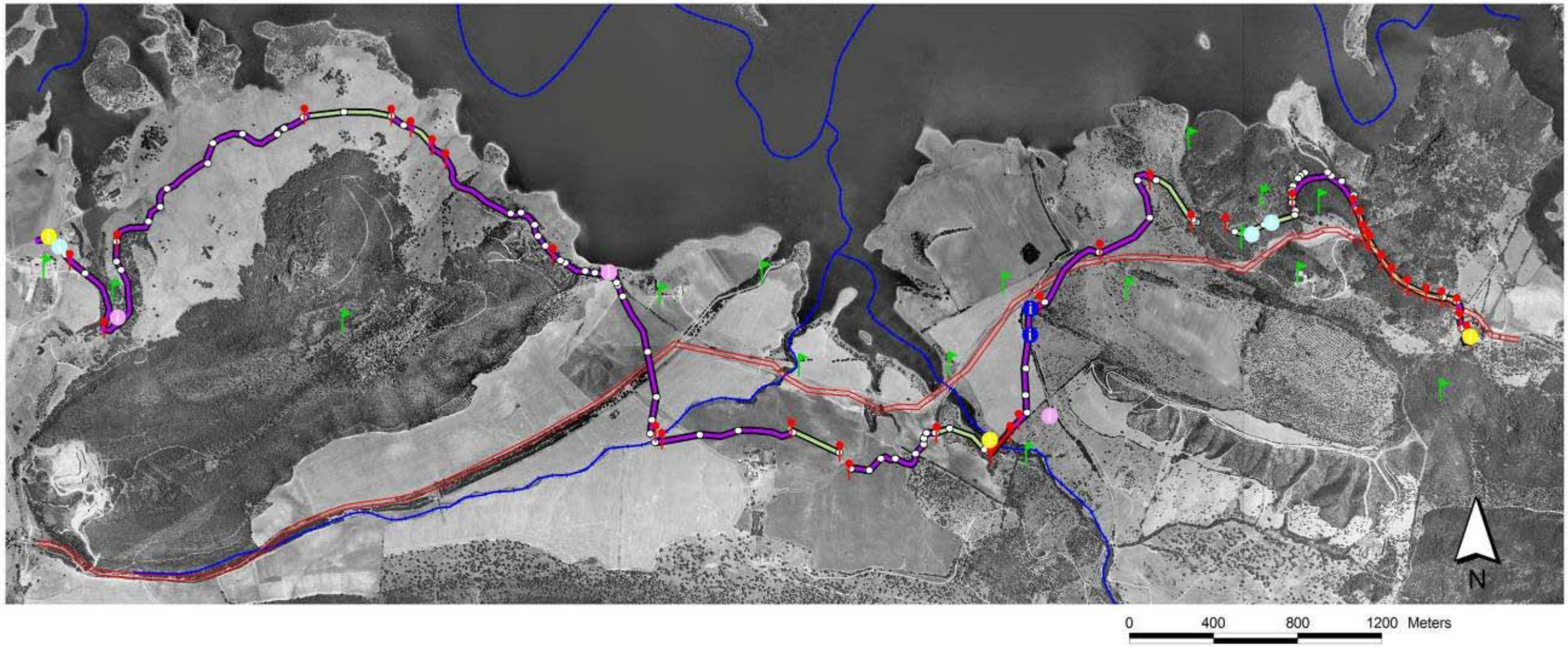
Figura Nº 13, Avance del estudio toponímico del trazado del acueducto romano de Cádiz.

En un segundo análisis se intentó plasmar la información del trazado suministrada por los manuscritos del siglo XVIII en la cartografía actualizada y georeferenciada, empleando dos metodologías diferentes: la primera para los manuscritos que poseen planos y la segunda para los manuscritos sin planos. En ambos casos se hizo uso de modelos digitales del terreno, de planos de cartografía histórica y de diferentes formatos de ortofotos. Un avance parcial de este análisis es la propuesta de trazado que proponemos en la figura Nº 14, en donde se han identificado los tipos de conducciones posiblemente empleadas: túneles, galerías subterráneas[18] y sifones.

