

Temps de memòria

L'enginyeria subterrània a l'època romana (i 2)

José Antonio Juncà Ubierna

Doctor enginyer de camins, canals i ports



Aqüeductes de Roma. Planta.

Aquesta segona part completa l'article sobre la construcció de túnels romans, (vegeu Espais núm. 37, novembre-desembre de 1993). Els túnels per a sanejament, juntament amb les conduccions per aprovisionament d'aigua - aqüeductes - i uns altres tipus de conduccions també d'aigües, a més de les catacumbes, són unes altres realitzacions d'obra subterrània en què els romans van destacar d'una manera especial i amb un nivell tècnic d'execució encara no superat tot i haver trascuregut quinze segles.

Túnels per a sanejament. La Claveguera Màxima

Tarquini Prisc (616-578 a.C.), cinquè rei de Roma segons la tradició, va construir el Circ Màxim, un gran temple a Júpiter al mont Capitolí, i el fòrum o mercat, un espai obert enclavat a la vall situada entre els dos turons més antics de la ciutat, el mont Capitolí i el Palatí.

Amb la finalitat que el for, situat en una àrea d'aiguamolls, pogués ser utilitzat, va fer construir una gran trinxera oberta al llarg de la vall que recollia l'aigua de la rodalia i la conduïa cap al Tíber; ens estem referint a la primera fase d'una de les més famoses i mítiques obres de l'enginyeria romana, la Claveguera Màxima. Inicialment va funcionar com un dren d'aigua pluvial; en una etapa següent la trinxera es va afermar i cobrir amb testeres de fusta i, amb posterioritat, el segle III d.C., s'hi va incorporar una volta de canó seguit, amb dovelles pètries.

Des de l'any 33 d.C., després de la promulgació d'un decret del cònsul Vipsani Agripa, la conducció s'aprofita també com a claveguera d'aigües negres. Per la Claveguera Màxima es podia anar en barca i d'aquesta manera la va inspeccionar Agripa quan es va encarregar de la reparació de totes les clavegueres de Roma.

Estrabó i Plini assenyalen que la Màxima era tan espaiosa que, «podrien circular-hi dues carretes carregades de fenc». La seva secció transversal varia des de 2,10 m en la primera part fins al for, a 5 m a la desembocadura.

El sistema de clavegueram de la capital de l'Imperi és especialment rellevant; a més de la Màxima cal esmentar la claveguera del Circ Màxim o la que anava de la plaça Mattei al Getto. Les seccions transversals de les clavegueres romanes presenten, per regla general, testeres verticals i voltes de mig punt amb dovelles radials.

Conduccions per aprovisionament d'aigua: aqüeductes

El subministrament d'aigua a les ciutats fou un dels punts forts de l'enginyeria romana; incloïa tant la captació de l'aigua des de deus més o menys properes, com la conducció, i també la distribució interior fins ha arribar als diversos llocs de consum.

No és prou conegut que els aqüe-

data molt recent els professors Castellani i Dragoni descobriren un grup de tres aqüeductes subterranis a S. Vittorino, a 15 km de Roma.

Aqüeductes de Roma

Els enginyers romans construïren fins a onze conduccions diferents per garantir l'abastament de la capital de l'Imperi; com a completíssima referència documental ens ha arribat



Claveguera Màxima. Canonada abocant al Tíber.

ductes romans discorrien gairebé tots sota terra. Així, dels aproximadament 468 km, que sumen els que abastaven Roma, almenys 400 km eren subterranis.

Però aquestes obres de subministrament d'aigua es construeixen a tots els territoris de l'Imperi; més de 150 aqüeductes s'han localitzat a la resta d'Europa, nord d'Àfrica i Àsia Menor. En conseqüència, mils de quilòmetres de túnels romans enterrats per quasi tot el món esperen ser explorats i investigats.

Al mateix cor d'Itàlia encara es registren descobriments de galeries romanes; per exemple, els aqüeductes d'Isernia i de Palestrina. En

l'obra de Frontino «De Aquaeductibus» que dóna referència detallada del complex sistema d'aqüeductes que donaven servei a Roma.

Podem fer una breu descripció d'aquests emissaris, atenent de manera especial als trams subterranis, seguint la seqüència cronològica quant a la data de construcció.

S'ha de partir d'Aqua Appia, que es realitza el 312-311 a.C. sent censor Appi Claudi; la seva longitud era de 16,6 km, dels quals 16,5 eren en túnel. Quaranta anys més tard, el 272 a.C., es completa el segon aqüeducte de Roma, anomenat Anio Vetus; prenia l'aigua del riu Anio als



Galeria d'un aqüeducte romà a Nemausus. Fixeu-vos en les adherències de calç.

monts Sabins i tenia una extensió de 64 km, en la seva major part subterrànica.

L'any 144 a.C. el pretor Marcus va decidir començar les obres d'una de les conduccions més llargues d'abastament a Roma, Aqua Marcia; comptava amb 91,3 km, arrencava també dels monts Sabins, al nord-oest de Subiaco i set vuitenes parts de la seva longitud consistien en túnels de secció variable. Plini considerarà la Marcia «com la millor del món i un veritable do dels déus», per la transparència i la frescor de l'aigua.

L'última conducció d'època republicana fou Aqua Tèpula, de l'any 125 a.C. amb un recorregut subterrànic de 7,4 km sobre un recorregut total de 17,7 km.

Durant l'imperi d'August es porta a terme la construcció de tres aqüeductes: Aqua Julia el 33 a.C., de 22,8

km de longitud, dels quals 16,8 eren subterrànics; Aqua Virgo, inaugurada el 19 a.C. amb 19 km totalment en túnel, on destaca la galeria de presa de 1.400 m de longitud que captava aigües subàlvies; i la portada d'aigua d'Alsietina, que data de l'any 2 a.C., amb 32,7 km totals, 32,2 dels quals anaven sota terra, amb la qual August fornava la seva naumàquia. En aquest període Agripa també dedicà els seus esforços a reparar les antigues conduccions, que ja no servien.

L'emperador Calígula començà l'any 38 d.C. la construcció de dues conduccions, Aqua Claudia i Anio Novo, que van ser completades per Claudi. L'any 47 d.C. Aqua Claudia, que tenia 66,6 km d'extensió, 52 dels quals eren en túnel; va haver de ser reparada diverses vegades, per Vespasià i Tit.

Per la seva banda, Anio Novo, que entrà en servei l'any 52 d.C., era un

llarg aqüeducte de 86,9 km, 73 dels quals eren en túnel i, en el tram final, el seu canal es superposava al de la Claudia aprofitant el mateix aqüeducte terminal.

Esmentem finalment la conducció Trajana que fornava la regió Trans-tiberiana des del 109 d.C. i fou acabada per Adrià, i l'Aqua Alexandrina deguda a l'emperador Alexandre Sever, que la inaugurà l'any 235 d.C. Aqua Trajana tenia aproximadament 35 km i Aqua Alexandrina uns 15, però se'n desconeix l'extensió dels trams en túnel.

Podem enunciar també les obres següents: els abastaments d'aigua a Pompeia, on juntament amb les conduccions destaca la profusió de cisternes; la portada d'aigua a Nimes, amb el famós aqüeducte del Pont du Gard i que discorre en forma de túnel en nombroses ocasions quan travessa un tram de relleu molt accidentat; la línia per a abastar Lutetia amb els seus 20 km tot seguint el curs del rierol de la Bievre les quatre línies gal·lo-romanes que abastaven Lugdunum (actualment Lió) les quals, a més dels trams subterrànics, tenen amb freqüència passos de sifons; o, finalment, la portada d'aigua de la colònia de Firmum Julii (Frejus) amb els seus 40 km i una sèrie de trams en galeria de 3 m d'amplada i prou alçada per a ser visitable.