[18] En el presente trabajo se entiende como galerías subterráneas aquellas conducciones que van debajo del nivel del terreno a relativamente poca profundidad, 2 m. como máximo, y que para su construcción fue necesaria la excavación de una zanja. En cambio los túneles serían las conducciones subterráneas construidas a través de la excavación vertical de los *puteis* desde donde se realizaban las perforaciones en horizontal para conformar la conducción.

http://www.traianvs.net/

http://www.traianvs.net/



LEYENDA

Informes del siglo XVIII
- Rueda 1.784
- Rueda 1.786

Reconocimientos siglos XX y XXI
- Documentado, ubicado
- Documentado, no ubicado
- Documentado, pendiente de ubicar
- Nueva aportación
- Toponimos

Tipos de conducción
- Galerías subterráneas
- Sifones
- Túneles ó minas

Información general
- Curvas de nivel 10 m
- Vialidad
- Ríos y arroyos

TRAMO 1
Trazado sobre ortofoto

Figura Nº 14, Hipótesis previa de trazado de un primer tramo de 9 Km. del acueducto romano de Cádiz a partir de nuestros datos.

http://www.traianvs.net/

Consideraciones de Tipo Hidráulico

En el presente estudio se ha elaborado un gráfico que muestra la variabilidad anual de aportaciones del manantial de Tempul, a partir de los registros de la producción mensual de agua facilitados por la compañía Aguas de Jerez.

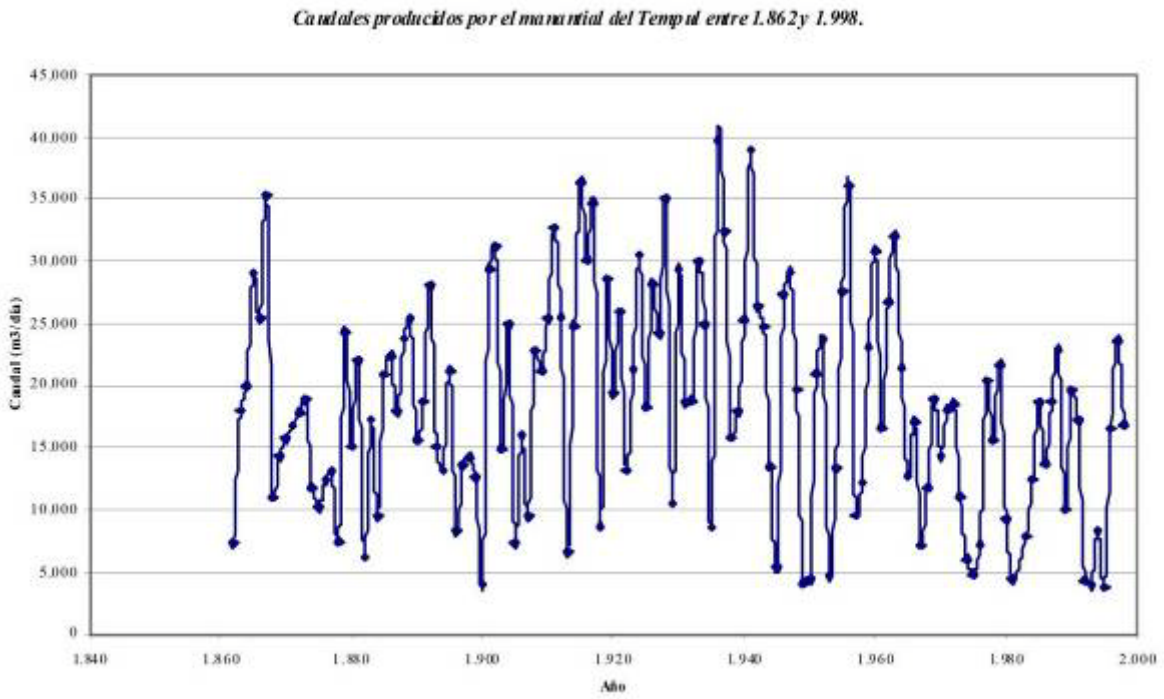


Gráfico Nº 1, Gráfico que muestra la variabilidad del caudal (m^3/día) aportado por el manantial de Tempul desde 1862 a 1998. Elaborado a partir de datos suministrados por el equipo técnico de Aguas de Jerez.

Como puede verse en gráfico, existe una alta variabilidad anual de los caudales con mínimos de 4.000 m^3/día y máximos de hasta 40.000 m^3/día. La pregunta que surge es: ¿cuál era el caudal que estaba en capacidad de aportar el manantial hace 2000 años?, y para tal cuestión sugerimos el empleo de medios estadísticos que permitan extrapolar el rango de valores que poseemos en un próximo trabajo.

Para realizar una estimación precisa del caudal efectivamente transportado por los tramos en canal se debería conocer la altura de la lámina de agua en condiciones de operación original; al no conocer éste valor, se puede hacer una primera aproximación a través de la altura de las concreciones calcáreas existentes en los restos arqueológicos de tramos de canal. El gráfico Nº 2 establece una relación entre los valores de la altura de la lámina de agua y el caudal transportado para diferentes valores de "n" (constante de rugosidad de manning), elaborado a partir de datos conocidos como: las dimensiones medias de la sección del canal y la pendiente media mínima 0,10 m/Km., valor que determina el caudal de agua mínimo posiblemente transportado.

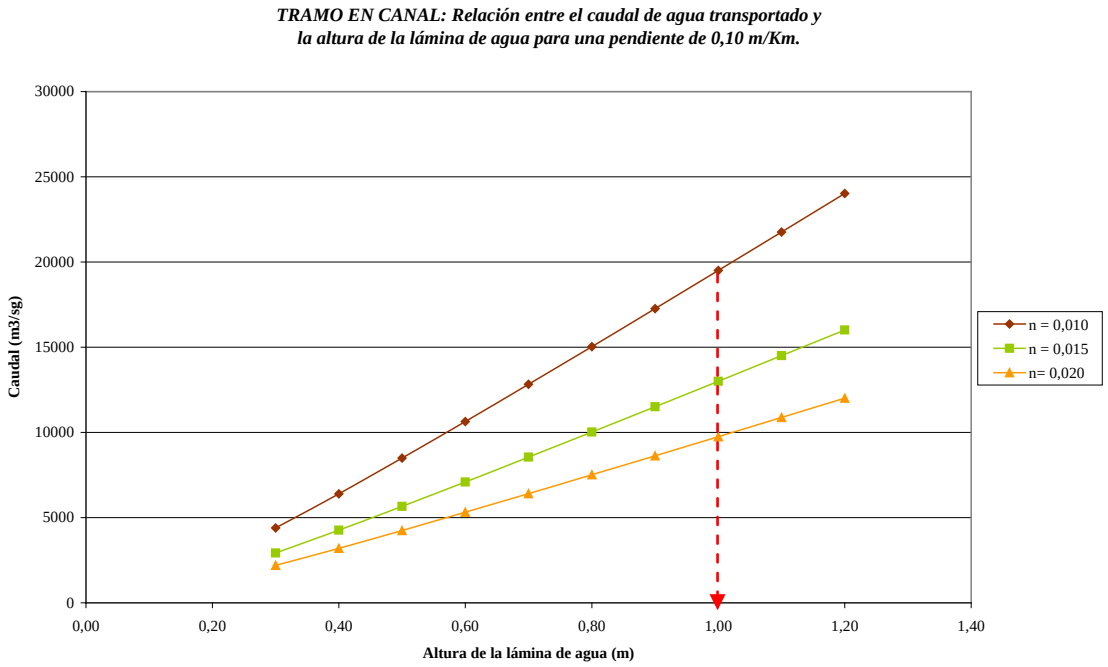


Gráfico Nº 2, Gráfico que relaciona el posible caudal de agua transportado con diferentes alturas de lámina de agua en un canal de sección tipo, para diferentes valores de rugosidad de manning.

Hemos realizado una primera estimación del caudal transportado por los tramos en canal en régimen de lámina libre en condiciones de máxima operación asumiendo una altura de la lámina de agua de 1,00 m., que si observamos en el gráfico Nº 2 resulta que el canal debió ser capaz de transportar entre 10.000 y 20.000 m³/día dependiendo del valor de rugosidad de manning establecido para el análisis, con un valor medio de 12.500 m³/día.[19]

Un análisis similar se realiza en el sifón de los Arquillos, en donde se ha establecido una relación entre el caudal posiblemente transportado por la conducción a presión y el número de tuberías dispuestas en paralelo, partiendo de una serie de datos conocidos como la longitud del sifón, la pérdida de carga total, el gradiente hidráulico y el diámetro interno de las tuberías, cuyos resultados se muestran en la tabla y el gráfico Nº 3 anexo.