Aqüeducte subterrani d'Adrià a Atenes

Aquesta notable obra d'enginyeria civil romana fou iniciada l'any 143 d.C. per Adrià, il·lustre enginyer i constructor, quan era governador de Grècia, abans de convertir-se en emperador de Roma, va ser continuada fins al seu acabament pel seu successor i fill adoptiu Antoní Pius, i va entrar en funcionament l'any 140 d.C., després de sis anys d'intensos treballs escomesos amb mitjans molt rudimentaris i en què els problemes de desguàs van ser el continuat malson dels qui intervingueren en

l'obra.

L'aqüeducte servia -i serveix- per a abastar la ciutat d'Atenes amb aigua fresca procedent de les fonts i dels cursos subterranis dels monts Pentèlic i Parnàs atès que el túnel a una distància aproximadament de 10 km de la ciutat es bifurca en dues branques, una cap a l'est i l'altra cap al nord i s'endinsa en totes dues ribes i es nodreix de l'aigua mitjançant galeries, pous i drenes i reuneix prop de 470 aportacions en conjunt.

El túnel té una longitud total de prop de 25 km, i la seva profunditat oscil·la respecte del nivell del sòl entre 10 m i 40 m; la conducció es va revestir en la seva totalitat, mitjançant paredat en els trams en roca i amb obra de totxo a la resta del recorregut. La secció acabada de la galeria, una vegada revestida, tenia unes dimensions d'1,10 x 0,40 m i es recobria bé amb volta en quart de circumferència a zones de terreny dolent, bé amb parells de totxos recolzats entre si a la resta de trams.

Túnel romans a Hispània

Ara referirem algun dels treballs subterranis que portaren a terme els romans a la península Ibèrica.

El túnel de Montefurado

A la conca mitjana del riu Sil es conserven nombrosos vestigis de l'activitat d'enginyeria dels romans. És notable el túnel de Montefurado, al riu Sil. La seva secció transversal és d'uns 20 m d'amplada, per uns 20 d'alçada i la seva longitud original era propera a 200 metres.

És probable que aquesta obra es construís durant la primera meitat del segle II, perquè el sistema d'excavació fet servir es basa en la tècnica d'encendre grans fogueres al costat de la roca, i llençar-hi a continuació aigua perquè així s'esquerdés el massís.

La portada d'aigua a Uxama

La conducció per l'abastament d'aigua a Uxama, rere un tram a mitja



Catacumba sota la Via Llatina. Roma.

riba, entrava en un túnel de 133 m de longitud; l'entrada al túnel és coneguda a la localitat com la boca de la guineu; el túnel -i seguim Clemente Sáenz Ridruejo- és llaurat a la calcària senoniana i la cobertura al punt més alt és d'uns 20 m. La galeria queda dividida en tres trams de 39 m, 52 m i 42 m, i hi ha dos pous d'aigua circulars; aquest repartiment de longituds segueix -aproximadament- la recomanació de Vitruvi continguda al llibre vuitè de la seva obra *De Architectura*.

La secció d'aquesta galeria és en «forma d'ampolla», de proporcions aplanades, i oscil·len molt les dimensions d'uns llocs als altres; l'alçada varia entre 1,70 i 2,20 m i l'ample a la base és proper als 2 m mentre que l'alçada del coll és d'uns 80 cm.

Conducció d'aigua a Tiermes

De similars característiques a la

d'Uxama, quant a dimensions i forma, és la conducció d'aigua construïda en època romana a Tiermes, de la qual només es coneix una part del recorregut a la ciutat i un tram extramurs. La galeria subterrània té una longitud de 140 metres.

Abastament a Sexi

La conducció d'aigua a Sexi, avui Almuñécar, sintetitza en els seus 5 km de longitud tota la gamma de recursos disponibles pels romans a les seves línies d'abastament; així, trobem trams de canal enterrats, sobre arcades, sífó, registres, arquet terminal i un túnel en roca sense revestir d'uns 300 m amb secció d'1,70 x 0,70 m situat cap a la meitat del trajecte.