[19] Se debe dejar claro que estos valores son sólo unas primeras estimaciones que nos ayudarán a esclarecer el funcionamiento del sistema, que no deben ser tomados como caudales reales de operación del acueducto romano en su situación original.

http://www.traianvs.net/

http://www.traianvs.net/

Datos para el cálculo:

Longitud Aproximada del Sifón (m)	3600 (* 1)
Pédida de Carga (m)	12,00
Gradiente Hidráulico (m/Km.)	3,33
Diámetro de Tuberías (m)	0,33
Sección (m2)	0,09
Radio Hidraulico	0,0825

	Rugosidad n =	0,010	Rugosidad n =	0,015	Rugosidad n =	0,020
Número de tubos paralelo	Velocidad del Agua (m/sg)	Caudal (m3/día)	Velocidad del Agua (m/sg)	Caudal (m3/día)	Velocidad del Agua (m/sg)	Caudal (m3/día)
1	1,09	8051	0,73	5380	0,55	4038
2		16102		10760		8077
3		24152		16140		12115
4		32203		21520		16154
5		40254		26900		20192
6		48305		32280		24230
7		56356		37660		28269
8		64406		43040		32307

Tabla Nº 3, Relación del número de tuberías en paralelo con la capacidad de transporte de agua del sifón de los Arquillos.
Nota: (*1) Valor por verificar en campo.

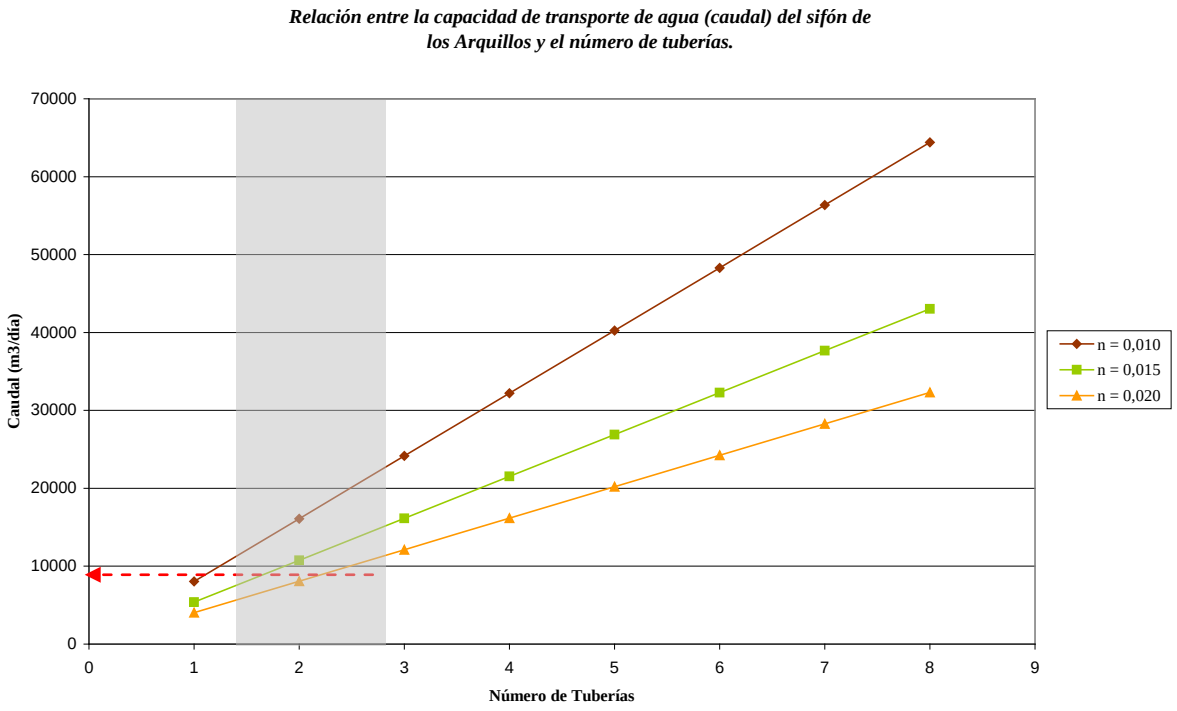


Gráfico Nº 3, Gráfico que relaciona el número de tuberías en paralelo con la capacidad de transporte de agua del sifón de los Arquillos, para diferentes valores de rugosidad de manning.