Conducció a Emèrita Augusta

A l'època més brillant de l'actual Mèrida l'abastament d'aigua a la ciutat es garantia a través de tres conduccions independents, d'èpo-



ques distintes que no han pogut datar-se; les conduccions de Cornalvo i les de Tomas van quasi totalment enterrades en galeries mentre que la de Proserpina circulava en canal a cel obert. També Termancia, Clunia (Cueva de Roma) i Medinaceli compta amb una xarxa de canalitzacions internes realitzades durant la dominació romana.

Catacumbes

Des d'època de la República la llei romana prohibia l'enterrament de cadàvers a l'interior de les ciutats; per això, a les vies d'accés a les poblacions proliferaren punts d'enterrament que, després d'esgotar l'espai disponible en superfície, s'endinsen en el terreny verticalment per mitjà de galeries donant lloc a una xarxa de túnels proveïts de nínxols a les parets, *cubiculum*s diversos i capelles que a partir de la tardana edat mitjana es coneixen amb el nom de catacumba.

Si bé a final del segle II comencen a construir-se els cementiris cristians venerats o catacumbes, és durant els segles III i IV quan la seva perforació assoleix una major activitat: en temps del Papa Sant Dàmas (336-384), es prolonguen les galeries que s'intercomuniqueu i donen lloc a una complexa i extensíssima xarxa subterrània ramificada la longitud total de la qual es calcula que suma uns quants cents de quilòmetres.

Les invasions bàrbares fan caure en l'oblit les catacumbes; se succeeixen els saqueigs i se ceguen multitud d'entrades i galeries. Aquesta és la causa que algunes, molt esmentades, no hagin pogut ser localitzades fins avui. El segle XVI comença a Roma una escola dedicada a l'estudi i recerca de jaciments funeraris i hi destaca Cèsar Boroni (1538-1607). El fenomen de les catacumbes a la rodalia de Roma té lloc a 44 nuclis coneguts. Hi destaquen les catacumbes de Sant Calixt, Priscil·la, Domitil·la, Santa Agnès i Sant Sebastià. A més de les de Roma, cal esmentar les catacumbes d'Aosta, Florència, Nàpols, Siracusa, Tebessa, Efes, Jerusalem i Alexandria, encara que la seva relació prodria fer-se bastant més extensa. Totes es perforen els primers segles de difusió del cristianisme.

Els romans havien dominat pràcticament tot el món civilitzat durant un mil·lenni, i uns quants anys més sobre una part substancial d'aquell. Els segles posteriors a l'ocàs de Roma foren un període d'estancament en el qual gairabé res d'important es registra en relació amb l'execució d'obres subterrànies d'una certa entitat i importància. És a dir, han de passar molt segles, prop de quinze, abans que l'art de la construcció de túnels es desenvolupi per sobre del nivell mitjà del que executaren els romans.

Bibliografia

Brisse, A.; de Rotroú, L. "Dessechement du Lao Fucino" Roma. 1976.

Case, James F. "The ancient Roman aqueduct at Athens". American Society of Civil Engineers. Paper no 1627; set. 1926.

Castellani, V.; Dragoni, W. "Opere idrauliche ipogee romane: origine, sviluppo ed impatto sul territorio". L'universo, Ist. Geograf, Milit, 69,2. 1989.

Ferrua, Antonio. "Catacombe Scososciute". Una pinacoteca del IV Secolo sotto la Via Latina. Nardini Editore. Florencia, 1990.

Juncà Ubierna, José Antonio. "El túnel I. Historia y Mito". Editores: Colegio de Ingenieros de Caminos, C. y P. y Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas, CEDEX del MOPT, Madrid, 1990.

Leger, Alfred. "Les travaux publics, les mines et la métallurgie aux temps des romains; la tradition romaine jusqu'à nos jours", 1985.

Sáenz Riduejo, Clemente. "La traída de aguas de Uxama". De «Celtiberia», núm. 70. pàgs. 265-292. Centro de Estudios Sorianos. Sòria. 1985.