Del gráfico anterior y con la estimación de la capacidad de transporte del canal aguas arriba de 12.500 m³/día, se puede hacer una primera aproximación del número de tuberías en paralelo con las que probablemente contó el sistema, las cuales debieron estar entre 2 ó 3.

Conclusiones y cuestiones por resolver

En el caso particular del acueducto romano de Cádiz podemos decir que ha sido objeto de varios trabajos de investigación desde el punto de vista histórico – arqueológico, en donde se han documentado alrededor de 30 puntos con restos prospectados, no existiendo a la fecha ningún trabajo exhaustivo sobre el mismo, a excepción de los trabajos de reconocimiento de un primer tramo de 30 Km. aproximadamente ejecutados en el siglo XVIII. Desde el punto de vista hidráulico no existe ningún trabajo que lo haya tratado en profundidad.

En cuanto al conocimiento actual podemos decir que fue un acueducto de una longitud aproximada de 75 Km., con un tramo inicial de 30 Km. en donde el agua fue transportada en régimen de lámina libre, por galerías rectangulares abovedadas típicas en las conducciones romanas de dimensiones internas de 0,60 m de ancho y altura variable entre 1,20 y 1,70 m. Las galerías por lo general fueron subterráneas a unos 2 m. de profundidad promedio ó en algunos casos se construyeron túneles de hasta 25 m. de profundidad con pozos de registro a cada cierto intervalo de distancia. La pendiente del *specus* según los tratados del siglo XVIII estaría en torno a los 0,40 m/Km encontrándose tramos con pendientes de hasta 0,10 m/Km. En este primer tramo el acueducto contó con tres sifones: el de la Garganta de Bogas, el de San José del Valle y el de los Arquillos, el último con tuberías de piedra de 0,33 m. de diámetro interior y una longitud de casi 3,00 Km.

A partir de allí existe un tramo del que no se tiene mucha información, sólo escasos restos arqueológicos inventariados y toponimia que permiten suponer que el acueducto estaba formado en esta parte por galerías similares al tramo aguas arriba del sifón de los Arquillos, en donde el agua corría en régimen de lámina libre. Tramo en el que se debe continuar profundizando en el estudio.

De allí pasa el acueducto a las inmediaciones de los llanos de Guerra en donde vuelve a cambiar a régimen de tuberías a presión, en lo que el presente trabajo hemos denominado el sifón de la playa, cuya longitud total es desconocida, formado por tres tuberías en paralelo de piedra de 0,22 m de diámetro interior y que posiblemente contó con una torre hidráulica "torre de los arquillos" a través del cual el agua sería transportada al *castellum* que debió estar ubicado en la actual Puerta de Tierras de la ciudad de Cádiz.

Existen varias hipótesis sobre el posible trazado del acueducto que deben ser verificadas en campo, en conjunto con un trabajo de recopilación y catalogación de cada uno de los nuevos restos reconocidos con la finalidad de determinar el trazado real y de esta forma poder plantear medidas de protección que debería ser abordado por un equipo multidisciplinar que permita alcanzar las conclusiones deseadas. El tramo central del acueducto es el menos estudiado, por lo cual se le debe prestar especial atención.

De la presente investigación han surgido una serie de preguntas sobre el funcionamiento hidráulico del acueducto que sólo encontraran respuesta a través de las mediciones, estudios experimentales y análisis efectuados a partir de datos reales fiables producto de un completo trabajo de campo. Entre ellas podemos mencionar:

- ¿Cuál fue su verdadero trazado y su perfil longitudinal?

http://www.traianvs.net/

http://www.traianvs.net/

- ¿Cuál fue la altura máxima de la lámina de agua alcanzada en los tramos de canales en régimen de lámina libre?
- ¿En los sifones invertidos: materiales, longitudes, características de las tuberías, perdidas de carga, gradiente hidráulico y depósitos auxiliares?
- ¿Cuánto tiempo estuvo en funcionamiento el acueducto, y como variaron las condiciones de servicio hidráulico?

Los anteriores interrogantes pueden ser respondidos profundizando las investigaciones hasta ahora desarrolladas sobre el acueducto romano de Cádiz; el poco conocimiento existente sobre sus características es el motivo que justifica la continuación del presente trabajo, que nos permitirá conocer, ubicar y georreferenciar la mayor parte posible de restos arqueológicos de esta impresionante obra de ingeniería romana y adoptar en consecuencia medidas efectivas de protección sobre uno de los sistemas de abastecimiento de agua romano más grandes de *Hispania*, como lo fue el acueducto de *Gades*.

Bibliografía.

- Adam, J., (1996) *La construcción romana, materiales y técnicas*. León, Editorial de los oficios.
- Baena et al., (1997); Roldán, L.; J. Baena; C. Blasco; J. Bermúdez; E. García, (1997) "S.I.G. y arqueología Romana. Restitución del trazado del acueducto de Cádiz" en *Los S.I.G. y el análisis espacial en Arqueología.* Madrid, Ediciones de la Universidad Autónoma de Madrid, pp. 255-272.
- Barragán, J., (1993) *Agua, ciudad y territorio. Aproximación geo-histórica al abastecimiento de agua a Cádiz*, Cádiz.
- Barragán, J., (1994) *I. Aguas de Jerez, Evolución del abastecimiento urbano*. Jerez, Aguas de Jerez Empresa Municipal S.A.
- Barragán, J., (1994) *III. Aguas de Jerez, Tempul: entre el medio natural y la técnica hidráulica.* Jerez, Aguas de Jerez Empresa Municipal S.A.
- Bestué, I. e I. González, (2006) "Roman Siphons in Spain" en Wiplinger, G. *Cura aquarum in Ephesus: Twelfth International Congress on the History of Water Management and Hydraulic Engineering in the Mediterranean Region v.II*, Octubre 2004, Turquía, Peters, pp. 311-317.
- Fierro, J., (1989) " El Acueducto Romano de Cádiz " en: *Revista de Arqueología*: año X, núm. 95, pp. 19-24.
- Fierro , J., (2002) "El abastecimiento de agua a Cádiz a través de su historia" en Cirici Narváez, J. *El agua en Cádiz, 75 años de servicios municipalizados. Exposición Centro Cultural el Palillero octubre-noviembre 2002,* Cádiz, Aguas de Cádiz / Ayuntamiento de Cádiz, pp. 38-61.
- Fr. Jerónimo de la Concepción, (1690) *EMPORIO DE EL ORBE*. Edición del año 2003, Cádiz, Servicio de Publicaciones de la Universidad de Cádiz.
- González, T., (1985) *Frontino DE AQVAEDVCTV VRBIS ROMAE*. Madrid, Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- González, I., (2002) "Capítulo I: La ingeniería civil romana" en Lavín, A. *ARTIFEX Ingeniería romana en España.* Madrid. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, pp. 33-176.
- González, I. e I. Velásquez, (2004) "Capítulo 8: Los acueductos y sus técnicas constructivas" en *Ingeniería romana en Hispania.* Madrid. Fundación Juanelo Turriano, pp. 105-141.

- Hodge, T., (2002), *Roman aqueducts and water supply*. Londres: Duckworth.
- Instituto de Cartografía de Andalucía, (2004): *Mapa Digital de Andalucía. 1:100.000*. Junta de Andalucía, Consejería de obras públicas y transportes.
- Instituto de Cartografía de Andalucía, (2005): *Mapa Topográfico de Andalucía. 1:10.000. Mosaico raster en color. Provincia de Cádiz.* Vuelo junio-octubre 2004. Junta de Andalucía, Consejería de obras públicas y transportes.
- Instituto de Cartografía de Andalucía, (2005): *Ortofotografía digital en color de Andalucía. 1:10.000*. Vuelo junio-octubre 2004 escala 1:60.000. Junta de Andalucía, Consejería de obras públicas y transportes.
- Instituto de Cartografía de Andalucía, (2005): *Ortofotografía digital de Andalucía. Provincia de Cádiz*. Vuelo 2001-2002 escala 1:20.000. Junta de Andalucía, Consejería de obras públicas y transportes.
- Lagóstena, L. y F. Zuleta, (2007) "*Gades* y su acueducto" en *Las obras romanas de ingeniería hidráulica de época romana en la provincia de Cádiz,* Proyecto de investigación financiado por el Ministerio de Fomento, CEHOPU, (inédito Biblioteca del CEHOPU).
- Lagóstena, L.;Zuleta F.; R. Arana, (2007) *Edición crítica y anotada de los informes técnicos de época moderna y contemporánea de rehabilitación del acueducto romano de Gades y reconstrucción virtual de sus principales elementos arquitectónicos,* Proyecto de investigación financiado por el Ministerio de Fomento, CEHOPU, (inédito Biblioteca del CEHOPU).
- Martínez, P., (1974) *Perfil de Cádiz Hispano Árabe*. Madrid. Ediciones de la Caja de Ahorros de Cádiz.
- Mayo, A., (1877) "Memoria relativa a las obras del acueducto de Tempul para el abastecimiento de aguas a Jerez de la Frontera" en *Anales de Obras Públicas, Tomo Tercero*. Madrid. Imprenta de Aribau.
- Ministerio de Fomento, Dirección General del Instituto Geográfico Nacional y Junta de Andalucía, Consejería de Obras Públicas y Transportes, (2007): *Cartografía de un siglo. Andalucía en la primera edición de la serie del Mapa Topográfico Nacional Escala 1:50.000.* Fecha de la cartografía 1911-1920.
- Morgado, A., (2000), *Historia de Cádiz de Agustín de Horozco*. Cádiz, Servicio de Publicaciones de la Universidad de Cádiz.
- Muñoz, A., (1991) "Intervención arqueológica en el acueducto romano de Cádiz: Los sectores de "El Mimbral" (Jerez) y "Tres Caminos" (Puerto Real)" en *Anuario arqueológico de Andalucía/1989, III*, Sevilla, pp. 98-104.
- Ocampo, F., (1578) *Crónica General de España, Tomo I*. Madrid.
- Ortiz y Sanz, J., (1987) *Marco Vitruvio Polión Los diez libros de arquitectura*. Madrid.
- Perosini et al., (1786) *Relación del estado del antiguo acueducto de Tempul,* Fondo antiguo de la Biblioteca Nacional de España en Madrid / Biblioteca Provincial de Cádiz.
- Ponz, A., (1947) *Viaje de España, 4. Tomos XIV-XVIII. Tratado de Cataluña, Aragón, La Mancha y Andalucía.* Madrid, Ediciones Aguilar S.A.
- Roldán, L., (1993) *Técnicas arquitectónicas en la Bética romana*. Madrid, Ediciones de la Universidad Autónoma de Madrid.
- Romero, E., (1934) *Catálogo monumental de España, provincia de Cádiz*. Madrid, Ministerio de Instrucción Pública y Bellas Artes.

http://www.traianvs.net/

- Garcini et al. (1784); Rueda, V.; A. Hurtado ; I. Garcini, (1.784) *Libro donde se notan las operaciones, trabajos y demás pertenecientes al reconocimiento, descubrimiento, y proyecto de reedificar el acueducto de los romanos que se dirigía desde Tempur a Cádiz, cuyo reconocimiento se hace por orden y disposición del Exmo. Sr. Conde O´Reilly Capitán General de Andalucía y gobernador de dicha plaza.* Manuscrito de fondos de la Biblioteca Nacional, MSS 2216.
- Rueda, V., (1786), *Manuscrito de notas puestas al papel dicursivo del arquitecto romano Scipion Perosini, sobre la conducción a Cádiz de las aguas de Tempul.* Fondo del Instituto de Geografía e Historia Militar de Madrid, Nún 3753, Sign. 3-5-9-2; Cuaderno de superficies y sólidos relativos al acueducto de Tempul, en la plaza de Cádiz. Fondo del Instituto de Geografía e Historia Militar de Madrid, Nún 3755, Sign. 3-5-5-8, 16 folios y 4 croquis; *Descripción del acueducto romano y sitio de Tempul, en la Plaza de Cádiz, y situación de los nacimientos de sus aguas.* Fondo del Instituto de Geografía e Historia Militar de Madrid, Nún 3752, Sign. 3-5-5-8, 88 folios.
- Suárez, J., (1610) *Grandezas y antigüedades de la isla y ciudad de Cádiz*, Edición facsímile de 1985. Cádiz, Caja de Ahorros de Cádiz.
- Toledo, J. 1988, *El Cádiz Andalusí (711-1485).* Cádiz, Servicio de Publicaciones de la Diputación de Cádiz.

http://www.traianvs.net/